



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET NIŠ



Jasmina B. Bogdanović-Jovanović

**ODREĐIVANJE OSREDNJENOG
OSNOSIMETRIČNOG STRUJANJA U
RADNIM KOLIMA HIDRAULIČKIH
TURBOMAŠINA**

doktorska disertacija

NIŠ, 2014



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET NIŠ



Jasmina B. Bogdanović-Jovanović

**ODREĐIVANJE OSREDNJENOG
OSNOSIMETRIČNOG STRUJANJA U
RADNIM KOLIMA HIDRAULIČKIH
TURBOMAŠINA**

doktorska disertacija

Niš, 2014.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING



Jasmina B. Bogdanović-Jovanović, MSc Mech. Eng.

**DETERMINATION OF AVERAGED
AXISYMMETRIC FLOW IN HYDRAULIC
TURBOMACHINERY RUNNER**

PhD Dissertation

Submitted to Faculty of Mechanical Engineering of University of Niš

for the degree of PhD in Mechanical Engineering

Niš, 2014.

Podaci o mentoru i članovima komisije

Mentor:

dr Dragica Milenković, redovni profesor Mašinskog fakulteta u Nišu,
Univerziteta u Nišu

Članovi komisije:

dr Milun Babić, redovni profesor Fakulteta inženjerskih nauka u Kragujevcu
(uža naučna oblast: Energetika i procesna tehnika),

dr Dragica Milenković, redovni profesor Mašinskog fakulteta u Nišu (uža
naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika fluida),

dr Dragiša Nikodijević, redovni profesor Mašinskog fakulteta u Nišu (uža
naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika fluida)

Datum odbrane doktorske disertacije:

24.12.2014.

Zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način pomogli u realizaciji ove doktorske disertacije, a u prvom redu:

- **svom ocu i profesoru, dr Božidaru Bogdanoviću, redovnom profesoru Mašinskog fakulteta u Nišu;**
- **svom mentoru, dr Dragici Milenković, redovnom profesoru Mašinskog fakulteta u Nišu, na svesrdnoj podršci;**
- **svojim kolegama koji su mi nesebično pomagali u radu;**
- **svom suprugu i porodici na strpljenju i razumevanju;**

Naslov doktorske disertacije:

ODREĐIVANJE OSREDNJENOG OSNOSIMETRIČNOG STRUJANJA U RADNIM KOLIMA HIDRAULIČKIH TURBOMAŠINA

Rezime

U prvom poglavlju rada data su uvodna razmatranja, u okviru kojih je predstavljen zadatak hidrodinamičkog proračuna, kao i šematizacija strujanja u protočnom delu turbomašine. Dat je osvrt na pregled dosadašnjih rezultata iz ove oblasti, ograničavajući se, pri tome, na najznačajnije rezultate, kao i one koji su utrljali put u neke nove metode proučavanja i preračunavanja hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora.

Osnovni zadatak hidrodinamičkog proračuna turbomašina (projektovanje protočnih delova koji obezbeđuju potrebne radne karakteristike mašine, pri tom ostvarujući i njenu maksimalnu energetska efikasnost), je veoma složen i zahteva objedinjenu primenu teorijskih i eksperimentalnih rezultata istraživanja.

U cilju ostvarivanja praktično primenljivih metodologija proračuna, vrši se pojednostavljenje kako samog strujanja, tako i radnog fluida: prostorno strujanje se pojednostavljuje na dvodimenzijnsko, u nekim slučajevima i jednosimenzijnsko strujanje, posmatra se rad turbomašine pri ustaljenom režimu rada, kada se strujanje može smatrati nepromenljivim s vremenom (stacionarnim), a sam fluid se, kod hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora, može smatrati nestišljivim. Osnovna pretpostavka je da je strujanje u obrtnim (radnim) kolima i nepokretnim delovima turbomašina osnosimetrično, iako to realno nije slučaj. Takođe su, u uvodnom poglavlju, date osnove određivanja oblika lopatica obrtnih (radnih) kola hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora. Na kraju ovog poglavlja prikazana je primena, razvoj i značaj numeričkih simulacija strujanja fluida u projektovanju i ispitivanju turbomašina, sa osvrtom na najznačajnija dosadašnja dostignuća u ovoj oblasti i njenu primenu na rad turbomašina.

U drugom poglavlju doktorske disertacije daje se kraći osvrt na metodologiju numeričkih simulacija strujanja, modeliranje turbulencije i mogućnosti primene CFD (Computational Fluid Dynamics) metoda na strujanje fluida u turbomašinama, pre svega na numeričku simulaciju strujanja u obrtnim (radnim) kolima hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora, ali i u nepokretnim lopatičnim i bezlopatičnim elementima turbomašina. Zbog jednostavnosti primene, ali i potrebnih kompjuterskih resursa za rad

numeričke simulacije strujanja, akcentat je stavljen na rešavanje osrednjenih Reynolds-ovih jednačina (tzv. RANS jednačina). Prikazane su osnovne jednačine strujanja fluida (parcijalne diferencijalne jednačine), koje se u postupku vremenske i prostorne diskretizacije transformišu u sistem algebarskih jednačina, pogodan za numeričku primenu. Sistem ovih jednačina zatvara se korišćenjem nekog od postojećih modela turbulentnog strujanja (tzv. turbulentnih modela), o kojima je, u ovom poglavlju, takođe bilo malo reči. U poslednjem delu ovog poglavlja dati su principi numeričkog rešavanja strujanja fluida (od diskretizacije, preko diferentnih šema, generisanja računске mreže, do konvergencije dobijenog rešenja).

Primeri numeričkih simulacija, korišćenjem komercijalnog softverskog paketa Ansys koji u svom sastavu sadrži module primenu u turbomašinama, kao i validacija numeričkih modela tema je trećeg poglavlja rada. Dati su primeri različitih turbomašina, i to sledećim redom:

- I) niskopritisni reverzibilni osni ventilator sa neprofilisanim lopaticama radnog kola,
- II) aksijalna propelerna pumpa i
- III) centrifugalna pumpa.

Za sve primere, najpre je dat prikaz fizičkog modela, zatim prikaz kreiranog numeričkog modela, dok su rezultati numeričkih simulacija strujanja dati kroz prikaz radne karakteristike turbomašine pri radu sa definisanim brojem obrtaja. Radne karakteristike svake predstavljene turbomašine dobijene numeričkim simulacijama strujanja za opseg radnih protoka, upoređene su sa radnim karakteristikama dobijenim eksperimentalnim ispitivanjima odgovarajućih mašina u laboratorijskim uslovima rada, čime je izvršena validacija modela. Kada je reč o turbomašinama, s obzirom na njihovu praktičnu primenu, može se smatrati da je validacija modela izvršena ukoliko relativna greška radnih parametara u svim strujnim režimima ne prelazi 5%. Strujni parametri u različitim diskretnim tačkama radnog kola, tj. u različitim presecima radnog kola (položaj, pritisak i brzine) svih predstavljenih primera turbomašina, koji su izdvojeni za potrebe osrednjavanja, dati su tabelarno u Prilogu doktorske disertacije.

Četvrto poglavlje bavi se određivanjem osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina prema rezultatima dobijenim numeričkom simulacijom strujanja u hidrauličkim turbomašinama i niskopritisnim ventilatorima. Realna strujanja u lopatičnim rešetkama hidrauličkih turbomašina i ventilatora nisu osnosimetrična, a fiktivno se mogu svesti na osnosimetrična, ukoliko se strujni parametri u međulopatičnim kanalima osrednjuju po kružnoj koordinati. Numeričkim simulacijama strujanja dobijene su vrednosti svih strujnih

parametara u diskretnim tačkama razmatranog strujnog prostora. Prema rezultatima numeričkih simulacija strujanja u međulopatičnim kanalima, moguće je odrediti osrednjene strujne parametre po kružnoj koordinati, a zatim odrediti i osrednjene osnosimetrične strujne površine. Data je metodologija osrednjavanja strujnih parametara po kružnoj koordinati i izvedene su osrednjene jednačine strujanja.

U petom poglavlju rada prikazani su rezultati određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, za primere za koje su izvršene numeričke simulacije strujanja u poglavlju 3. Vodeći se teorijom i izvedenim jednačinama datim u poglavlju 4, prikazani su rezultati određivanja osrednjenih strujnica u radnom kolu hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora, odnosno osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina. Pored toga su određeni i jedinični radovi elementarnih stupnjeva obrtnog kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama, kao i moment i snaga obrtnog kola razmatranih turbomašina. Konačno, izvršen je i proračuna protoka osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola, čime se dolazi da značajne informacije o gubicima strujne energije fluida u radnom kolu turbomašine.

Na kraju rada dat je zaključak, a u prilogu rada prikazane su tabele osrednjenih vrednosti strujnih parametara u odgovarajućim presecima u radnom kolu. Prikazani su rezultati osrednjavanja po kružnoj koordinati, kako je definisano u poglavlju 4, a ovako dobijeni rezultati su kasnije korišćeni u poglavlju 5.

Ključne reči: Osrednjeno osnosimetrično strujanje, hidraulične turbomašine, niskopritisni ventilatori, meridijanske strujnice.

Naučna oblast: Teorijska i primenjena mehanika fluida

Uža naučna oblast: Hidrauličke turbomašine i niskopritisni ventilatori

UDK: 621.6

PHD THESIS TITLE:

DETERMINATION OF AVERAGED AXISYMMETRIC FLOW IN HYDRAULIC TURBOMACHINERY RUNNER

Abstract

The first chapter of the paper is introductory unfolding, where the task of hydrodynamic calculation is presented, as well as the schema of flow in the flow-through part of turbomachine. It also outlines an overview of recent results in this field, limited to the most significant results, as well as those who have paved the way to some new methods of study and recalculation of the hydraulic turbomachinery and low pressure fans.

The main task of the turbomachinery hydrodynamic calculation (the design of flow components that provide the required operated parameters, and at the same time achieving its maximum energy efficiency), is a very complex task which requires a unified application of theoretical and experimental research results.

In order to achieve practically applicable methodology for the turbomachinery calculation, the simplification of the fluid flow and fluid characteristics is performed: physical flow is simplified as two-dimensional, in some cases even one-dimensional flow, the turbomachinery operates in a steady operating regime, when the flow can be considered invariant with time, and the fluid in hydraulic turbomachinery and low pressure fans can be regarded as incompressible. The basic assumption is that the flow in turbomachinery runners and its stationary parts are axisymmetric, although realistically it is not the case. Also, in the introductory chapter, the basics of determining the shape of the hydraulic turbomachinery blades are represented. At the end of this chapter, the application, development and significance of the numerical simulation of fluid flow regarding turbomachinery design and testing, with emphasis on the most significant achievements in this field and its application to the turbomachinery performance, is showed.

In the second chapter of the doctoral thesis a brief overview of the methodology of numerical simulation of flow, turbulence modeling and application a possibility of CFD (Computational Fluid Dynamics) methods to flow in turbomachinery is given. Especially the numerical simulation of flow in hydraulic turbomachinery and low pressure fans runners, but also in the fixed vane and vaneless stationary parts of turbomachinery, is considered. Due to the simple application, but also the required computing resources for the purpose of

numerical flow simulation, the focus was on solving the Reynolds-averaged equations (i.e. RANS equations). The basic equations of fluid flow (partial differential equation) are given, which are, in the process of the temporal and spatial discretization, transformed into a system of algebraic equations, suitable for numerical implementation. The system of equations is closed by using any of the existing models of turbulent flow (i.e. turbulence models), what was also discussed in this chapter. In the last part of this chapter the principles of numerical solving of fluid flow are given (beginning with discretization, difference schemes, the generation of the computational grid, and ending with the convergence criterion of the obtained solution).

Examples of numerical simulations obtained by using commercial software Ansys Flow Dynamics, which consists of turbomachinery module and validation of numerical models, are the subjects of the third chapter. The examples of numerical simulations of different turbomachines are presented, in following order:

- I) low pressure reversible axial flow fan with plane runner blades,
- II) axial-flow propeller pump and
- III) centrifugal pump.

For all cases, the physical model is first presented, and then a numerical model is created, while the results of numerical simulations are given as the display of operating parameters obtained for a defined number of revolutions. The operated parameters of each presented turbo machine obtained by numerical simulations of the flow in the range of operating flow rate, compared with the operating characteristics obtained by experimental tests of appropriate machines under laboratory conditions, therefore performing the validation of the model. When it comes to turbomachinery, with respect to their practical application, it can be considered that the model validation is performed if the relative error of operating parameters in all current regimes does not exceed 5%. The flow parameters in different discrete points of the turbomachinery runner, i.e. in different cross-sections of the runner (position, pressure, and velocity) of all presented examples, which are used for the purpose of averaging, were presented in the form of tables given in the Appendix of this dissertation.

The fourth chapter deals with the determination of averaged axisymmetric flow surface according to the results obtained by numerical simulation of flow in hydraulic turbines and low pressure fans. The real flow in the profile cascades of hydraulic turbomachinery and fans is not axially symmetric, and the can be reduced to axisymmetric flow fictively, if the flow parameters in the blade channels are averaged according to a circular coordinate. Values of

flow parameters at discrete points of the considered flow field are obtained by numerical simulations. According to the results of numerical simulations of flow in turbomachinery runner, it is possible to determine the averaged flow parameters according to the circular coordinate, and then to determine the averaged axisymmetric flow surfaces. The methodology of averaging flow parameters according to the circular coordinate and obtained equations are presented in this chapter.

The results of determining the meridional flow streamlines of the averaged fluid flow using the integral equations of continuity, for the cases presented in the chapter 3, are presented in the fifth chapter. Guided by the theory and the equations given in section 4, the results of determination of averaged streamlines in hydraulic turbomachinery and low pressure fans runner, respectively averaged axisymmetric flow surface. In addition, the specific works of elementary stages on averaged axisymmetric flow surfaces in the turbomachinery runner are determined, as well as torque and power of the runner. Finally, the calculation of flow rates of the averaged mechanical flow energy through axisymmetric flow control surfaces, at the entrance and exit of the work area of the runner, is performed, leading to the significant information on the fluid energy losses in the turbomachinery runner.

At the end of the dissertation the Conclusion is presented, and in the Appendix tables the averaged values of flow parameters in the corresponding sections of the turbomachinery runners are presented. The results of averaging according to the circular coordinate, as defined in section 4, are presented, and these results are used in section 5.

Keywords: Averaged axisymmetric flow, hydraulic turbomachine, low pressure fan, meridional, streamlines.

Scientific field: Theoretical and Applied fluid mechanics

Special topics: Hydraulic turbomachines and low pressure fans

UDC Class number: 621.6

SADRŽAJ

1.. UVODNA RAZMATRANJA.....	1
1.1. ZADATAK HIDRODINAMIČKOG PRORAČUNA I ŠEMATIZACIJA STRUJANJA U PROTOČNOM DELU TURBOMAŠINE SA OSVRTOM NA PREGLED DOSADAŠNJIH REZULTATA	1
1.2. RAVANSKE REŠETKE PROFILA.....	10
1.3. OSNOVE ODREĐIVANJA OBLIKA LOPATICA OBRTNIH (RADNIH) KOLA HIDRAULIČKIH TURBOMAŠINA I NISKOPRITISNIH VENTILATORA	13
1.3.1. Izbor osnosimetričnih strujnih površina S_m	14
1.3.2. Određivanje jediničnih radova kola elementarnih stupnjeva	20
1.3.3. Određivanje uglova profila lopatica elementarnih stupnjeva obrtnog kola na ulazu (β_{1l}) i izlazu (β_{2l}) iz lopatičnog prostora	24
1.4. PRIMENA, RAZVOJ I ZNAČAJ NUMERIČKIH SIMULACIJA STRUJANJA FLUIDA U PROJEKTOVANJU I ISPITIVANJU TURBOMAŠINA	31
2. NUMERIČKO ODREĐIVANJE STRUJNIH PARAMETARA U LOPATIČNIM SISTEMIMA HIDRAULIČKIH TURBOMAŠINA.....	36
2.1. MODELIRANJE TURBULENCIJE.....	37
2.1.1. Direktne numeričke simulacije (DNS)	39
2.1.2. Simulacije velikih vrtloga (LES).....	40
2.1.3. Rešavanje osrednjenih Reynolds-ovih jednačina (RANS)	41
2.2. OSNOVNE JEDNAČINE STRUJANJA FLUIDA.....	43
2.2.1. Zakon održanja (konzervacije).....	43
2.2.2. Jednačina kontinuiteta.....	46
2.2.3. Navier-Stokes-ove jednačine.....	47
2.2.4. Reynoldsova dekompozicija i osrednjene jednačine strujanja fluida.....	49
2.2.5. Turbulentni modeli.....	51
2.3. PRINCIPI NUMERIČKOG REŠAVANJA STRUJANJA FLUIDA	57

2.3.1. Diskretizacija	58
2.3.2. Diferentne šeme	61
2.3.3. Generisanje računске mreže.....	63
2.3.3. Konvergencija rešenja.....	65
3. PRIMERI NUMERIČKIH SIMULACIJA I VALIDACIJA SIMULACIONOG MODELA	68
3.1. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE NISKOPRITISNOG OSNOG REVERZIBILNOG VENTILATORA SA NEPROFILISANIM LOPATICAMA RADNOG KOLA	69
3.1.1. Fizički model aksijalnog ventilatora	69
3.1.2. Kreiranje numeričkog modela aksijalnog ventilatora	71
3.1.3. Rezultati numeričkih simulacija aksijalnog ventilatora – određivanje radne krive.....	73
3.2. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE AKSIJALNE PROPELERNE PUMPE.....	74
3.2.1. Fizički model pumpe.....	74
3.2.2. Kreiranje numeričkog modela aksijalne propelerne pumpe.....	79
3.2.3. Rezultati numeričkih simulacija pumpe – određivanje radne krive	81
3.3. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE CENTRIFUGALNE PUMPE.....	83
3.3.1. Fizički model centrifugalne pumpe.....	83
3.3.2. Kreiranje numeričkog modela centrifugalne pumpe.....	86
3.3.2. Rezultati numeričkih simulacija centrifugalne pumpe – određivanje radne krive.....	87
4. ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA PREMA REZULTATIMA DOBIJENIM NUMERIČKOM SIMULACIJOM STRUJANJA U HUDRAULIČKIM TURBOMAŠINAMA I NISKOPRITISNIM VENTILATORIMA.....	89
4.1. UVOD	89
4.2. OSREDNJAVANJE STRUJNIH PARAMETARA PO KRUŽNOJ KOORDINATI	90
4.3. PO KRUŽNOJ KOORDINATI OSREDNJENE FUNKCIJE $gradf$, $div\vec{v}$ I $rot\vec{v}$	95
4.4. OSREDNJENE JEDNAČINE STRUJANJA	101

4.4.1. Osrednjena jednačina kontinuiteta	101
4.4.1.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta.....	104
4.4.2. Osrednjena jednačina strujanja.....	108
4.4.2.1. Elementarni jedinični radovi obrtnog (radnog) kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama.....	112
4.4.2.2. Određivanje momenta obrtnog kola i jediničnog rada kola prema osrednjenim brzinama u kontrolnim protočnim presecima na ulazu (1-1) i izlazu (2-2) iz radnog prostora obrtnog kola.....	115
4.4.2.3. Protok osrednjene mehaničke energije relativnog strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola. Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u radnom prostoru obrtnog kola	117
4.4.2.4. Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u nepokretnim elementima razmatrane turbomašine.....	118
4.4.2.5. Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u turbomašinama. Relativni gubici mehaničke strujne energije i hidraulički stepeni korisnosti.....	119
4.5. OSNOVNA JEDNAČINA OSREDNJENOG OSNOSIMETRIČNOG STRUJANJA U LOPATIČNOM PROSTORU OBRTNOG KOLA HIDRAULIČNE TURBOMAŠINE.....	121
4.6. ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STUJNIH POVRŠINA U OBRTNOM KOLU TURBOMAŠINA, KORIŠĆENJEM DIFERENCIJALNE JEDNAČINE KONTINUITETA I OSNOVNE DIFERENCIJALNE JEDNAČINE OSREDNJENOG STRUJANJA	129
4.6.1. Određivanje osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina u lopatičnom prostoru obrtnog kola, korišćenjem diferencijalne jednačine kontinuiteta i osnovne diferencijalne jednačine osrednjenog strujanja.....	129
4.6.1.1. Formiranje diferencijalne jednačine za određivanje rasporeda osrednjenih brzina strujanja po izabranim meridijanskim protočnim linijama u lopatičnom prostoru obrtnog kola	130

4.6.2. Formiranje diferencijalne jednačine za određivanje rasporeda osrednjenih brzina strujanja po izabranim meridijanskim protočnim linijama u bezlopatičnom prostoru obrnog kola.....	137
4.6.3. Iterativni postupak određivanja meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja u obrtnom kolu turbomašine. Algoritmi proračuna	139
5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA PUMPI I VENTILATORA	145
5.1. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENJIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA NISKOPRITISNIH OSNIH VENTILATORA	146
5.1.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta	146
5.1.2. Jedinični radovi elementarnih stupnjeva osnovog reverzibilnog ventilatora.....	152
5.1.3. Moment i snaga kola.....	154
5.1.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola.....	155
5.2. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENJIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA AKSIJALNE PROPELERNE PUMPE.....	157
5.2.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta.....	157
5.2.2.1. Korekcija osrednjenih strujnih površina, odnosno osrednjenih meridijanskih strujnica	161
5.2.2. Elementarni jedinični radovi obrtnog kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama propelerne pumpe.....	165
5.2.3. Moment i snaga kola	168
5.2.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola aksijalne pumpe	169

5.3. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA RADIJALNE PUMPE.....	171
5.3.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja u radnom kolu centrifugalne pumpe korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta.....	171
5.3.2. Elementarni jedinični radovi obrtnog kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama centrifugalne pumpe.....	175
5.3.3. Moment i snaga kola.....	177
5.2.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola centrifugalne pumpe.....	178
6. ZAKLJUČAK.....	180
7. PRILOG.....	185
7.1. PRIMER I - NISKOPRITISNI OSNI REVERZIBILNI VENTILATOR SA NEPROFILISANIM LOPATICAMA RADNOG KOLA.....	186
7.1.1. Osrednjeni radni parametri u tačkama razmatranih preseka.....	186
7.2. PRIMER II – AKSIJALNA PROPELерна PUMPA.....	226
7.2.1. Osrednjeni radni parametri u tačkama razmatranih preseka.....	226
7.3. PRIMER III – CENTRIFUGALNA PUMPA.....	243
7.3.1. Osrednjeni radni parametri u tačkama razmatranih preseka.....	243
LITERATURA.....	256
BIOGRAFIJA AUTORA.....	264
IZJAVE AUTORA	
IZVEŠTAJ KOMISIJE	

OZNAKE

- A – površina,
 b – širina, dužina [m],
 C_i – konstante turbulentnih modela,
 \bar{c} – apsolutna brzina [m/s],
 c_u – obimska komponenta apsolutne brzine [m/s],
 c_m – meridijanska componenta apsolutne brzine [m/s],
 D – prečnik [m],
 $\vec{e}_i^o, i=1,2,3$ – ortovi generalisanog koordinatnog sistema,
 e_r – Bernoulli-jev integral za relativno strujanje [J/kg],
 e – Bernoulli-jev integral za apsolutno strujanje [J/kg],
 Δe_g – jedinični (po masi) gubitak mehaničke strujne energije [J/kg],
 $(\dot{E})_A$ – protok mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz kontrolnu protočnu površinu A , [J/s],
 f – proizvoljna funkcija,
 \bar{f} – osrednjena funkcija po vremenu
 f' – vremenska fluktuacija proizvoljne promenljive f ,
 \tilde{f} – osrednjena funkcija po kružnoj koordinati,
 f^* – razlika vrednosti promenljive f i njene osrednjene vrednosti po kružnoj koordinati, $f^* = f - \bar{f}$,
 \vec{F} – sila [N],
 g – gravitaciona konstanta $g=9,81 \text{ m/s}^2$,
 H – napor turbomašine [m], $H = Y / g$,
 i, j – indeksi promenljivih veličina,
 $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – ortovi Dekartovog pravouglog koordinatnog sistema,
 k – koeficijent smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatica,
 $k = \Delta\varphi / \tau$
 $L_i, i=1,2,3$ – Lamé-ovi koeficijenti,
 \dot{m} – maseni protok [kg/s], $\dot{m} = \rho Q$,
 Ma – Mahov broj,
 M_k – obrtni moment kola turbomašine [Nm],
 n – broj obrtaja [s^{-1}]
 \vec{n} – jedinični vektor normalan na površinu,
 n_q – specifični broj obrtaja,
 $n_q = nQ^{1/2} / H^{3/4}$
 N – snaga turbomašine [W],
 p – strujni (statički) pritisak [Pa],
 p_{tot} – totalni pritisak [Pa],
 Δp – porast pritiska u turbomašini [Pa],
 $\Delta p = \rho \cdot Y$,

Q – zapreminski protok [m^3/s],
 $q_i, i=1,2,3$ – generalisane koordinate,
 r, R – poluprečnik [m],
 koordinata cilindričnog
 koordinatnog sistema (r, φ, z) ,
 Re – Reynolds-ov broj,
 $\vec{r}^o, \vec{u}^o, \vec{z}^o$ – ortovi cilindričnog
 koordinatnog sistema,
 S – strujnica, strujna površina, površinski
 napon [N/m^2],
 S_ϕ – izvorni član,
 t – korak rešetke profila [m], temperatura
 [$^\circ\text{C}$], vreme [s],
 T – temperatura [K],
 u, U – brzina [m/s],
 \vec{u} – obimska brzina [m/s], $\vec{u} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$,
 V – zapremina [m^3],
 \bar{w} – relativna brzina [m/s],
 w_u – obimska komponenta relativne
 brzine [m/s],
 w_m – meridijanska componenta relativne
 brzine [m/s],
 x, y, z – koordinate Dekartovog
 pravouglog koordinatnog sistema,
 y^+ – bezdimenzijsko rastojanje od zida do
 prvog mrežnog čvora,
 Y_k – jedinični rad kola turbomašine [J/kg],
 y_k – jedinični rad elementarnog stupnja
 turbomašine [J/kg],
 Y – jedinični rad turbomašine [J/kg],
 z_l – broj lopatica,

z – koordinata cilindričnog koordinatnog
 sistema (r, φ, z) ,
 α – ugao apsolutne struje [$^\circ$],
 β – ugao relativne struje [$^\circ$],
 β_L – lopatični ugao relativne struje [$^\circ$],
 β_t – ugao (profilne) rešetke [$^\circ$],
 γ – ugao [$^\circ$],
 δ – ugao [$^\circ$],
 debljina lopatičnog profila [mm],
 ν – kinematička viskoznost [m^2/s],
 ν_t – turbulentna kinematička viskoznost,
 $\nu_t = \mu_t / \rho$
 Γ_ϕ – transportni koeficijent,
 ε – koeficijent zanošenja struje, odnos
 osrednjenih gubitaka mehaničke
 energije struje fluida i jediničnog rada
 kola turbomašine,
 disipacija,
 η – ukupni stepen korisnosti turbomašine
 [-] ili [%],
 η_h – hidraulički stepen korisnosti
 turbomašine [-] ili [%],
 κ – eksponent izentropie,
 μ – koeficijent dinamičke viskoznosti
 [Ns/m^2], $\mu = \rho \cdot \nu$,
 ϕ – potencijal brzine, koordinata
 cilindričnog koordinatnog sistema
 (r, φ, z) ,

Φ_m – funkcija potencijala meridijanske

brzine, $\vec{c}_m = grad\Phi_m$,

ϕ, Φ – promenljiva veličina,

Π – stepen sabijanja gasa u ventilatorima,

$$\Pi = p_{II} / p_I$$

ρ – gustina fluida [kg/m^3],

σ_i – konstante turbulentnih modela,

σ_R – stepen skretljivosti rešetke profila,

τ – ugaoni korak lopatice [$^\circ$],

tangencijalni napon [N/m^2],

ψ – strujna funkcija,

ψ_m – strujnica u meridijanskoj ravni,

ω – ugaona brzina [rad/s],

ξ_y – koeficijent uzgona.

1. UVODNA RAZMATRANJA

1.1. ZADATAK HIDRODINAMIČKOG PRORAČUNA I ŠEMATIZACIJA STRUJANJA U PROTOČNOM DELU TURBOMAŠINE SA OSVRTOM NA PREGLED DOSADAŠNJIH REZULTATA

Osnovni zadatak hidrodinamičkog proračuna turbomašina je projektovanje protočnih delova koji će obezbediti potrebne radne karakteristike mašine, i pri tom ostvariti njen maksimalni stepen korisnosti. Zbog složenosti prostornog strujanja u radnom prostoru turbomašina, ovaj zadatak je i danas veoma kompleksan, a njegovo rešavanje je nemoguće bez spoja teorijskog i eksperimentalnog istraživanja radnog procesa u turbomašinama. Za dobijanje visokih energetske pokazatelja naročito je važno izučiti gubitke energije u različitim elementima protočnog trakta, sa ciljem otkrivanja uticajnih faktora, koji određuju veličinu gubitaka i karakter njihove promene u zavisnosti od režima rada turbomašine. Gubici energije, a takođe i kavitacione karakteristike, nerazdvojivo su povezani sa rasporedom brzina u elementima protočnog trakta.

Metode hidrodinamičkog proračuna koriste se, kako za teorijska izučavanja radnog procesa, tako i za profilisanje elemenata protočnog trakta turbomašine.

Od svih delova protočnog trakta turbomašine, najviše pažnje poklonjeno je usavršavanju metoda proračuna strujanja u lopatičnim sistemima, što proizilazi iz odlučujućeg uticaja lopatičnih rešetaka (u prvom redu radnog kola) u radnom procesu turbomašine.

Hidrodinamička teorija lopatičnih rešetaka turbomašina se bavi rešavanjem dva zadatka:

1. direktnog, kada se za zadatu rešetku profila određuje strujanje pri raznim uslovima dotoka struje rešetki, i
2. indirektnog, kada se za zadate uslove strujanja određuju geometrijski parametri profilne rešetke.

Rezultati rešavanja direktnog zadatka strujanja nestišljivog fluida, kao i eksperimentalno dobijeni podaci (npr. rezultati Weinig-a¹ [93], Voznesenskog-Pekina² [91] itd.) se danas uobičajeno koriste pri projekovanju turbomašina, odnosno pri rešavanju indirektnog zadatka hidrodinamičke teorije lopatičnih rešetaka. Indirektni zadatak nosi sa sobom velike izazove, pre svega vezane za nepoznavanje uslova strujanja u samoj rešetki (npr. rasporeda brzina i pritisaka po konturi profila), ali i izazove koji se odnose na praktičnu primenu dobijenih lopatičnih rešetaka, kako sa stanovišta čvrstoće projektovanih lopatica, tako i sa stanovišta tehnologije njihove izrade. Zbog toga je rešavanje indirektnog zadatka nezamislivo bez korišćenja dodatnih empirijskih podataka.

Strujanje u turbomašinama je, u opštem slučaju, izrazito kompleksno, s obzirom da je *prostorno, nestacionarno i turbulentno*, dok je radni fluid *stišljiv* i *viskozan*. Matematički model koji bi opisivao ovakva strujanja bio bi veoma složen i praktično neupotrebljiv, tako da je neophodno uprostiti ga. To se postiže modelima strujanja, odnosno šematizacijom strujanja, koju prati primena empirijskih podataka. Što je šematizovano strujanje realnije, to je potrebno manje dodatnih empirijskih podataka [2, 53, 54, 66].

Proračun strujanja u hidrauličnim turbomašinama se po pravilu vrši po *modelu nestišljivog fluida*, zbog zanemarljive stišljivosti radnog fluida, tj. vode ($\rho = \text{const.}$). Takođe se i kod niskopritisnih i srednjepritisnih ventilatora stišljivost gasa (vazduha) može zanemariti, s obzirom da se gustina vazduha menja do 1%, odnosno 2% respektivno. Model nestišljivog fluida je opisan jednačinom strujanja (momentnom jednačinom) i jednačinom kontinuiteta.

Teorijska istraživanja kinematičkih karakteristika strujanja u turbomašinama najčešće se vrše po *modelu strujnja neviskoznog fluida*, odnosno realni fluid se zamenjuje pretpostavkom o neviskoznom, odnosno idealnom fluidu. Nedostatak ovog modela je nemogućnost određivanja gubitaka strujne energije u protočnim delovima turbomašine. Bez ocene uticaja trenja, odnosno otpora strujanja, nije moguće odrediti ni stepen korisnosti mašine, što se postiže naknadnim proračunom gubitaka usled trenja. Praktična opravdanost ovog modela polazi od činjenice da je strujnje u turbomašinama turbulentno, sa velikim vrednostima Rejnoldsovog broja, tako da se kinematičke karakteristike vremenski osrednjenog turbulentnog strujnja u dovoljnoj meri podudaraju sa kinematičkim karakteristikama strujanja dobijenim po modelu strujanja neviskoznog fluida. Zbog postojanja graničnog sloja male debljine strujanje se može podeliti na strujanje viskozno

¹ Proračun strujanja kroz prave ravanske rešetke tankih kružnolučnih profila različitih gustina.

² Proračun strujanja kroz prave ravanske rešetke profila sa kružnolučnim skeletnicama, uzimajući u obzir i debljinu profila.

fluida u tankom graničnom sloju i strujanje neviskoznog fluida izvan graničnog sloja. U ovom modelu uticaj viskoznosti u graničnom sloju male debljine (strujanja bez odlepljivanja graničnog sloja, tj. sa bezudarnim dotokom) se uzima u obzir pomoću tzv. cirkulacionih modela.

Nestacionarnost strujanja u turbomašinama se pri projektovanju zanemaruje, i smatra se da je u toku rada strujanje ustaljeno.

Turbulentno strujanje u turbomašinama može se posmatrati preko osrednjenih i fluktuirajućih članova strujnih parametara (korišćenjem Reynolds-ove teoreme osrednjavanja strujnih parametara), što je naročito važno kod trodimenzijskih metoda proračuna.

Problem prostornog strujnja je uslovio razvoj sledećih osnovnih tipova teorijskih metoda za proračun strujnja u turbomašinama:

- jenodimenzijskih
- dvodimenzijskih i
- trodimenzijskih i kvazitrodimenzijskih metoda.

Najprostiji model zasniva se na primeni metode jednodimenzijske teorije strujanja.

U osnovi ove metode su sledeće pretpostavke:

1. strujanje fluida je po poznatim osnosimetričnim površinama, čija se osa simetrije podudara sa osom turbomašine;
2. strujanje na svakoj osnosimetričnoj površini posmatra se izolovano, bez uzimanja u obzir međusobnog uticaja strujanja na osnosimetričnim površinama;
3. strujni parametri se menjaju po kružnoj koordinati, tj. posmatraju se po kružnoj koordinati osrednjeni parametri (čime se realna lopatična rešetka zamenjuje fiktivnom rešetkom sa beskonačnim brojem tankih lopatica).

Svi strujni parametri (pritisci, brzine i, kod stišljivih fluida, gustine) zavise samo od jedne koordinate, npr. generalisane koordinate q_1 (generalisanog koordinatnog sistema (q_1, q_2, q_3)), koja se poklapa sa meridijanskom strujnicom³. Tada važi da je:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial q_2} = \frac{\partial \bar{c}}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial q_2} = \frac{\partial p}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial q_2} = \frac{\partial \rho}{\partial q_3} = 0.$$

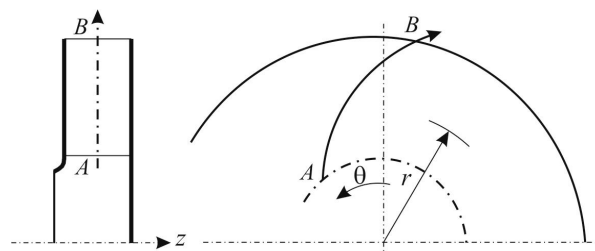
Dalje se strujni parametri mogu osrednjavati po širini protočnih preseka, čime se dobija još uprošćeniji model po kojem se posmatra strujanje duž srednje meridijanske strujnice, od jednog do drugog kontrolnog preseka.

³ Meridijanska strujnica se dobija u preseku osnosimetrične strujne površine i meridijanske ravni (tj. ravni koja prolazi kroz osu obrtanja).

Primer ovakvog strujanja u polarno-cilindričnom koordinatnom sistemu je prikazano na sl.1.1, kod koga se strujni parametri menjaju samo sa radijusom r , a ne zavise ni od ugla rotacije θ , ni od podužne koordinate z [53, 90].

Strujnica AB je reprezent celog strujnog polja i ona se pomeranjem duž ose z ili zaokretanjem za ugao θ dovodi u položaj bilo koje strujnice u polju.

Primena metode jednodimenzijske teorije omogućava određivanje samo približnih parametara turbomašine, pri čemu često proračunski režim dosta odstupa od optimalnog režima (tj. režima maksimalnog stepena korisnosti).



Sl.1.1. 1D strujanje u radnom kolu

Ova metoda praktično ne daje mogućnost ocene očekivanih energetskih parametara (i kavitacijskih pokazatelja) radnog kola i ne omogućava dobijanje smernica za konstruisanje lopatičnih sistema.

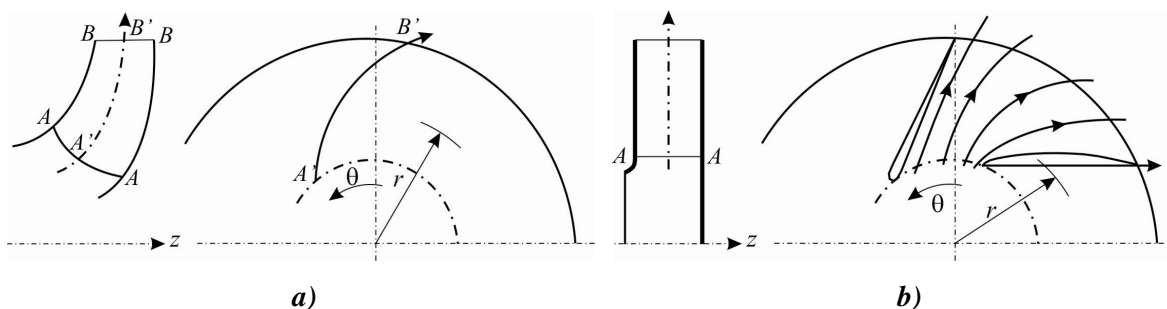
Za konstrukciju lopatičnih rešetaka neophodno je korišćenje dopunskih empirijskih zavisnosti dobijenih brojnim eksperimentalnim istraživanjima, da bi se konačna konstrukcija radnog kola turbomašine dobila završnim korekcijama u procesu takozvanog eksperimentalnog doterivanja.

Znatno realniju sliku strujanja od one koju daje jednodimenzijski model strujanja daje rešenje dvodimenzijskih zadataka hidrodinamike turbomašina, u čijoj je osnovi zadatak osnosimetričnog strujanja i zadatak opstrujavanja dvodimenzijskih rešetaka profila. U zadatku osnosimetričnog strujanja ne uzima se u obzir neravnomernost strujanja po kružnoj koordinati, što dovodi, kao i kod jednodimenzijske teorije, do primene šeme beskonačnog broja beskonačno tankih lopatica. Međutim, za razliku od jednodimenzijske teorije, pri rešavanju se koriste opšte jednačine hidrodinamike idealne tečnosti razmatranog dvodimenzijskog strujanja, u kojim parametri strujanja zavise od dve koordinate u meridijanskoj ravni.

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial q_3} = 0.$$

Na sl.1.2.a, prikazano je dvodimenzisko strujanje kod kojeg, u polarno-cilindričnom koordinatnom sistemu, važi: $\bar{c} = \bar{c}(r, z)$, $\partial \bar{c} / \partial \theta = 0$, tj. strujanje je nezavisno od ugla θ . Sve strujnice iz bilo koje tačke kruga nastalog rotacijom tačke A' oko ose z se međusobno podudaraju i leže na osnosimetričnoj strujnoj površini određenoj konturom $A'B'$.

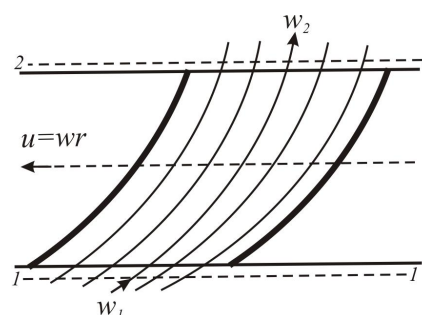
Na sl.1.2.b promena strujnih parametara određene su uglom rotacije θ i potegom r , tako da u ovom slučaju važe izrazi: $\vec{c} = \vec{c}(r, \theta)$, $\partial \vec{c} / \partial z = 0$ (strijanje u radnom kolu ne zavisi od koordinate z).



Sl.1.2. 2D strujanje u radijalnom radnom kolu

U teoriji aksijalnih turbomašina uglavnom se koristi šematizacija strujanja po kojoj su strujne površine cilindrične, tako da se prostorno strujanje svodi na dvodimenzijски problem strujanja kroz prave ravanske rešetke profila.

Dakle, prema dvodimenzijскоj teoriji strujanja proučavaju se strujanja kroz lopatične sisteme turbomašina, koji se svode na kružne i prave ravanske profilne rešetke.



Sl.1.3. 2D strujanje u osnom

Pretpostavke koje predstavljaju osnov dvodimenzijске teorije strujanja u lopatičnim rešetkama su:

- strujne površine su osnosimetrične i poznate,
- strujanje na svakoj strujnoj površini se posmatra izolovano.

Za rešavanje strujanja na osnosimetričnim strujnim površinama, kako unutar obrtnog kola, tako i izvan njega, najčešće se koriste sledeće metode:

- konformnog preslikavanja,
- singulariteta,
- krivine strujnice,
- konačnih razlika,
- konačnih elemenata.

Praktičnu primenu u projektovanju turbomašina u osnovi je našla metoda rešavanja indirektnog zadatka osnosimetričnog strujanja razvijena od Bauersfelda [4,5] i Voznesenskog [91], koja se koristi za profilisanje lopatičnih rešetaka osno-radijalnih turbomašina. Suštinska

preimućstva ovih metoda, u poređenju sa jednodimenzijском teorijom je to što omogućavaju povezivanje preseka lopatica saglasno sa izabranim karakterom meridijanskog strujanja. Istovremeno šema beskonačnog broja tankih lopatica ne dozvoljava rešenje pitanja o raspodeli brzina i pritiska na lopaticama, a saglasno ovome, nemoguće je oceniti gubitke energije i očekivane kavitacione pokazatelje. I pored ovoga, u okviru ove šeme, uticaj konačnog broja lopaticе može biti uzet u obzir samo približno, korišćenjem empirijskih relacija, pa zbog ovoga, kao po pravilu dolazi do razlike između proračunskih i realnih uslova strujanja, što za posledicu ima lošije pokazatelje turbomašine u proračunskom režimu.

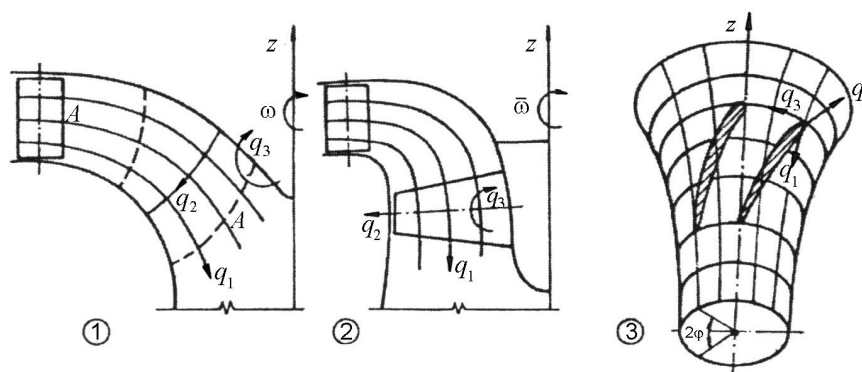
U teoriji aksijalnih turbomašina, šematizacija strujanja po cilindričnim površinama omogućila je da se pri projektovanju i istraživanju osnih turbomašina koristi razvijeni aparat hidrodinamičke teorije pravih ravanskih rešetaka profila. U praksi projektovanja najširu primenu su dobile metode Lesohina⁴ [56] i Voznesenskog-Pekina [91] za rešavanje indirektnog zadatka, a takođe i metode za rešavanje direktnog zadatka, zasnovane na konformnom preslikavanju rešetke profila na spoljašnjost rešetke krugova. Doprinos ovoj metodologiji dali su mnogi istraživači, među kojima Žukovski [50, 72], G. Stepanov [85], B. Bogdanović [7] i drugi. Primena teorije rešetaka pokazala se veoma plodotvornom za izučavanje uticaja geometrijskih parametara lopatičnih sistema na energetske i kavitacione pokazatelje radnog kola, a takođe i za proučavanje radnog procesa osnih turbomašina. Dobra strana metoda teorije pravih ravanskih rešetaka je u tome što omogućava određivanje rasporeda brzine i pritiska, a takođe i cirkulaciju brzine na profilu rešetke. Zahvaljujući ovome postoji mogućnost ocene kavitacionih karakteristika radnog kola još pri projektovanju, kao i mogućnost nalaženja profilnih gubitaka u rešetki (pomoću teorije graničnog sloja) i moguće načine za njihovo smanjenje. Istovremeno primena metoda teorije pravih ravanskih rešetaka ne obezbeđuje saglasnost realnog strujanja sa karakterom pretpostavljenog meridijanskog strujanja usvojenog pri profilisanju radnog kola. Naročito kod osnih turbomašina, strujne površine mogu značajno da odstupaju od cilindričnih, zbog čega očekivani pokazatelji radnog kola ne mogu biti ocenjeni dovoljno pouzdano.

Paralelno sa teorijskim istraživanjima razvijaju su se i brojna eksperimentalna istraživanja koja imaju za cilj određivanje uticaja viskoznosti fluida (odnosno graničnog sloja) pri prostornom strujanju u radnom prostoru turbomašina [65, 68, 71, 80, 81, 92, itd.].

Realna strujanja kroz turbomašine su prostorna (trodimenzijska) strujanja, kod kojih strujni parametri zavise od sve tri koordinate. Teškoće pri realizaciji zadatka trodimenzijskog

⁴ Metoda singulariteta koju je razvio A. F. Lesohin je jedna od najčešće upotrebljivanih metoda za projektovanje rešetki, kao i izučavanje strujanja oko njih.

strujanja, čak i za idealnu (neviskoznu) tečnost, dovele su do razrade približnih metoda proračuna prostornog strujanja, kojima se problem svodi na sveukupnost dva dvodimenzijaska strujanja. Kod proračuna prostornog strujanja u turbomašinama, a u cilju pojednostavljenja problema, gotovo redovno se zanemaruje uticaj trenja u prvom približenju. Treba imati u vidu da model neviskoznog fluida ne omogućava određivanje gubitka strujne energije u protočnim elementima turbomašine. Dalje se, radi lakšeg proračuna, prostorno strujanje razdvaja na dva dvodimenzijaska strujanja, kako je prikazano na sl.1.4, gde su generalisane koordinate tako izabrane da se q_1 poklapa sa meridijanskim strujnicama, q_2 su ortogonalne trajektorije tih strujnica, a q_3 je rotaciona koordinata.



Sl.1.4. Prostorno strujanje kroz turbinu: 1 – radijalno-osnu, 2 – osnu, 3 – strujna površina A-A.

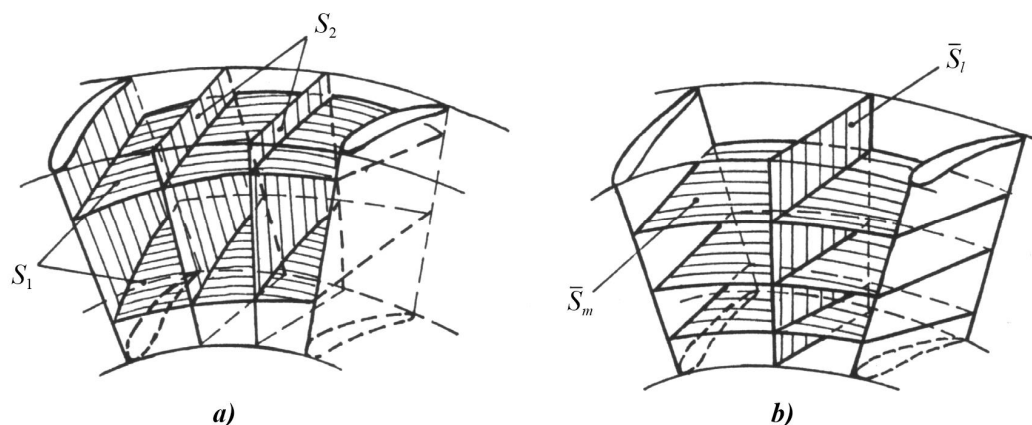
Ako se zanemari strujanje duž koordinata q_2 , koje je inače slabog intenziteta u odnosu na brzine duž koordinata q_1 i q_3 , tada se zadatak prostornog strujanja može razdvojiti na dva zadatka kojima se traže komponentana strujanja (sl.1.4). Prvo komponentno strujanje je meridijansko i leži u ravnima (q_1, q_2) , za $q_3 = \text{const}$. Dobijaju se osnosimetrične strujne površine zbog zanemarivanja komponente q_2 . Ipak zbog uticaja koordinata q_2 i q_3 , dvodimenzijasko strujanje po osnosimetričnim površinama nije osnosimetrično (već se brzine menjaju), i ostvaruje se u radijalno-osnim kolima u sloju promenljive, a u osnim kolima u sloju konstantne debljine, što se određuje u drugom delu zadatka.

Ovakvo prostorno strujanje je tzv. kvazitrodimenzijasko strujanje, i zadatak prostornog strujanja se obično rešava pomoću kvazitrodimenzijaskih metoda kao zbir dva dvodimenzijaska zadatka:

- 1) osrednjenog osnosimetričnog strujanja i
- 2) osnosimetrično strujanja u elementarnim stupnjevima (dvodimenzijasko strujanje kroz rešetku profila u sloju između dve bliske osnosimetrične strujne površine).

Kao dopunska pretpostavka pri modeliranju strujnja kroz rešetke turbomašina uvodi se pretpostavka o osnosimetričnosti strujnog prostora u lopatičnim kolima.

Wu Chung Hua je 50-ih godina 20. veka predložio da se posmatra strujanje u dvema familijama strujnih površina S_1 i S_2 (sl.1.5.a) [98, 99]. Površine S_2 (meridijanske ili tzv. hub-to-tip) u predelu međulopatičnog kanala menjaju se po obliku, a površine S_1 (blade-to-blade) nisu osnosimetrične, što znatno usložnjava praktično rešenje zadatka u ovoj postavci.



Sl.1.5. Strujne površine lopatičnog prostora turbomašine

U teoriji turbomašina najčešće se, po ideji Stepanova G. [85] iz 1962. godine, zadatak prostornog strujanja šematizuje kao kompleks dva osnovna dvodimenzijaska strujanja:

1. zadatak osrednjenog osnosimetričnog strujanja u protočnom delu
2. zadatak opstrujavanja dvodimenzijaskih rešetaka profila na osnosimetričnim strujnim površinama \bar{S}_m (sl.1.5.b) u sloju promenljive debljine.

Ovakva pretpostavka zadatka prostornog strujanja je približna, međutim omogućava suštinsko uprošćenje rešavanja zadatka. Zbog osne simetrije, pri rešavanju prvog zadatka, umesto familije različitih po obliku površina S_2 u međulopatičnom kanalu, uvodi se jedna strujna površina \bar{S}_1 osrednjenog strujanja po koraku u realnom lopatičnom sistemu. Pored ovoga, određujući pri rešenju ovog zadatka \bar{S}_m površine, koje su osnosimetrične, omogućeno je da se za rešenje drugog zadatka koristi razvijeni aparat teorije dvodimenzijaskih rešetaka profila.

U okviru razmatranog kompleksa, sastavljenog iz dva dvodimenzijaska zadatka, principijelno ne može biti nađeno odstupanje realnih strujnih površina od osnosimetričnih površina \bar{S}_m . Za ocenu ovog odstupanja može biti razmotren treći dvodimenzijaski zadatak – o strujanju tečnosti na površinama normalnim na familiju površina \bar{S}_m , kojim se bavio Viktorov G.V. 1975. godine [89]. Od samih početaka meridijanskog proračunavanja strujanja u turbomašinama tzv. *hub-to-tip* proračun (ili *meridional through flow calculation*)

predstavlja osnov procesa projektovanja turbomašina. Sa druge strane, osnova profilisanja lopatica turbomašina je u rešavanju zadatka *blade-to-blade*, odnosno indirektnog zadatka hidrodinamičke teorije lopatičnih rešetaka.

Većina numeričkih kodova zasnovanih na principu rešavanja meridijanskog strujanja koristi tzv. *streamline curvature method* (metod strujnice), koji su osmislili i praktično primenili L. H. Smith (1966.), R. A. Novak (1967.), H. Marsh (1968.) i J. D. Denton (1978.), a koji se zasniva na kvazi 3D teoriji koju je dao Wu (1952.) [99]. Metod je brz, pouzdan, lak za primenu i razumevanje, može se primeniti na višestupne turbomašine, uključuje empirijski date gubitke, odstupanja i raličite gustine rešetke (tzv. *blockage correlations*). Metod strujnice se koristi za rešavanje jednačina meridijanskog strujanja, koristeći teoriju radijalne jednakosti (tj. uslov da je radijalna komponenta apsolutne brzine bliska nuli, $c_r \approx 0$). Tada se dobija da je $c_m = c_z$, a jednačinama strujanja direktno se definišu meridijanske strujnice u radnom prostoru turbomašine. Na ovaj način omogućava se pregled strujanja po osnosimetričnim površinama (*blade-to-blade*), odnosno opstrujavanje rešetke profila elementarnih stupnjeva i strujanja u protočnom delu (*hub-to-tip*). Osnovni nedostatak ove metode je u tome što ne može opisati povratna (sekundarna) strujanja u meridijanskim ravnima. Danas se odvajanje struje i povratno strujanje fluida u radnim kolima turbomašina mnogo tačnije rešava pomoću 3D numeričkih simulacija strujanja viskoznog fluida. Takođe se, sa povećanjem gustine diskretizacije mreže, naglo povećava i vreme izračunavanja iteracija, zahvaljujući zahtevima numeričke stabilnosti metode strujnice [96]. S obzirom da na savremenim PC računarima to vreme izračunavanja iznosi par sekundi, u tehničkoj praksi ovaj nedostatak postaje relativno nebitan.

Veliki doprinos u oblasti korišćenja metode strujnice (u pristupu proračunavanja, kao i u razvijanju numeričkih kodova za proračunavanje strujanja u turbomašinama) dali su sledeći istraživači: Wilkinson D. H. [97], D. H. Frost [41], McBride M. W. [58], a u novije vreme Boyer K. M. (2001) [20], Simon (2007) [70], Casey M. i Robinson C. (2008) [26-28], kao i mnogi drugi.

1.2. RAVANSKE REŠETKE PROFILA

Kako je u predhodnom poglavlju bilo reči, kompleksno trodimenzionalno strujanje u turbomašinama može se analizirati preko dvodimenzijanskog osnosimetričnog strujnog prostora, koji nazivamo *ravanskom profilnom rešetkom*.

Kada se osnosimetrični strujni prostor, koji je kod osnih turbomašina predstavljen cilindričnim strujnim površinama, "raseče" po jednoj izvodnici i razmota u ravni dobija se prava ravanska rešetka profila (sl.1.6). Pravu ravansku rešetku sačinjava beskonačni niz profila postavljen ekvidistantno duž prave y , koja pretstavlja *osu rešetke*.

Rastojanje između podudarnih (korespondentnih) tačaka dva susedna profila naziva se *korakom rešetke*, t .

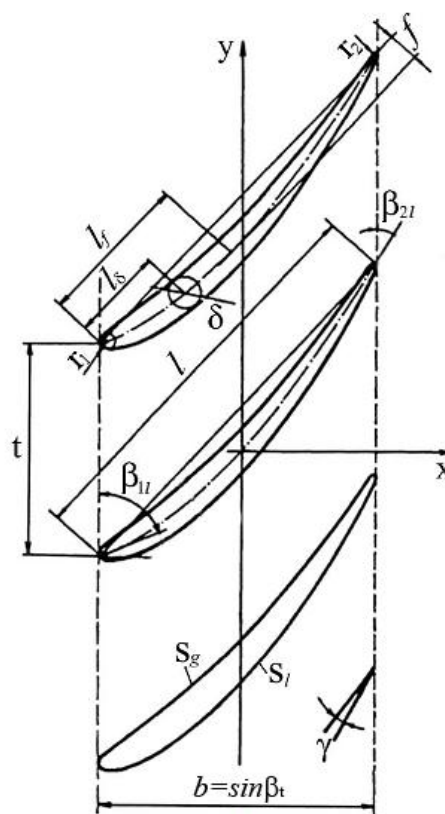
Srednja linija profila ili *skeletnica profila* predstavlja geometrijsko mesta centara krugova upisanih u profil. Skeletnica profila može biti prava linija i tada se govori o simetričnim profilima. Takođe skeletnica može biti i neka kriva linija (kružni luk ili bilo koja proizvoljna glatka kriva), a tada je profil asimetričan. Najveća debljina profila, δ , je prečnik najvećeg upisanog kruga u profilu.

Čelo profila je prednji deo profila glatko zaobljen radijusa r_1 , dok je rep profila zadnji deo profila koji se obično završava glatkim zaobljenjem radijusa r_2 , ali može takođe biti i šiljast, sa uglom klina γ .

U preseku skeletnice i čela profila definiše se *ulazna ivica profila*, dok se u preseku skeletnice i repa profila definiše *izlazna ivica profila*. Duž koja spaja ulaznu i izlaznu ivicu profila naziva se *tetivom profila*, l .

Najveće rastojanje od skeletnice do tetive profila je *iskrivljenost* ili *strela profila*, f .

Na profilu se zapažaju dve trane, *grudna strana profila* (s_g , često označena samo slovom



SL.1.6. Prava profilna rešetka

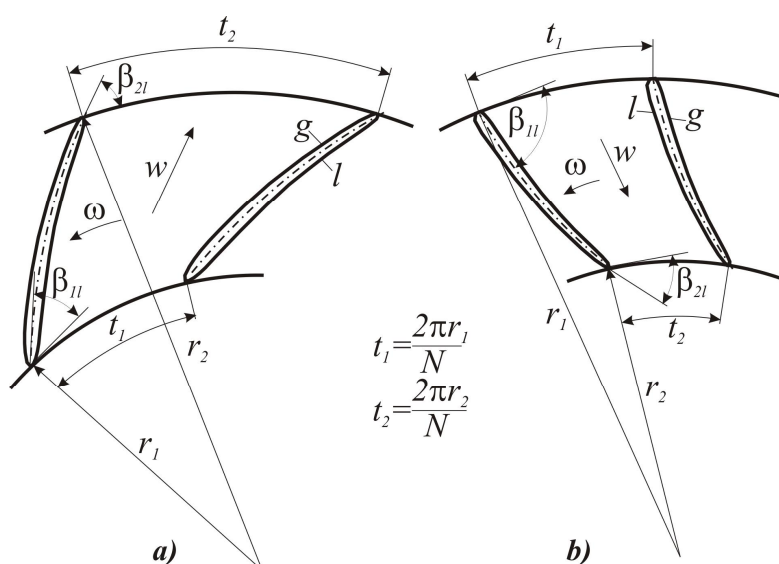
g), koja direktno izaziva skretanje struje fluida, i nasuprot njoj *leđna strana profila* (s_l , često označena samo slovom l).

Ugao nagiba tetive profila, β_t , je ugao tetive profila u odnosu na osu rešetke y .

Uglovi nagiba tangenti produžene skeletnice u ivičnim tačkama profila su uglovi nagiba profila na ulazu (β_{1l}) i izlazu iz rešetke (β_{2l}).

Položaj profila u rešetki je definisan korakom rešetke i uglom nagiba tetive profila.

Kod centrifugalnih turbomašina osnosimetrični strujni prostor se predstavlja u ravni pomoću kružnih profilnih rešetaka. Na sl.1.7. prikazane su kružne profilne rešetke pumpnog i turbinskog tipa.



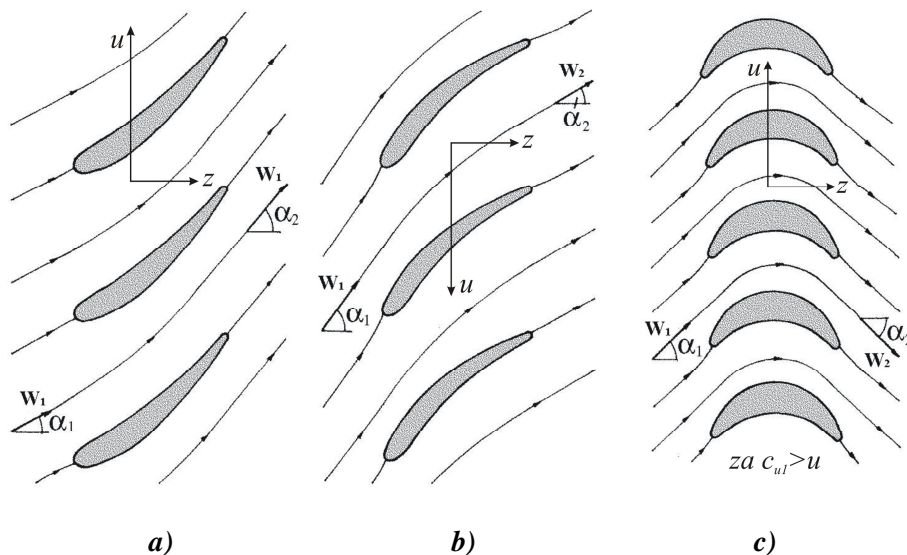
Sl.1.7. Kružne profilne rešetke: a) pumpnog tipa, b) turbinskog tipa.

Kružna rešetka se dobija sukcesivnim rotiranjem profila oko centralne tačke za ugao $2\pi/N$, pri čemu je N – broj profila u rešetki (odnosno broj lopatica radnog kola). Upravo vrednost ovog ugla predstavlja korak kružne rešetke, t .

Uglovi β_{1l} i β_{2l} su uglovi koje tangente na skeletnicu povučene iz početne i krajnje tačke profila grade sa tangentama na krugove radijusa r_1 i r_2 . Pri proučavanju strujanja u kružnim profilnim rešetkama, posmatraju se strujni parametri u prostoru neposredno ispred ulaza u radno, kolo koje se uzima da je na poluprečniku $r_1' < r_1$, odnosno u prostoru koje je neposredno iza izlaza iz radnog kola, koje se uzima da je na prečniku $r_2' > r_2$.

Aerodinamični profili se na isti način definišu kod obe vrste profilnih rešetaka (prave i kružne), pomoću istih geometrijskih parametara profila.

Rešetke se mogu razvrstati i prema intenzitetu relativne brzine na ulazu i izlazu rešetke, pri čemu one mogu biti ubrzne, usporne i bez promene intenziteta brzine. Na sl.1.8 prikazana je ova klasifikacija na primeru pravih ravanskih rešetaka. Ubrzne (turbinske) rešetke su one ravanske rešetke profila u kojima se struja fluida ubrzava (sl.1.8.a), dok su usporne (neturbinske) one rešetke profila u kojima se struja usporava (sl.1.8.b). Obe ove vrste ravanskih rešetki su rešetke reakcijskog tipa. Rešetke profila akcijskog tipa izazivaju strujno skretanje fluida bez promene intenziteta brzine (sl.1.8.c).



Sl.1.8. Ubrzna, usporna i rešetka bez promene intenziteta brzine.

1.3. OSNOVE ODREĐIVANJA OBLIKA LOPATICA OBRITNIH (RADNIH) KOLA HIDRAULIČKIH TURBOMAŠINA I NISKOPRITISNIH VENTILATORA

Odnos gustina vazduha na izlazu i ulazu ventilatora, ρ_{II} / ρ_I , može se izračunati korišćenjem formule:

$$\rho_{II} / \rho_I = \Pi^{1/n}, \quad \text{gde je } \Pi = p_{II} / p_I, \quad (1.1)$$

s tim da je, zbog viskoznoeg trenja, $n > \kappa$ ($\kappa = 1,4$, za vazduh), a termodinamički parametri na ulazu (p_I, T_I, ρ_I) i izlazu ($p_{II}, T_{II}, \rho_{II}$) iz ventilatora su indeksirani sa I i II.

Povećanje pritiska u niskopritisnim ventilatorima je $\Delta p \leq 1000$ Pa ($\Delta p = p_{II} - p_I$), tako da je za $p_I = 1 \text{ bar} = 10^5$ Pa, $\Pi = 1,01$, a prema jednačini (1.1) je $\rho_{II} / \rho_I < 1$, što znači da se gustina vazduha menja za manje od 0,7%. Zbog zanemarnjivo promene gustine vazduha projektovanje niskopritisnih ventilatora vrši se korišćenjem teorije za hidrauličke turbomašine (kod kojih se smatra da je $\rho = \text{const.}$).

Kod srednjepritisnih ventilatora je $\Delta p \leq 3000$ Pa, pa je za $p_I = 1 \text{ bar} = 10^5$ Pa, $\Pi = 1,03$. Korišćenjem formule (1.1) lako je pokazati da se gustina vazduha kod srednjepritisnih ventilatora menja do 2%, što je, inženjerski gledano, zanemarljivo malo. Iz navedenog razloga projektovanje srednjepritisnih ventilatora vrši se takođe primenom teorije za hidraulične turbomašine ($\rho = \text{const.}$).

Dakle, kako je predhodno rečeno, u ovom odeljku izložene osnove određivanja oblika lopatica obrtnih (radnih) kola hidrauličkih turbomašina, važe i za niskopritisne i srednjepritisne ventilatore [9].

I pored činjenice da osnosimetrične strujne površine odgovaraju strujanjima u fiktivnim obrtnim kolima sa beskonačnim brojem neizmerno tankih lopatica, osnovna pretpostavka pri projektovanju obrtnih kola hidrauličkih turbomašina je da su strujne površine u njima osnosimetrične. O određivanju osnosimetričnih strujnih površina S_m , čiji se tragovi preseka sa meridijanskim ravnima zovu meridijanskim strujnicama, govori se u odeljki 1.3.1.

Zbog dimenzija fluidnih delića koji ih obrazuju, osnosimetrične strujne površine S_m imaju male debljine, kroz koje prolaze elementarno mali maseni protoci $d\dot{m}$. Iz ovog razloga, izabrane osnosimetrične strujne površine S_m posmatraju se kao elementarni stupnjevi obrtnog kola turbomašine, a preseci lopatica obrtnog kola sa ovim površinama predstavljaju profile

lopatica elementarnih stupnjeva. Lopatice obrnog kola oblikuju se prema profilima lopatica u izabranim elementarnim stupnjevima obrtnog kola. Da bi se odredili profili lopatica na izabranim osnosimetričnim strujnim površinama, S_m (elementarnim stupnjevima obrtnog kola), potrebno je usvojiti jedinične radove kola elementarnih stupnjeva.

Označavajući sa $r_1(S_m)$ i $r_2(S_m)$, redom, poluprečnike ispred ulaza i iza izlaza iz lopatičnog prostora elementarnog stupnja S_m , jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva S_m su (prema osnovnoj Euler-ovoj jednačini za turbomašine):

- Kod pumpnih i ventilatorskih radnih kola:

$$y_k^{(P)}(S_m) = \omega r_2(S_m) c_{u2}(S_m), \quad \text{za } c_{u1}(S_m) = 0, \quad (1.2)$$

- Kod turbinskih radnih kola:

$$y_k^{(T)}(S_m) = \omega r_1(S_m) c_{u1}(S_m), \quad \text{za } c_{u2}(S_m) = 0, \quad (1.3)$$

gde su: ω - ugaona brzina obrtnog kola, $c_{u1}(S_m)$ i $c_{u2}(S_m)$ - kružne komponente apsolutnih brzina strujanja ispred i iza obrtnog (radnog) kola razmatrane turbomašine.

1.3.1. Izbor osnosimetričnih strujnih površina S_m

Pri projektovanju obrtnih (radnih) kola hidrauličnih turbomašina, osnosimetrične strujne površine S_m , čiji se tragovi meridijanskih preseka zovu meridijanskim strujnicama, crtaju se po jednom od navedenih modela:

- a) po modelu jednolikih meridijanskih brzina po protočnom preseku (slučaj vrtložnog meridijanskog strujanja) ili

- b) po modelu potencijalnog (nevtložnog) meridijanskog strujanja ($rot \vec{c}_m = 0$, tako da je

$\vec{c}_m = grad \Phi_m$, pri čemu je $\Phi_m = \Phi_m(r, z)$ - funkcija potencijala meridijanske brzine).

U cilindričnom koordinatnom sistemu (r, φ, z) , kako se obično koristi u turbomašinama, apsolutne (\vec{c}_m) i relativne (\vec{w}_m) meridijanske brzine strujanja su:

$$\vec{c}_m = \vec{c}_r + \vec{c}_z = c_r \vec{r}^o + c_z \vec{z}^o \quad \text{i} \quad \vec{w}_m = \vec{w}_r + \vec{w}_z = w_r \vec{r}^o + w_z \vec{z}^o,$$

i, korišćenjem trouglova brzina za strujanja u radnom kolu ($\vec{c} = \vec{w} + \vec{u} = \vec{w} + [\vec{\omega}, \vec{r}]$, $\vec{c} = \vec{c}_m + \vec{c}_u$

i $\vec{w} = \vec{w}_m + \vec{w}_u$), lako je pokazati da je $\vec{c}_m = \vec{w}_m$.

Na slici 1.9. prikazani su meridijanski tragovi preseka osnosimetričnih strujnih površina (meridijanskih strujnica S_m) jedne dijagonalne pumpe, dobijenih prema napred navedenim metodama a) i b). Na sl.1.9. prikazano je 5 meridijanskih strujnica – meridijanskih tragova preseka osnosimetričnih strujnih površina u obrtnom kolu ($S_{m,i}$ $i=0,1,2,3$ i 4), s tim da se granične strujne površine ($S_{m,0}$ i $S_{m,4}$) podudaraju sa unutrašnjim površinama diskova obrtnog (radnog) kola. Meridijanski tragovi preseka normalnih protočnih površina (protočnih površina normalnih na osnosimetrične strujne površine (S_m)) označeni su linijama I, II i III (v.sl.1.9).

Kako je na sl.1.9. prikazano, osnosimetrične strujne površine S_m određuju se po uslovu da između dve susedne strujne površine prolazi isti protok ΔQ . Označavajući sa m – broj izabranih osnosimetričnih strujnih površina (na sl.1.9. $m=5$), protok fluida između susednih strujnih površina je $\Delta Q=Q/(m-1)$, gde je Q – zapreminski protok kroz razmatrano obrtno kolo.

Po modelu jednakih meridijanskih brzina u normalnim protočnim površinama, prema oznakama na sl.1.9.a je $c_m = c_m^{(j)}$, $j=I, II$ i III .

Označavajući sa $\Delta n_i^{(j)}$, $i=1,2,3,4$ i $j=I, II$ i III , normalna rastojanja između susednih osnosimetričnih strujnih površina ($i=1,2,3,4$) u posmatranim normalnim protočnim presecima ($j=I, II$ i III), protok između dve susedne osnosimetrične strujne površine u razmatranom normalnom protočnom preseku j ($j=I, II$ i III) je:

$$\Delta Q = 2\pi r_i^{(j)} \Delta n_i^{(j)} c_m^{(j)}, \quad (1.4)$$

odakle sleduje:

$$r_i^{(j)} \Delta n_i^{(j)} = \frac{\Delta Q}{2\pi c_m^{(j)}} = const. = K^{(j)}, \quad \text{za } i=1,2,3,4. \quad (1.5)$$

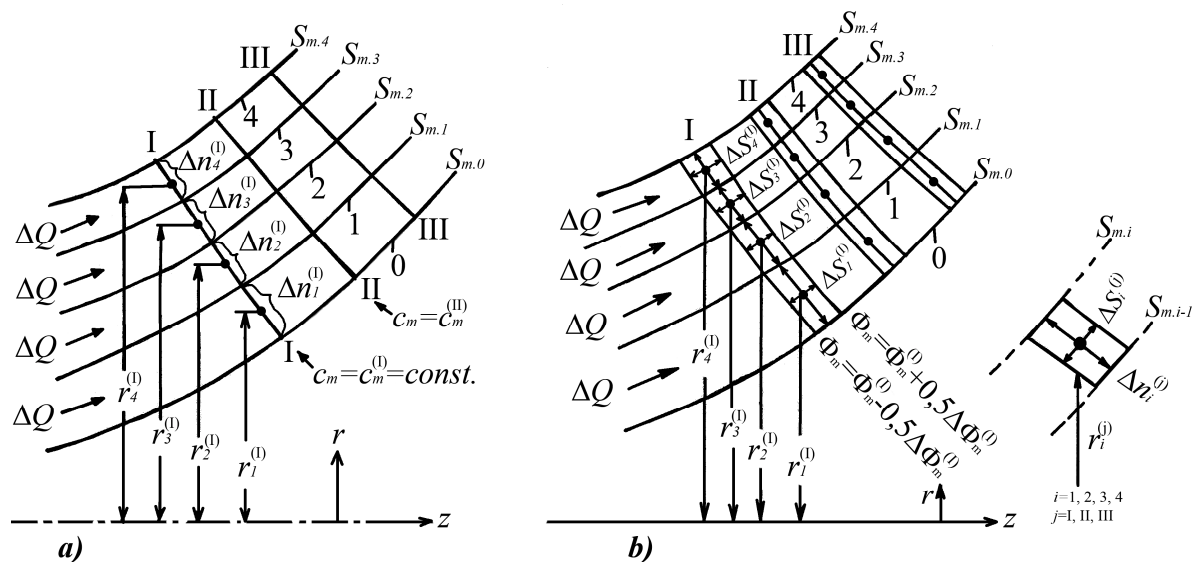
Jednačina (1.4), za $j=I$, dobija oblik:

$$r_i^{(I)} \Delta n_i^{(I)} = K^{(I)}, \quad \text{za } i=1,2,3,4. \quad (1.5')$$

Pri određivanju linije I i njenih normalnih preseka sa meridijanskim strujnicama $S_{m,i}$ ($i=0,1,2,3,4$) mora biti zadovoljena jednačina (1.5'). Zadatak se rešava iterativnim postupkom, sve dok proizvodi $r_1^{(I)} \Delta n_1^{(I)}$, $r_2^{(I)} \Delta n_2^{(I)}$, $r_3^{(I)} \Delta n_3^{(I)}$ i $r_4^{(I)} \Delta n_4^{(I)}$ zanemarljivo malo odstupaju od iste vrednosti koja je $K^{(I)}$.

Po određivanju vrednosti $K^{(I)}$, saglasno jednačini (1.5), za $j=I$, meridijanska brzina strujanja u protočnom preseku I izračunava se korišćenjem formule $c_m^{(I)} = \Delta Q / (2\pi K^{(I)})$.

Analognim postupkom određuje se meridijansko strujanje i u drugim normalnim protočnim presecima (II i III, kako je na sl.1.9. prikazano).



Sl.1.9. Određivanje osnosimetričnih strujnih površina S_m u dijagonalnoj pumpi:

- a) po modelu jednakih brzina u normalnim protočnim površinama (meridijanski tragovi preseka normalnih protočnih površina označeni su sa I, II i III),
 b) po modelu potencijalnog meridijanskog strujanja ($rot \vec{c}_m = 0$, $\vec{c}_m = grad \Phi_m$).

Prema modelu potencijalnog meridijanskog strujanja ($rot \vec{c}_m = 0$), meridijanska brzina \vec{c}_m ima funkciju potencijala brzine $\Phi_m = \Phi_m(r, z)$:

$$\vec{c}_m = grad \Phi_m,$$

pri čemu su ekvipotencijalne površine $\Phi_m = const.$ normalne na osnosimetrične strujne površine, zbog čega su ekvipotencijalne površine normalne protočne površine, kako je na sl.1.9.b prikazano.

Posmatraju se strujanja u okolini ekvipotencijalnih površina $\Phi_m = \Phi_m^{(j)}$ strujanja u pojasu između ekvipotencijalnih površina $\Phi_m = \Phi_m^{(j)} - 0,5 \cdot \Delta \Phi_m^{(j)}$ i $\Phi_m = \Phi_m^{(j)} + 0,5 \cdot \Delta \Phi_m^{(j)}$, za $j=I, II, III$, kako je na sl.1.9.b prikazano.

Prema oznakama na sl.1.9.b, meridijanske brzine u tačkama $i=1,2,3,4$, na ekvipotencijalnoj površini I su:

$$c_{m,i}^{(I)} = \left(\frac{\partial \Phi_m}{\partial s_i} \right)^{(I)} \approx \frac{\Delta \Phi_m^{(I)}}{\Delta s_i^{(I)}}, \quad i = 1, 2, 3, 4. \quad (1.6)$$

Protok u delu ekvipotencijalne površine I ($\Phi_m = \Phi_m^{(I)}$), između dve susedne osnosimetrične strujne površine može se izračunati korišćenjem formule

$$\Delta Q = 2\pi r_i^{(I)} \Delta n_i^{(I)} c_{m,i}^{(I)}, \quad (1.7)$$

koja se, s obzirom na (1.6), svodi na oblik

$$\Delta Q = 2\pi r_i^{(I)} \Delta n_i^{(I)} \frac{\Delta \Phi_m^{(I)}}{\Delta s_i^{(I)}}. \quad (1.7')$$

Kako je $\Delta Q = const.$ i $\Delta \Phi_m^{(I)} = const.$, prema jednačini (1.7'), dolazi se do uslova

$$r_i^{(I)} \frac{\Delta n_i^{(I)}}{\Delta s_i^{(I)}} = const. = k^{(I)}, \quad \text{za } i=1,2,3,4, \quad (1.8)$$

gde je

$$k^{(I)} = \Delta Q / (2\pi \cdot \Delta \Phi_m^{(I)}).$$

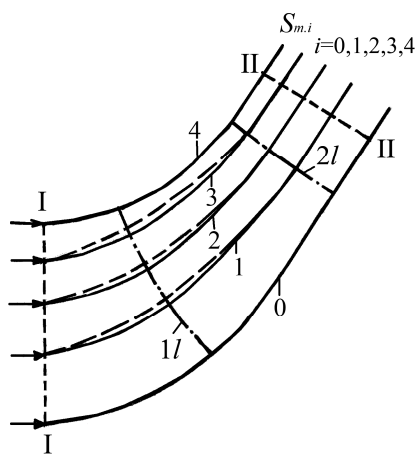
Pri određivanju ekvipotencijalne meridijanske linije I ($\Phi_m = const. = \Phi_m^{(I)}$) i tačaka njenog preseka sa meridijanskim strujnicama $S_{m,i}$ ($i=0,1,2,3,4$), mora biti zadovoljen uslov (1.8), u sloju između dve bliske ekvipotencijalne linije. Zadatak se rešava iterativnim postupkom, sve dok veličine $r_1^{(I)} \Delta n_1^{(I)} / \Delta s_1^{(I)}$, $r_2^{(I)} \Delta n_2^{(I)} / \Delta s_2^{(I)}$, $r_3^{(I)} \Delta n_3^{(I)} / \Delta s_3^{(I)}$ i $r_4^{(I)} \Delta n_4^{(I)} / \Delta s_4^{(I)}$ zanemarljivo malo odstupaju od iste vrednosti, koja je $k^{(I)}$.

Meridijanske brzine $c_{m,i}^{(I)}$ u tačkama $i=1,2,3,4$ na ekvipotencijalnoj meridijanskoj liniji I, izračunavaju se korišćenjem jednačine (1.4), prema kojoj je

$$c_{m,i}^{(I)} = \frac{\Delta Q}{2\pi r_i^{(I)} \Delta n_i^{(I)}}, \quad i=1,2,3,4. \quad (1.9)$$

Označavajući sa $j=I, II, III$, ekvipotencijalne meridijanske linije i meridijanske tragove preseka ekvipotencijalnih površina, kako je na sl.1.9.b prikazano, u jednačinama od (1.5) do (1.9), gornji indeks (I) može se zameniti indeksom (j). Postupak određivanja drugih (II i III na sl.1.9.b) ekvipotencijalnih meridijanskih linija i njihovih normalnih preseka sa meridijanskim strujnicama (S_m) isti je kao izloženi postupak za ekvipotencijalnu meridijansku liniju I.

U delovima strujnog prostora u kojima meridijanske strujnice $S_{m,i}$ nemaju krivinu, kao što je u normalnim protočnim presecima I i II prikazanim na sl.1.10, je $\Delta n_i^{(I)} = const.$ i $\Delta n_i^{(II)} = const.$ ($i=0,1,2,3,4$), pa jednačina (1.8) dobija oblik jednačine (1.5), za $j=I$ i II. U delovima strujnog prostora u kojem meridijanske strujnice nemaju krivinu, meridijanske brzine u normalnim protočnim presecima su jednake, pa je prema oznakama na sl.1.10, $c_{m,i}^{(I)} = c_m^{(I)}$ i $c_{m,i}^{(II)} = c_m^{(II)}$, za $i=0,1,2,3,4$.



- meridijanske strujnice određene po modelu jednakih meridijanskih brzina u protočnim presecima
- - - meridijanske strujnice određene po modelu potencijalnog meridijanskog strujanja

Sl.1.10. Normalni protočni presezi I i II u kojima su meridijanske brzine jednake u protočnim presecima $c_{m,i} = c_m^{(I)}$ i $c_{m,i} = c_m^{(II)}$

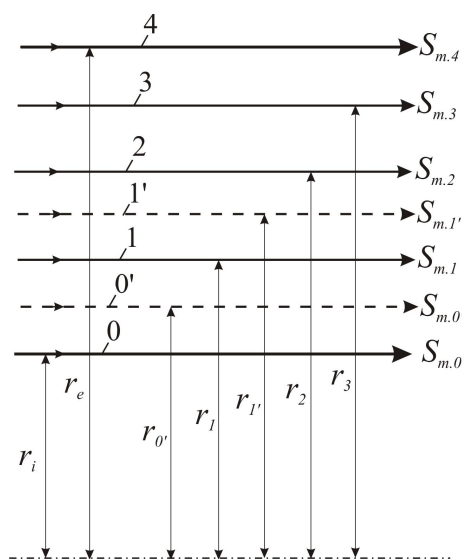
turbomašina, osnosimetrične strujne površine u oblasti obrtnog (radnog) kola, određuju se po modelu cilindričnih strujnih površina, kako je na sl.1.11 prikazano. Na slici su nacrtane meridijanske strujnice – meridijanski tragovi preseka cilindričnih strujnih površina. Sa r_i i r_e označeni su poluprečnici cilindričnih fizičkih površina kod glavčine i kućišta obrtnog kola, koje su i granične strujne površine ($S_{m,0}$ i $S_{m,4}$).

Ako je Q protok fluida kroz obrtno kolo razmatrane osne hidraulične turbomašine, oznakama 0, 1, 2, 3 i 4 označene su na sl.1.11 cilindrične strujne površine između kojih je protok $\Delta Q = Q/4$. Da bi se smanjio radijalni razmak između strujnih površina 0, 1 i 2, na sl.1.11 nacrtane su i cilindrične strujne površine

Na sl.1.10 punim linijama nacrtane su meridijanske strujnice određene po modelu jednakih meridijanskih brzina u normalnim protočnim površinama, a isprekidanim linijama označene su meridijanske strujnice određene po modelu potencijalnog meridijanskog strujanja. Meridijanskim linijama 1I i 2I označeni su meridijanski tragovi preseka osnosi-metričnih "brisanih" površina ulazne i izlazne ivice lopatice obrtnog kola.

Prema meridijanskim strujnicama datim na sl.1.10, može se zaključiti da su meridijanske brzine, dobijene po modelu potencijalnog meridijanskog strujanja, veći u delovima uz prednji disk, na ulazu u lopatični prostor dijagonalne i centrifugalne pumpe.

Pri projektovanju aksijalnih hidrauličnih



Sl.1.11. Model cilindričnih osnosimetričnih strujnih površina u obrtnim kolima osnih hidrauličnih turbomašina

$0'$ i $1'$, određene po uslovu da između dve susedne strujne površine prođe $\Delta Q = Q/8$ protoka.

Po modelu cilindričnih strujnih površina ($c_m = c_z$ i $c_r = 0$), meridijanske brzine jednake su normalnim protočnim presecima, s tim da je ispunjen i uslov potencijalnog meridijanskog strujanja ($rot\vec{c}_m = 0$).

Da bi strujne površine u obrtnim kolima osnih hidrauličnih turbomašina bile cilindrične, teorijom strujanja neviskoznog nestišljivog fluida pokazuje se da svi elementarni stupnjevi obrtnog kola moraju biti projektovani za jednake radove kola elementarnih stupnjeva ($y_k(r) = const. = Y_k$, gde je Y_k jedinični rad obrtnog kola).

Zanemarujući debljinu lopatica, meridijanska brzina u prostoru obrtnog kola osne hidraulične turbomašine, po modelu strujanja po cilindričnim strujnim površinama, konstantna je veličina i može se izračunati korišćenjem formule:

$$c_m = c_z = \frac{Q}{\pi(r_e^2 - r_i^2)}. \quad (1.10)$$

Označavajući sa r_x poluprečnik cilindrične strujne površine, zapreminski protok ΔQ_x koji prođe između ove strujne površine i glavčine obrtnog kola je

$$\Delta Q_x = c_z \pi (r_x^2 - r_i^2) = Q \frac{r_x^2 - r_i^2}{r_e^2 - r_i^2}. \quad (1.11)$$

Saglasno jednačini (1.11), za poznato ΔQ_x , poluprečnik r_x se može izračunati korišćenjem formule:

$$r_x = \sqrt{r_i^2 + \frac{\Delta Q_x}{Q} (r_e^2 - r_i^2)}. \quad (1.11')$$

Model strujanja po cilindričnim strujnim površinama u oblasti obrtnog kola osnih hidrauličnih turbomašina, omogućava da se profili lopatica elementarnih stupnjeva obrtnog kola mogu razviti u prave ravanske rešetke profila, kako je na sl.1.8 prikazano. Ovo omogućava da se pri određivanju profila lopatica u elementarnim stupnjevima obrtnog kola, osne turbomašine, koristi razvijena teorija strujanja kroz prave ravanske rešetke profila.

1.3.2. Određivanje jediničnih radova kola elementarnih stupnjeva

Elementarnim stupnjem obrtnog (radnog) kola zove se strujanje u sloju elementarno male debljine na osnosimetričnim strujnim površinama. Na slikama 1.9 i 1.10 osnosimetrične strujne površine indeksirane su sa $j=0,1,2,3$ i 4 , a za osnosimetrične strujne površine prikazane na sl.1.11 korišćeni su indeksi $j=0,0',1,1',2,3$ i 4 .

S obzirom na indeks j , kao oznaku razmatranog elementarnog stupnja, obrtnog (radnog) kola, Euler-ove formule (1.2) i (1.3), za jedinične radove kola elementarnih stupnjeva, mogu da se pišu u obliku:

$$\left. \begin{aligned} y_k^{(P)}(S_m) &= \omega(r_2 c_{u2})_j, \quad \text{za } (c_{u1})_j = 0 \\ y_k^{(T)}(S_m) &= \omega(r_1 c_{u1})_j, \quad \text{za } (c_{u2})_j = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1.12)$$

U teoriji hidrauličkih turbomašina, pored pojma jedinični rad kola (Y_k [J/kg]), koristi se i pojam napor kola (H_k [m]), pri čemu je:

$$H_k = g \cdot Y_k, \quad (g=9,81 \text{ m/s}^2). \quad (1.13)$$

U teoriji ventilatora, pored pojma jedinični rad kola (Y_k [J/kg]) i napora kola (H_k [m]), koristi se i pojam pritisak kola (Δp_k [Pa]), pri čemu je:

$$\Delta p_k = \rho \cdot g \cdot H_k = \rho \cdot Y_k, \quad (1.14)$$

gde je ρ – gustina vazduha ($\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$, za vazduh u normalnim uslovima).

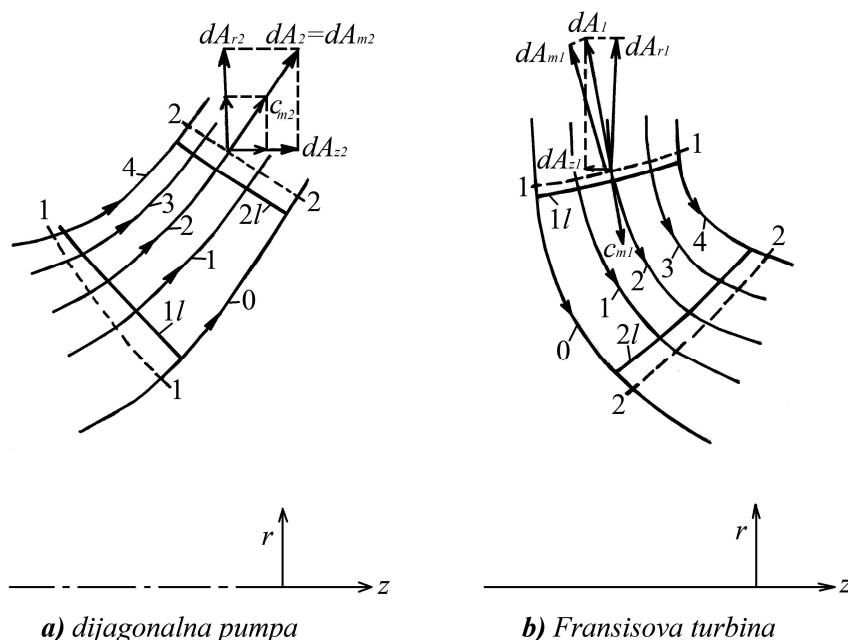
Saglasno jednačini (1.12), napori elementarnih stupnjeva pumpnog i turbinskog kola su:

$$h_{k,j}^{(P)} = g \cdot y_{k,j}^{(P)} \quad \text{i} \quad h_{k,j}^{(T)} = g \cdot y_{k,j}^{(T)}. \quad (1.15)$$

Kod ventilatorskog kola je $y_{k,j}^{(V)} = y_{k,j}^{(P)}$, pa je saglasno jednačini (1.14) pritisak elementarnih stupnjeva ventilatorskog kola

$$\Delta p_{k,j}^{(V)} = g \cdot y_{k,j}^{(V)} = \rho \cdot \omega (r_2 c_{u2})_j. \quad (1.16)$$

Oblik lopatica radnog kola turbomašine formira se prema određenim profilima lopatica na izabranim osnosimetričnim strujnim površinama (elementarnim stupnjevima obrtnog kola). Na sl.1.12. dati su meridijanski preseki jedne dijagonalne pumpe (a) i jedne Fransisove turbine (b), sa nanesenim meridijanskim tragovima pet osnosimetričnih strujnih površina ($j=0,1,2,3,4$) za koje treba odrediti profile preseka lopatica.



a) dijagonalna pumpa

b) Fransisova turbina

Oznake:

- $j=0,1,2,3,4$ - meridijanske strujnice (meridijanski tragovi preseka osnosimetričnih strujnih površina)
- $1l, 2l$ - meridijanski tragovi preseka "brisanih" površina ulazne i izlazne ivice
- $1-1$ i $2-2$ - kontrolne protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola

Sl.1.12. Meridijanski tragovi preseka osnosimetričnih strujnih površina ($j=0,1,2,3,4$) za koje se određuju profili preseka lopatica

Da bi se odredili profili lopatica na izabranim osnosimetričnim strujnim površinama, potrebno je znati jedinične radove kola u izabranim elementarnim stupnjevima ($y_{k,j}^{(P)}$ ili $y_{k,j}^{(T)}$, za $j=0,1,2,\dots,(m-1)$, gde je m - broj izabranih osnosimetričnih strujnih površina).

Označavajući sa A_2 – kontrolnu protočnu površinu na izlazu iz radnog prostora obrtnog kola pumpe (v.sl.1.12.a), $Q_k^{(P)}$ ($\dot{m}_k^{(P)} = \rho Q_k^{(P)}$) – protok fluida kroz obrtno kolo pumpe, ω - ugaonu brzinu obrtnog kola i $P_k^{(P)}$ ($P_k^{(P)} = \omega \cdot M_k^{(P)}$) – snagu kola pumpe, jedinični rad kola pumpe je:

$$Y_k^{(P)} = \frac{P_k^{(P)}}{\dot{m}_k^{(P)}} = \frac{\omega}{\rho \cdot Q_k^{(P)}} M_k^{(P)} = \frac{\omega}{\rho \cdot Q_k^{(P)}} \int_{A_2} \rho r_2 c_{u2} (\vec{c}_2, d\vec{A}_2), \quad \text{za } c_{u1} = 0 .$$

Kako je

$$dQ_k^{(P)} = (\vec{c}_2, d\vec{A}_2) = c_{r2} dA_{r2} + c_{z2} dA_{z2} , \quad (1.17)$$

a, s obzirom na jednačinu (1.2), dobija se:

$$Y_k^{(P)} = \frac{1}{Q_k^{(P)}} \int_{A_2} y_k^{(P)} dQ_k^{(P)}. \quad (1.18)$$

Prema jednačini (1.18) sleduje:

- 1) da se traženi jedinični rad kola pumpe $Y_k^{(P)}$ može ostvariti sa različitim rasporedima jediničnih radova elementarnih stupnjeva ($y_k^{(P)} = y_k^{(P)}(r_2)$),
- 2) da je $y_k^{(P)} = const. = Y_k^{(P)}$, tj. jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva jednaki su jediničnom radu kola pumpe.

Koordinate r_2 i z_2 , na kontrolnoj površini A_2 , menjaju se od granične strujne površine $j=0$ ($r_{2,0}$, $z_{2,0}$), do druge granične strujne površine $j=m-1$ ($r_{2,(m-1)}$, $z_{2,(m-1)}$), gde je m broj izabраниh osnosimetričnih strujnih površina (na sl.1.12. $m=5$). Kako je na sl.,1,12.a $dz_2 < 0$ i $dr_2 > 0$, sleduje da je: $dA_{r_2} = -2\pi r_2 dz_2$ i $dA_{z_2} = 2\pi r_2 dr_2$,

pa se prema jednačini (1.17) dobija

$$Q_k^{(P)} = \int_{A_2} dQ_k^{(P)} = -2\pi \int_{z_{2,0}}^{z_{2,(m-1)}} r_2 c_{r_2} dz_2 + 2\pi \int_{r_{2,0}}^{r_{2,(m-1)}} r_2 c_{z_2} dr_2. \quad (1.19)$$

Označavajući sa A_1 kontrolnu površinu na ulazu u radni prostor obrtnog kola turbine (sl.1.12.b), $Q_k^{(T)}$ ($\dot{m}_k^{(T)} = \rho Q_k^{(T)}$) – protok fluida kroz obrtno kolo turbine, ω - ugaonu brzinu obrtnog kola i $P_k^{(T)}$ ($P_k^{(T)} = \omega \cdot M_k^{(T)}$) – snagu turbinskog kola, jedinični rad kola turbine je:

$$Y_k^{(T)} = \frac{P_k^{(T)}}{\dot{m}_k^{(T)}} = \frac{\omega}{\rho \cdot Q_k^{(T)}} M_k^{(T)} = \frac{\omega}{\rho \cdot Q_k^{(T)}} \int_{A_1} \rho r_1 c_{u1} \left(-(\vec{c}_1, d\vec{A}_1) \right), \quad \text{za } c_{u2} = 0.$$

Kako je

$$dQ_k^{(T)} = -(\vec{c}_1, d\vec{A}_1) = -c_{r1} dA_{r1} - c_{z1} dA_{z1}, \quad (1.20)$$

a, s obzirom na jednačinu (1.3), dobija se:

$$Y_k^{(T)} = \frac{1}{Q_k^{(T)}} \int_{A_1} y_k^{(T)} dQ_k^{(T)}. \quad (1.21)$$

Prema jednačini (1.21) sleduje:

- 3) da se traženi jedinični rad kola turbine $Y_k^{(T)}$ može ostvariti sa različitim rasporedima jediničnih radova kola elementarnih stupnjeva ($y_k^{(T)} = y_k^{(T)}(r_1)$),
- 4) da je $y_k^{(T)} = const. = Y_k^{(T)}$, tj. jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva jednaki su jediničnom radu kola turbine.

Na kontrolnoj protočnoj površini ulaza u radni prostor turbinskog kola A_1 (sl.1.12.b) je

$$dA_{r_1} = 2\pi r_1 dz_1 \quad \text{i} \quad dA_{z_1} = -2\pi r_1 dr_1,$$

pa je integral diferencijalne jednačine (1.20)

$$Q_k^{(T)} = \int_{A_1} dQ_k^{(T)} = -2\pi \int_{z_{1,0}}^{z_{1,(m-1)}} r_1 c_{r_1} dz_1 + 2\pi \int_{r_{1,0}}^{r_{1,(m-1)}} r_1 c_{z_1} dr_1, \quad (1.22)$$

pri čemu je $c_{r_1} < 0$, dok je $dz_1 < 0$ ($z_{1,0} < z_{1,(m-1)}$).

Jednačine (1.17) i (1.19), odnosno (1.20) i (1.22), važe i za obrtna kola osnih hidrauličnih turbomašina, kako je na sl.1.14 prikazano. Za cilindrične strujne površine je $c_{r_1} = 0$ ($c_{r_2} = 0$).

Pri projektovanju elementarnih stupnjeva obrtnog kola uzima se da je

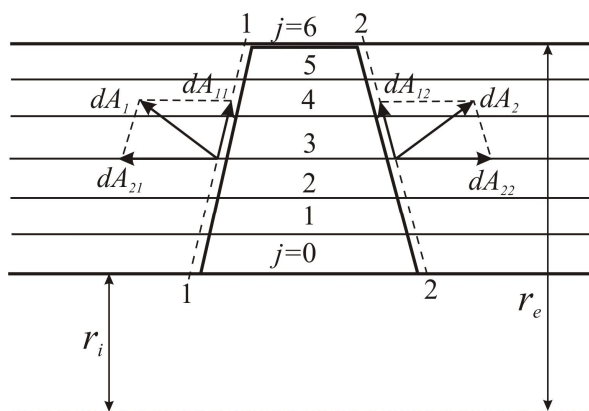
$$\left. \begin{aligned} y_{k,j}^{(P)} &= \text{const.} = Y_k^{(P)} \\ y_{k,j}^{(T)} &= \text{const.} = Y_k^{(T)} \end{aligned} \right\} \quad (1.23)$$

za $j=0,1,2,\dots,(m-1)$, gde je m – broj izabranih osnosimetričnih strujnih površina.

U teoriji osnih (aksijalnih) hidrauličnih turbomašina, kako je već rečeno, dokazuje se (za neviskozani i nestišljiv fluid) da je uslov (1.23) neophodan da bi strujne površine u oblasti obrtnog kola bile cilindrične.

Lako je pokazati da profili lopatica obrtnih kola aksijalnih turbomašina, projektovani po uslovu (1.23) imaju znatno veći ugao nagiba tetive profila kod glavčine, u odnosu na ugao nagiba tetive profila na periferiji kola.

Zbog navedenog razloga, lopatice obrtnih kola aksijalnih turbomašina su jače prostorno zakrivljene, tako da je za njihovo određivanje potrebno najmanje sedam njenih cilindričnih preseka, kako je prikazano na sl.1.13.



Sl.1.13. Elementarni stupnjevi obrtnih kola osnih turbomašina.

Oznake: r_i – poluprečnik kod glavčine obrtnog kola, r_e – poluprečnik na periferiji obrtnog kola, 1-1 kontrolni poprečni presek na ulazu u obrtno kolo, 2-2 kontrolni poprečni presek na izlazu iz obrtnog kola.

U radovima [11,12] se predlaže nejednaki raspored jediničnih radova elementarnih stupnjeva aksijalnih obrtnih kola niskopritisnih ventilatora i malih cevnih turbina, uz uslov da strujne površine vrlo malo odstupaju od cilindričnih. Smanjujući radove elementarnih stupnjeva uz glavčinu, a povećavajući radove elementarnih stupnjeva na periferiji radnog kola, dobijaju se manje zakrivljene lopatice radnih kola aksijalnih turbomašina.

1.3.3. Određivanje uglova profila lopatica elementarnih stupnjeva obrtnog kola na ulazu (β_{1l}) i izlazu (β_{2l}) iz lopatičnog prostora

Elementarni stupnjevi obrtnih kola centrifugalnih i dijagonalnih pumpi i Fransisovih turbina, konformno se preslikavaju na kružne rešetke profila, kako je na sl.1.7 prikazano.

Zbog konačnog broja lopatica, pritisak na grudnoj strani lopatice (g), veći je od pritiska na leđnoj strani lopatice (l), pa su uglovi β_2 , kojim relativne brzine w_2 izlaze iz kružne rešetke profila, različiti od ugla profila na izlazu iz rešetke (β_{2l}), i za rešetke prikazane na slici 1.7 je:

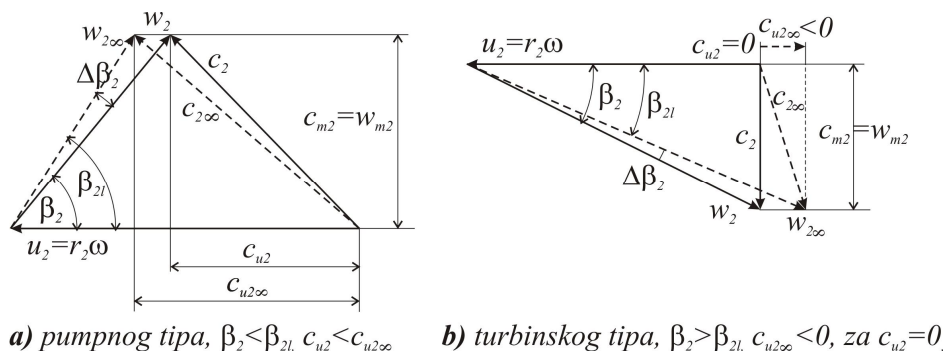
a) $\beta_2 = \beta_{2l} - \Delta\beta_2^{(P)}$, za kružne rešetke profila pumpnog tipa (sl.1.7.a),

b) $\beta_2 = \beta_{2l} + \Delta\beta_2^{(T)}$, za kružne rešetke profila turbinskog tipa (sl.1.7.b),

gde su $\Delta\beta_2^{(P)}$ i $\Delta\beta_2^{(T)}$ uglovi "zanošenja" (skretanja) struje po izlazu iz rešetke profila.

Kod fiktivnih lopatičnih rešetaka sa beskonačnim brojem neizmerno tankih lopatica, nema zanošenja struje po izlazu iz lopatične rešetke ($\beta_{2\infty} = \beta_{2l}$). Indeksirajući sa ∞ strujne parametre na fiktivnom lopatičnom kolu sa beskonačnim brojem lopatica, na sl.1.14 prikazani su trouglovi brzina na izlazu iz kružne rešetke profila (v.sl.1.7), pri čemu je:

$$c_{u2\infty} = r_2\omega - c_{m2}ctg\beta_{2l}, \quad (c_{m2} = w_{m2}), \quad (1.24)$$



Sl.1.14. Trouglovi brzina na izlazu iz kružnih rešetaka profila (v.sl.1.7).

Problem zanošenja struje na izlazu iz kružnih rešetaka profila osnovni je problem pri određivanju uglova profila lopatica β_{2l} .

Zbog zanošenja struje na izlazu iz kružne rešetke pumpnog tipa (sl.1.14.a, u koje spadaju i rešetke profila niskopritisnih i srednjepritisnih ventilatora), uvodi se koeficijent zanošenja struje, definisan odnosom

$$\varepsilon = \frac{c_{u2}}{c_{u2\infty}} \Rightarrow c_{u2} = \varepsilon \cdot c_{u2\infty}, \quad (1.24')$$

za čije određivanje postoje brojne empirijske formule.

Za određivanje koeficijenta zanošenja struje iz elementarnih stupnjeva centrifugalnih i dijagonalnih pumpi, obično se koristi empirijska formula Pfeleiderer-a [68].

Kružne rešetke profila lopatica centrifugalnih pumpi i ventilatora projektuju se prema uslovu

$$y_k = \text{const.} = Y_k = r_2 \omega c_{u2}, \quad \text{za } c_{u1} = 0,$$

pa je tražena kružna komponenta apsolutne brzine na izlazu iz rešetke profila

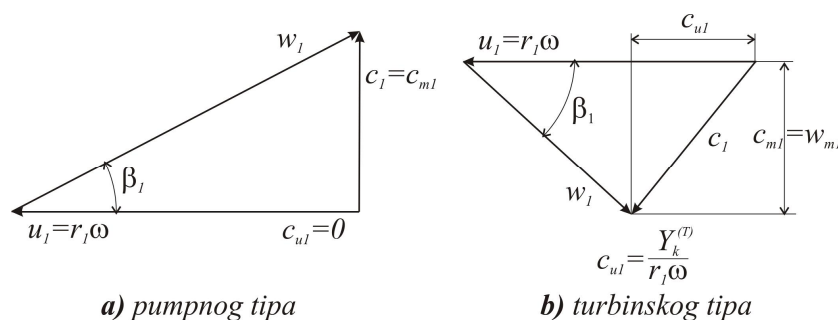
$$c_{u2} = \frac{Y_k}{r_2 \omega}, \quad (1.25)$$

gde je Y_k - jedinični rad kola pumpe ili ventilatora.

S obzirom na traženu komponentu brzine c_{u2} , a saglasno jednačinama (1.23) i (1.24), ugao β_{2l} izračunava se korišćenjem formule:

$$\beta_{2l} = \arctg \frac{c_{m2}}{r_2 \omega - \frac{c_{u2}}{\varepsilon}}, \quad (1.26)$$

gde meridijanske brzine c_{m2} ($= w_{m2}$) odgovara proračunskom protoku.



Sl.1.15. Trouglovi brzina na ulazu u radne prostore kružnih rešetaka profila (v.sl.1.7).

Na sl.1.15 prikazani su trouglovi brzina na ulazu u radni prostor kružnih rešetaka profila, s tim da meridijanska brzina c_{m1} ($= w_{m1}$) odgovara proračunskom protoku.

Zanemarujući zanošenje struje na ulazu u kružnu rešetku profila, a prema uslovu približno bezudarnog dotoka profilima, uglovi profila na ulazu u rešetke profila su $\beta_{1l} = \beta_1$, gde je:

$$a) \beta_1 = \arctg \frac{c_{m1}}{r_1 \omega}, \text{ za rešetke pumpnog tipa (v.sl.1.7.a),}$$

$$b) \beta_1 = \arctg \frac{c_{m1}}{r_1 \omega - c_{u1}}, \text{ za rešetke turbinskog tipa (v.sl.1.7.b),}$$

uz napomenu da brzina $c_{m1} (= w_{m1})$ odgovara proračunskom protoku, a brzina c_{u1} , kod turbinskih rešetaka, računa se korišćenjem formule date uz sl.1.15.b.

Kružnu komponentu apsolutne brzine c_{u1} , na ulazu u obrtno turbinsko kolo, stvaraju lopatice sprovednog (usmernog) aparata.

Za određivanje oblika skeletnica profila elementarnih stupnjeva centrifugalnih i dijagonalnih pumpi (v.sl.1.12.a) i Fransisovih turbina (v.sl.1.12.b) koriste se različite metode, a najčešće:

- a) kružnolučne skeletnice,
- b) konstrukcija skeletnice metodom tačka po tačku i
- c) konstrukcija skeletnice metodom konformnog preslikavanja.

Lopatice sporohodih centrifugalnih pumpi ($n_s=40 \div 100^5$, kod kojih je $r_2 / r_1 = 2,5 \div 2,2$) su cilindrične i konstruišu se prema strujnim parametrima za srednju osnosimetričnu strujnu površinu. Lopatice se zovu cilindričnim, jer su njihovi meridijanski preseki paralelni osi obrtnog kola. Skeletnice ovakvih lopatica obično se oblikuju kao kružni luk.

Napominjemo da se kao cilindrične izvode i lopatice centrifugalnih ventilatorskih kola. Razlog ovome je jednostavne konstrukcija, ili, bolje reći, jednostavna izrada ventilatorskih kola.

Pri projektovanju obrtnih kola osnih (aksijalnih) pumpi, ventilatora i hidrauličnih turbina, elementarni stupnjevi obrtnog kola su na cilindričnim strujnim površinama ($r = const.$, $r \in [r_i, r_e]$), kako je na sl.1.13 prikazano. Elementarni stupnjevi mogu se razviti u prave ravanske rešetke profila (sl.1.6 i sl.1.8), pa se pri projektovanju elementarnih stupnjeva može koristiti razvijena teorija strujanja kroz prave ravanske rešetke profila.

Za strujanje po cilindričnim strujnim površinama je $c_z (= w_z) = const.$

⁵ n_s – specifični broj obrtaja s obzirom na snagu: $n_s = n \cdot P_p^{0.5} \cdot H_p^{-1.25}$, za n [min^{-1}], P_p [kW] i H_p [m].

Usvajajući da svi elementarni stupnjevi obrtnog kola ostvaruju jednake jedinične radove ($y_k = const. = Y_k$, gde je $Y_k = Y_k^{(P)}$ - jedinični rad kola pumpe ili ventilatora, odnosno $Y_k = Y_k^{(T)}$ - jedinični rad kola turbine), tražena strujna skretanja u elementarnim stupnjevima, saglasno jednačinama (1.2) i (1.3), su:

- kod elementarnog stupnja pumpe (ili ventilatora)

$$c_{u2} = \Delta w_u = w_{u1} - w_{u2} = \frac{Y_k^{(P)}}{r\omega}, \quad c_{u1} = 0, \quad (1.27)$$

- kod elementarnog stupnja vodne turbine

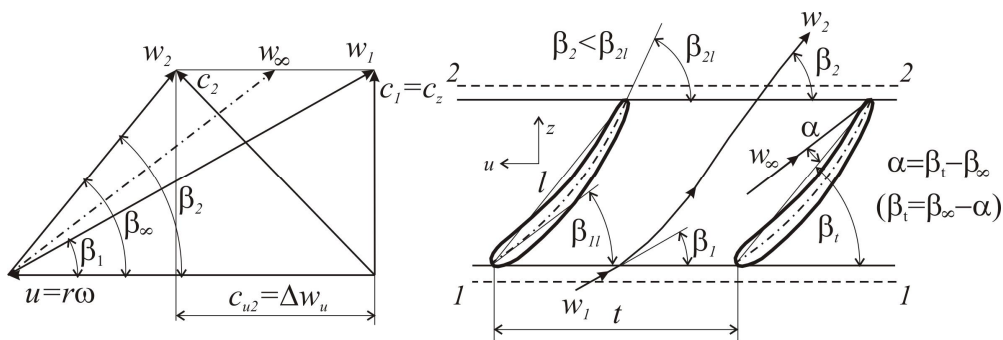
$$c_{u1} = \Delta w_u = w_{u2} - w_{u1} = \frac{Y_k^{(T)}}{r\omega}, \quad c_{u2} = 0. \quad (1.28)$$

Na sl.1.16 i sl.1.17 prikazani su trouglovi brzina i oblici ravanski razvijeni profila jednog elementarnog stupnja osne pumpe i elementarnog stupnja turbinskog kola.

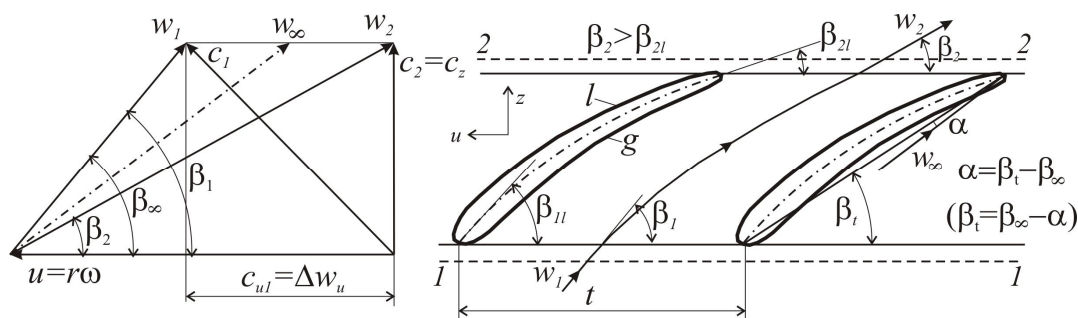
Sa \vec{w}_∞ označena je srednja relativna brzina u beskonačnosti,

$$\vec{w}_\infty = \frac{1}{2}(\vec{w}_1 + \vec{w}_2), \quad (w_{u\infty} = \frac{1}{2}(w_{u1} + w_{u2}), w_{z\infty} = w_z),$$

a ugao pravca njenog dejstva označen je sa β_∞ .



Sl.1.16. Trouglovi brzina i ravanski razvijena rešetka profila elementarnog stupnja obrtnog kola osne pumpe (ili ventilatora).

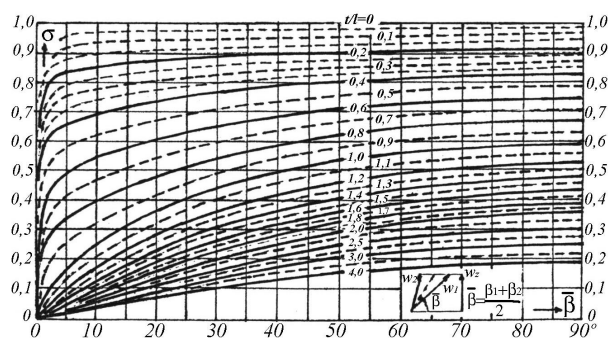


Sl.1.17. Trouglovi brzina i ravanski razvijena rešetka profila elementarnog stupnja obrtnog kola osne vodne turbine.

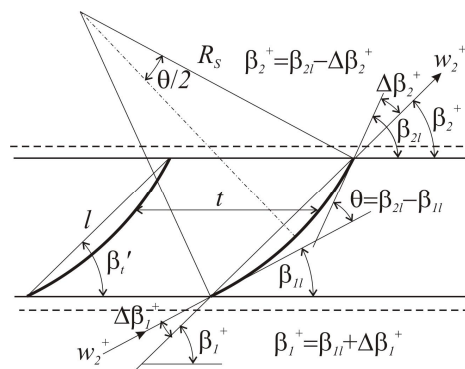
Pri profilisanju rešetaka profila sa kružno-lučnom skeletnicom, u elementarnim stupnjevima obrtnog kola osnih pumpi i ventilatora, može se koristiti Weinig-ov dijagram za stepen skretljivosti usporne rešetke tankih profila $\sigma_R = \sigma_R(\bar{t}, \bar{\beta})$, gde je:

$$\sigma_R = \frac{\Delta\beta^+}{\theta},$$

pri čemu je $\Delta\beta^+ = \beta_2^+ - \beta_1^+$ ugaono strujno skretanje pri bezudarnom dotoku, a $\theta = \beta_{2l} - \beta_{1l}$ ugaona krivina profila.



Sl.1.18. Stepen skretljivosti rešetke tankih profila sa kružno-lučnim skeletnicama.



Sl.1.19. Strujanje sa bezudarnim dotokom kroz pravu ravansku uspornu rešetku vrlo tankih profila sa kružno-lučnim skeletnicama

Weinigov dijagram $\sigma_R = \sigma_R(\bar{t}, \bar{\beta})$ ($\bar{t} = t/l$, $\bar{\beta} = 0,5(\beta_1 + \beta_2)$) dat je na sl.1.18 i određen je teoretskim putem (metodom konformnog preslikavanja) za strujanje sa bezudarnim dotokom kroz pravu uspornu rešetku vrlo tankih profila, sa kružno-lučnim skeletnicama (sl.1.19).

Uzimajući da je pri bezudarnom dotoku uspornoj ravanskoj rešetki profila,

$$\Delta\beta_1^+ = \Delta\beta_2^+ = \Delta\beta_{1,2}^+, \quad (1.29)$$

može se pisati

$$\beta_2^+ = \beta_{2l} - \Delta\beta_{1,2}^+ \quad \text{i} \quad \beta_1^+ = \beta_{1l} + \Delta\beta_{1,2}^+, \quad (1.30)$$

i

$$\Delta\beta^+ = \beta_2^+ - \beta_1^+ = \theta - 2\Delta\beta_{1,2}^+. \quad (1.31)$$

Kako je prema Weinig-om dijagramu $\sigma_R = \sigma_R(\bar{t}, \bar{\beta})$, (sl.1.18) i saglasno jednačinama (1.29) i (1.28), dobija se

$$\Delta\beta_1^+ = \Delta\beta_2^+ = \Delta\beta_{1,2}^+ = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta\beta^+}{\sigma_R} - \Delta\beta^+ \right). \quad (1.32)$$

Zamenom (1.32) u (1.30), dobija se:

$$\beta_{1l} = \beta_1^+ - \Delta\beta_{1,2}^+ \quad \text{i} \quad \beta_{2l} = \beta_2^+ + \Delta\beta_{1,2}^+, \quad (1.33)$$

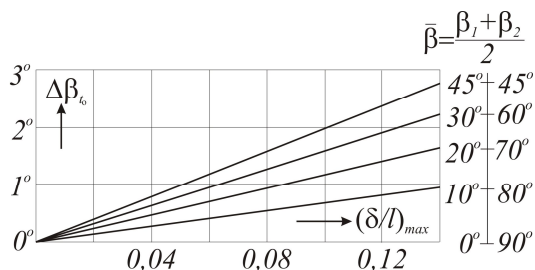
dok je

$$\beta_t' = \frac{1}{2}(\beta_{1l} + \beta_{2l}) . \quad (1.33')$$

Zbog konačne debljine profila, povećava se meridijanska brzina strujanja u lopatičnoj rešetki profila, a smanjuje se napadni ugao α (sl.1.16). Da bi se ovaj napadni ugao povećao, profili rešetke se uspravljaju za ugao $\Delta\beta_{t,0}$,

$$\beta_t = \beta_t' + \Delta\beta_{t,0}, \quad (1.34)$$

Gde se ugao korekcije tetive profila očitava prema sl.1.20.



Sl.1.20. Ugao korekcije profila.

U teoriji strujanja kroz prave ravanske rešetke profila, sa zanemarljivo malom greškom (u režimu proračunskog strujanja), izvodi se formula:

$$\xi_y \frac{l}{t} = 2 \frac{\Delta w_u}{w_\infty} \quad (1.35)$$

gde je ξ_y - koeficijent uzgona profila rešetke.

Za razmatrani presek u rešetki profila je: $\xi_y = \xi_y(\bar{t}, \beta_t, \alpha)$,

gde su: $\bar{t} = t/l$ - relativni korak rešetke profila ($1/\bar{t} = l/t$ - gustina rešetke profila),

β_t - ugao nagiba tetive profila (sl.1.16 i sl.1.17),

α - napadni ugao,

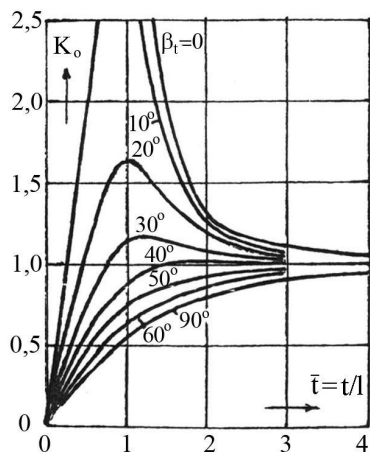
pri čemu je: $\alpha = \beta_t - \beta_\infty$ - kod uspornih rešetaka profila (sl.1.16) i $\alpha = \beta_\infty - \beta_t$ - kod ubrznih rešetaka profila (sl.1.17).

Veza između koeficijenta uzgona profila ugrađenog u rešetku profila (ξ_y) i koeficijenta uzgona osamljenog profila ($\xi_{y,o} = \xi_{y,o}(\alpha)$), definisana je koeficijentom

$$k = \xi_y / \xi_{y,o}, \quad (1.36)$$

gde je $k = k(\bar{t}, \beta_t)$.

Sl.1.21. $k = \xi_y / \xi_{y,o}$ za rešetku tankih pločastih profila $\xi_{y,o} = 2\pi \sin \alpha$.



Na sl.1.21 dat je Weinig-ov dijagram za koeficijent k za tanke pločaste profile, kod kojih je $\xi_{y.o} = 2\pi \sin \alpha$. Za poznate $\bar{t} = t/l$, Δw_u i w_∞ , u elementarnim stupnjevima osnih obrtnih kola hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora, saglasno jednačinama (1.35) i (1.36), je

$$\xi_{y.o} = 2k\bar{t} \frac{\Delta w_u}{w_\infty}, \quad (1.37)$$

prema kojem se određuje napadni ugao α , tako da je:

$\beta_t = \beta_\infty + \alpha$ - kod uspornih (pumpnih i ventilatorskih) rešetaka profila,

$\beta_t = \beta_\infty - \alpha$ - kod ubrznih (turbinskih) rešetaka profila.

Kako je $\beta_t = \beta_\infty \pm \alpha$, određivanje ugla β_t vrši se iterativnim postupkom (prema uglu $\alpha = \alpha(\beta_t, \bar{t})$).

1.4. PRIMENA, RAZVOJ I ZNAČAJ NUMERIČKIH SIMULACIJA STRUJANJA FLUIDA U PROJEKTOVANJU I ISPITIVANJU TURBOMAŠINA

Prelaz sa Euler-ovog na Navier-Stokes-ova rešenja omogućio je, pre svega, razvoj kompjuterske tehnologije sredinom 80-ih godina prošlog veka. Sa intenzivnim razvojem savremenih računarskih tehnologija, pristup rešavanju direktnog zadatka dobija potpuno drugačiju dimenziju. Naime, zbog sve veće procesorske brzine računara i sve većih memorijskih komponenti, moguće je, primenom CFD (Computational Fluid Dynamics) kodova numerički rešavati Navije-Stoksove jednačine i za veoma složena trodimenzionalna strujanja, kakva su strujanja u turbomašinama.

Svako strujanje fluida se matematički može opisati Navijer-Stokes-ovim parcijalnim diferencijalnim jednačinama. S obzirom da je rešenja ovih jednačina u opštem obliku nemoguće dobiti analitičkim putem, pribegava se numeričkom rešavanju jednačina. To se čini tako što se one najpre konvertuju u sistem algebarskih jednačina, primenjujući pri tom niz aproksimacija za pojedine njihove članove, a u skladu sa izabranom metodaom diskretizacije (metod konačnih razlika, metod konačnih zapremina ili metod konačnih elemenata). Tako se npr. kod metode konačnih zapremina moraju izabrati aproksimacije za površinsko i zapreminsko integraljenje. Diskretne lokacije (tzv. kontrolne zapremine) u kojima će se izvršiti izračunavanja definisane su numeričkom mrežom koja je reprezent geometrijskog domena u kome se problem rešava. Na taj način se strujanje u celokupnom domenu predstavlja preko konačnog broja kontrolnih zapremina u kojima se vrši numeričko (iterativno) rešavanje dobijenog sistema algebarskih jednačina. Pri tome je neophodno zadovoljiti određene zadate uslove konvergenicije rešenja. Koliko je tačno dobijeno rešenje zavisi od niza faktora uključujući veličinu i oblik kontrolnih zapremina kao i veličine procenjene greške tj. njenog srednje kvadratnog odstupanja.

Ovako rešen sistem Navijer-Stokes-ovih jednačina nam omogućava dobijanje svih vektorskih i skalarnih fizičkih veličina u celokupnom strujnom prostoru. Posebnim softverima za obradu numeričkih rezultata mogu se dobiti strujne veličine u bilo kojim tačkama strujnog prostora, polja fizičkih veličina (polje brzina, polje pritiska, itd.), kao i različiti dijagrami zavisnosti fizičkih veličina ili definisanih značica. Interaktivni pristup rezultatima izvršenog numeričkog izračunavanja omogućava sveobuhvatnu analizu strujanja

definisanog fizičkog modela, što pruža raznovrsne mogućnosti i u analizi strujanja u turbomašinama.

CFD tehnike su postale neophodan alat u primenjenoj mehanici fluida u svim fazama istraživanja i projektovanja. Interaktivni proces, brzina dobijenih rezultata i njihova pouzdanost uvela su CFD metode i već brojne komercijalne CFD softvere na velika vrata savremenog inženjerstva, a numerička simulacija se može smatrati dobrom zamenom za glomazna i skupa eksperimentalna merenja.

Potoji veliki broj radova koji se bave problemima numeričkih simulacija strujanja fluida u turbomašinama, počev od definisanja diskretizacione mreže, preko izbora modela turbulencije, pa sve do validacije i verifikacije dobijenih rezultata. Još uvek postoje brojni problemi koji se pokušavaju rešiti, kako bi se unapredile CFD metode i dobile što tačnije vrednosti radnih parametara u strujnom prostoru, a samim tim i pouzdane radne karakteristike turbomašina.

Osnove CFD tehnika i metodologije numeričke postavke problema simulacije strujanja fluida dali su Patankar S.V. [67], Hoffmann K.A. and Chiang [47], Chung [32], Ferziger and Peric [40], kao i mnogi drugi, postavljajući kamen temeljac za razvoj brojnih numeričkih kodova, koji su danas prerasli u opsežne softverske pakete.

Jedan od najpoznatijih softverskih paketa danas je svakako Ansys CFX (ili u novijoj verziji Ansys Flow Dynamic). Diskretizacioni pristup se zasniva na metodi konačnih zapremina, jer se ova metoda može primeniti na bilo koju vrstu diskretizacione mreže, što se pokazuje naročito značajnim kada su u pitanju kompleksne geometrije kakve su u radnim kolima turbomašina.

Metodologija rada se može predstaviti kroz 4 obavezna koraka, odnosno faze:

- 1) Definisane geometrije modela (odnosno granica sistema), kao i kreiranje diskretizacione mreže. To se postiže odgovarajućim softverima za tu namenu (Ansys ICEM CFD, Ansys Workbench, Blade Generator, itd.). Brojni su izazovi vezani za definisanje veličine elemenata mreže, tj. gustinu mreže koja će sa manjim brojem kreiranih elemenata dati što bolju konvergenciju, a samim tim i tačnije rezultate.
- 2) Preprocesiranje, koje predstavlja definisanje svih fizičkih parametara datog geometrijskog sistema (graničnih uslova, turbulentnog modela, definisanje obrtnih i stacionarnih delova itd.), ali i brojnih numeričkih parametara koji utiču na rad softvera i konvergenciju rešenja (advekciona šema, kriterijum konvergencije, zadata srednjekvadratna greška odstupanja itd.)

- 3) Procesiranje ili Solver – rešavanje RANS jednačina u zadatom prostoru, a kod LES, DES i DNS simulacija rešavanje Navier-Stockes-ovih jednačina strujanja vrši se u zadatom prostoru i vremenu. Ova faza je najzahtevnija sa stanovišta računarskih resursa, ali najmanje zahtevna sa stanovišta istraživača jer se obavlja jednostavnim starovanjem solvera. Vreme završetka računanja zavisi od predhodnih faza, ali i od procesorskih i memorijskih kapaciteta računara koji se koriste.
- 4) Postprocesiranje – pregled dobijenih rezultata, kao i njihovo korišćenje (od očitavanja strujnih parametara u diskretnim tačkama prostora, preko preračunavanja strujnih parametara, do tabelarnih i grafičkih prikaza dobijenih rezultata, a u slučaju nestacionarnog strujanja mogućnost kreiranja video animacije za vizualizaciju promene željenog strujnog parametra u vremenu).

Pri rešavanju osrednjenih Navier-Stockes-ovih, tj. Reynolds-ovih jednačina strujanja (u daljem tekstu skraćeno RANS jednačina), veliki doprinos u implementiranju modela turbulencije dali su: Wilcox [94-96], Hanjalic [44-46], Menter [59-63], Davidson [35], Bredeberg [22, 23], kao i mnogi drugi autori.

Doprinos u razvoju i realizaciji LES i DES simulacija strujanja fluida, dali su Spalart i ostali (Spalart, Allmaras, Shur, Travin i drugi) [76-79, 1, 87], Dufour i ostali [37], i drugi. Byskov i ostali su dali doprinos u razvoju LES simulacija strujanja u centrifugalnim turbomašinama [24, 25]. Sa razvojem računarske tehnologije, sve je više istraživača koji pribegavaju DES i LES metodologiji, u želji za numeričkim simulacijama nestacionarnih problema turbomašina.

Ipak, još uvek su RANS numeričke simulacije primenljivije u tehničkoj praksi, a s obzirom da ne zahtevaju značajne računarske kapacitete, sve više postaju neophodan element projektovanja u industriji turbomašina [29, 36, 43, itd.]. Modeliranje turbulencije u strujnom prostoru vrši se korišćenjem nekog od modela turbulencije, i u toj oblasti značajne rezultate dali su Spalding [80], Spalart [78, 79], Wilcox [94-96], Menter [59, 63] i mnogi drugi.

Postoje brojne preporuke, koje su proizašle iz dugogodišnjeg iskustva u radu sa CFD kodovima, a koje se tiču isključivo numeričkih simulacija strujanja u turbomašinama [28, 49]. Jedna od preporuka je i korišćenje k - ϵ turbulencijskog modela, koji se do sada najbolje pokazao u praksi. Takođe se preporučuje da maksimalni odnos susednih elemenata ne bude veći od 1.25. Veličina vrednosti y^+ treba biti što manja, i ne treba prelaziti vrednost 1 kada

želimo da dobijemo što tačnija rešenja simulacije i rezultate strujnih parametara u samom graničnom sloju.

Mnogi autori su se bavili i još uvek se bave strujanjem i modeliranjem turbulencije u graničnom sloju, kao i problemima odvajanja (separacije) struje od čvrste površine, odnosno problemima opstrujavanja čvrstih tela uopšte [3, 30, 33, 10, 16-19, 83]. Ovakva teorijska, eksperimentalna i numerička istraživanja opstrujavanja čvrstih tela, a među njima i opstrujavanja usamljenih profila i profilnih rešetaka turbomašina, daju, između ostalog, doprinos pri razjašnjavanju mehanizama odvajanja struje od čvrstih površina. Na taj način su dobijeni mnogi praktično korisni podaci o fenomenu turbulentnog strujanja i u reškama aerodinamičkih profila, kao osnova projektovanja turbomašina.

S obzirom na odličnu tačnost dobijenih rezultata, u tehničkoj praksi se ovakve simulacije mogu koristiti za preliminarno određivanje radnih parametara turbomašina, ali i za određivanje svih strujnih parametara u strujnom domenu. Zato su numeričke simulacije strujanja danas veoma korisan alat, kako u fazi projektovanja, tako i prilikom provere rada mašine u odgovarajućem sistemu, tj. pri različitim režimima rada.

Zbog izrazite složenosti ispitnih štandova za merenje pritiska u obrtnom kolu turbomašina, kao i potrebnih laboratorijskih uslova i skupe merne opreme, danas se često pribegava proveru radnih parametara turbomašina korišćenjem numeričkih simulacija strujanja, koje postaju svojevrsni numerički eksperimenti.

Iako numeričke simulacije ne mogu u potpunosti zameniti laboratorijska merenja, one ipak imaju značajne prednosti u odnosu na eksperimentalna merenja. Neke od prednosti su niža cena (cena merne opreme, mernih štandova i ljudski resursi potrebni za laboratorijski rad, naspram jedne osobe koja radi u odgovarajućem CFD softveru na PC računaru), relativno brzo definisanje problema i dobijanje rezultata i činjenica da rezultat numeričkih simulacija strujanja daje detaljnu informaciju o strujnim parametrima u bilo kojoj tački strujnog prostora.

Sa povećanjem kriterijuma konvergencije i definisanjem finije diskretizacione mreže, numerička rešenja malo odstupaju od izmerenih vrednosti (manje od 5%, često i niže), pa se kao takva mogu koristiti u naučnoj i tehničkoj praksi.

Mnogobrojni su radovi i studije u kojima se vrši numerička simulacija strujanja u turbomašinama [6, 13, 14, 15, 20, 26, 27, 29, 36, 37, 43, 51, 61, 70, 81, 82, 84, 88, itd].

Do danas je veoma malo literature iz oblasti numeričkih simulacija strujanja štampano na srpskom jeziku. Zato treba istaći doprinos koji su dali Jovičić i Despotović [51] u udžbeniku koji se bavi numeričkim simulacijama strujanja fluida u turbomašinama. Od

domaćih autora takođe treba pomenuti Ž. Stevanovića, koji je u svom udžbeniku [86] dao osnove diferencijalnih modela turbulentnog transporta materije, impulsa i toplote, zatim, osnove numeričke metode konačnih zapremina, kao i neke praktične primere numeričkih simulacija.

Više o numeričkim simulacijama strujanja fluida u radnim kolima turbomašina biće reči u poglavljima 2 i 3 ovog rada.

2. NUMERIČKO ODREĐIVANJE STRUJNIH PARAMETARA U LOPATIČNIM SISTEMIMA HIDRAULIČNIH TURBOMAŠINA

Rešavanje problema strujanja fluida i određivanje strujnih parametara predstavlja zadatak od izuzetnog značaja za svakodnevni život ljudi. Većina realnih strujanja, kako u prirodi tako i u tehničkim sistemima, predstavljaju složena turbulentna strujanja¹. Treba imati u vidu da se problemi strujanja fluida odnose na mnoge oblasti prirodnih i tehničkih nauka (kao što su teorijska i primenjena mehanika fluida, prenos toplote i mase, meteorologija i atmosfere pojave, hemijski i tehnološki procesi itd.). Danas se postupci rešavanja strujanja fluida sve više primenjuju i u nekim oblastima medicine (npr. strujanje krvi u kardiovaskularnom sistemu, strujanje vazduha u respiratornom sistemu itd.).

Krucijalno za rešavanje ovako brojnih i značajnih praktičnih problema strujanja fluida je postavka adekvatnog matematičkog modela, tj. definisanje adekvatnog sistema jednačina, koje će što tačnije opisivati postojeći fizički sistem. Rešavanjem postavljenog sistema jednačina treba omogućiti određivanje svih nepoznatih strujnih veličina, kao što su brzina strujanja, pritisak fluida, itd. U tom smislu osvrnućemo se na osnovne oblike jednačina strujanja i dati njihovo fizičko tumačenje.

Još početkom 19. veka engleski naučnik G. G. Stokes i francuz M. Navier, su fluidna strujanja opisali parcijalnim diferencijalnim jednačinama, tzv. Navier-Stokes-ovim jednačinama. Rešenja ovih jednačina za turbulentna strujanja nemoguće je dobiti analitički u zatvorenom obliku, već se ove jednačine rešavaju korišćenjem numeričkih metoda.

Kada se radi o strujanjima u hidraučním turbomašinama, kao i niskopritisnim i srednjepritisnim ventilatorima, treba uzeti u obzir izrazitu turbulentnu prirodu fluida u radnom prostoru ovih mašina, odnosno visoke vrednosti Reynolds-ovih brojeva. Rotirajuće radno kolo ovih turbomašina dodatno komplikuje modeliranje fluidne struje, čineći ovakva strujanja veoma zahtevnim za numeričku simulaciju.

Sa druge strane, jednčine strujanja fluida se pojednostavljaju, s obzirom da se radi o fluidima kod kojih se stišljivost može zanemariti ($\rho=const.$).

¹ O prirodi turbulnetnih strujnja i modeliranju turbulencije biće više reči u poglavlju 2.1.

Kada je fluid voda, pri pritiscima i temperaturama vode koji se javljaju u hidrauličkim turbomašinama, očigledno je da se voda ponaša kao nestišljiv fluid.

Kod niskopritisnih i srednjepritisnih ventilatora pokazuje se da se stišljivost tehničkih gasova takođe može zanemariti [9]. Za vrednosti $\kappa=1,67$ do 1,20 (što praktično obuhvata sve tehničke gasove) i Mahov broj $Ma \leq 0,15$ dobija se da se totalna i strujna gustina razlikuju za manje od 1%. To konkretno znači da, ukoliko su brzine strujanja vazduha normalne temperature manje od 50 m/s, vazduh se, u posmatranom protočnom preseku, može tretirati kao nestišljiv fluid. Takođe se pokazuje, da se totalni i dinamički pritisak u struji gasa, za $Ma \leq 0,5$, mogu, sa greškom manjom od 1%, izračunati korišćenjem istih formula kao i za nestišljiv fluid. Dakle, kod niskopritisnih ($II_t < 1,01$) i srednjepritisnih ($II_t < 1,03$) ventilatora, promena gustine gasa se, bez veće greške (do 2%) može zanemariti ($\rho = const.$) [9].

2.1. MODELIRANJE TURBULENCIJE

Realna strujanja fluida u prirodi, kao i u veštački stvorenim sistemima, a čiji sastavni deo čine i turbomašine, su takozvana turbulentna strujanja. Turbulentno strujanje je nestacionarno vrtložno strujanje koje se javlja pri velikim brzinama strujanja fluida, odnosno velikim Rejnoldsovim brojevima.

Važno je naglasiti da turbulencija nije svojstvo fluida, već je to osobina strujanja fluida. Stoga je turbulencija neraskidivo vezana za uslove strujanja fluida.

Ne postoji jedinstvena definicija turbulencije, već se mnogo češće turbulencija definiše preko osnovnih svojstava turbulentnog strujanja [35, 40, 45].

Može se istaći da je turbulencija stanje fluida pri kome sva svojstva, tj. sve fizičke veličine, kontinuirano fluktuiraju u nepravilnom, haotičnom, neponovljivom i nepredvidivom maniru [45].

Dakle, turbulentna strujanja su vrtložna strujanje kod kojih postoji jasna strukturalna hijerarhija vrtloza, a karakteriše ih još i nestacionarnost, trodimenzionalnost fluktuacije vrtloženja i difuzivnost, koja uzrokuje intenzivnu razmenu količine kretanja, mase i toplote. Važna karakteristika je takođe i disipacija, kao mera povećanja unutrašnje energije fluida pri utrošku kinetičke energije turbulencije.

Turbulentna difuzija, koja intenzivira procese razmene energije u turbulentnoj struji fluida, je za više redova veličine veća od molekularne difuzije. Širok je spektar turbulentnih skala, tj. razmera. Najveći vrtlozi mogu biti reda veličine fluidnog domena, dok vrtlozi

najmanjih razmera disipiraju u kaskadnom procesu prenosa energije sa najvećih na najmanje vrtloge, do konačne disipacije usled postojanja viskoznosti fluida, pri čemu se energija vrtloga najmanjih razmera transformiše u toplotu. Osim spektra turbulentnih razmera, treba imati u vidu da postoji i spektar vremenske egzistencije vrtloga, čime se dodatno komplikuje fizika turbulentnog strujanja fluida.

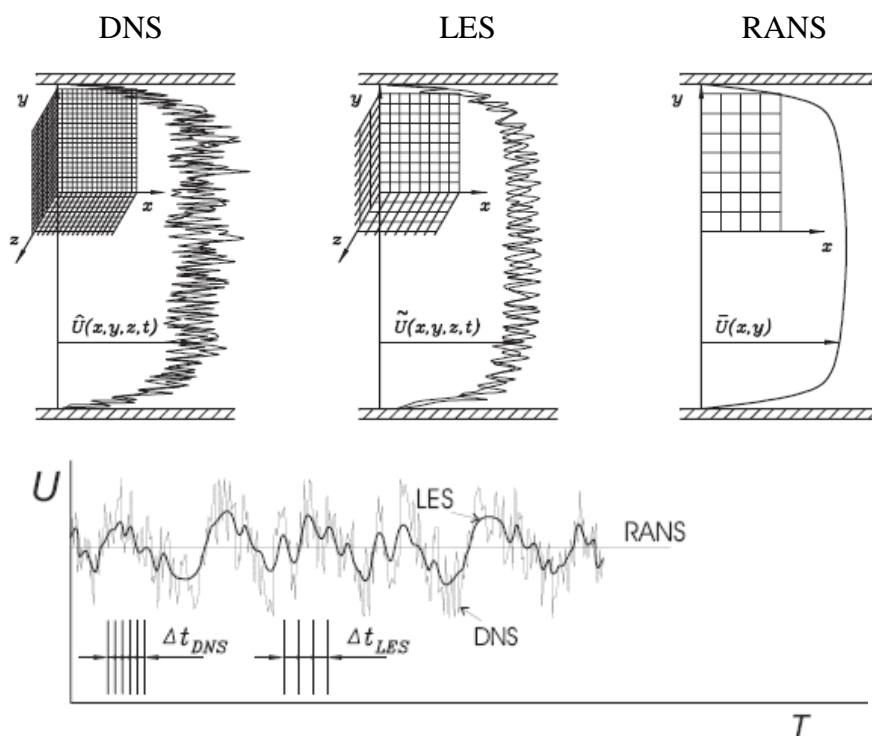
Dakle, može se zaključiti da je matematičko modeliranje turbulencije veoma složen i zahtevan zadatak, kojim se istraživači širom sveta bave već više decenija [35, 36, 40, 44, 47, 59-63, 94-96, itd.].

Sa matematičke tačke gledišta, turbulencija je rezultat nelinearnosti Navier-Stokes-ovih jednačina, i uopšte jednačina konzervacije. Postoje tri različita pristupa modeliranja turbulencije:

1. determinističko rešavanje jednačina strujanja fluida - Direct Numerical Simulation, ili kratko DNS;
2. rešavanje hibridnih modela - Large Eddy Simulations (LES) i Detached Eddy Simulations (DES);
3. statističko rešavanje jednačina strujanja fluida - rešavanje osrednjenih Navier-Stokes-ovih jednačina, tzv. osrednjenih Reynolds-ovih jednačina strujanja fluida (Reynolds Averaged Navier-Stokes Equations, ili kraće RANS jednačina);

Svi pomenuti pristupi rešavanja jednačina strujanja fluida su u osnovi različiti i mogućnost njihove primene zavisi od brojnih ograničenja, pre svega od postojećih kompjuterskih resursa. Danas se u nekim naučnim istraživanjima, najčešće za potrebe aerodinamičkih (aeronautičkih) i meteoroloških istraživanja, koriste supekompjuteri velikih procesorskih brzina i značajnih memorijskih kapaciteta. Međutim, u inženjerskoj praksi se uglavnom koristi mnogo skromnija kompjuterska tehnologija, tako da je tu od značaja dobiti optimalan odnos uloženog vremena istraživača – veličine računarskih kapaciteta – tačnost dobijenih rezultata.

Na slici 2.1 prikazana je razlika između pomenutih pristupa modeliranja turbulentnog strujanja koju je slikovito predstavio Hanjalić [44] preko profila brzina u kanalu, odnosno preko dijagrama promene brzine u funkciji vremena.



Sl.2.1. Promena turbulentne brzine u kanalu kod DNS, LES i RANS pristupa [45].

2.1.1. Direktno numeričke simulacije (DNS)

Direktno numeričke simulacije se zasnivaju na direktnom rešavanju kompletnih Navijer-Stokes-ovih jednačina u trodimenzijskom prostoru i vremenu. Pri tom je neophodno, u kreiranoj diskretizacionoj mreži, rešiti sve potrebne veličine strujanja, uz obezbeđivanje prostorne i vremenske rezolucije, počevši od najmanje tzv. Kologorove mikroskale, do najveće skale koja nosi i najveću kinetičku energiju. Samo na taj način se može dobiti informacija o svim fluktuirajućim veličinama strujnog polja. Iz ovog razloga, diskretizaciona mreža kod ovakvih numeričkih simulacija mora biti veoma fina, kako bi mogle da se razreše sve turbulentne razmere. Ovakav detaljan pristup rešavanju turbulentnog strujanja zahteva računare velike snage (tzv. superkompjutere), odnosno samo rešavanje zahteva značajno vreme rada centralne procesorske jedinice (tzv. CPU).

Teorija turbulencije pokazuje da je odnos maksimalnog i minimalnog prečnika vrtloga proporcionalan vrednosti $Re^{3/4}$, tako da broj elemenata 3D mreže mora biti reda veličine $Re^{9/4}$. Paralelno sa visokom prostornom rezolucijom, za DNS je potrebno obezbediti i visoku vremensku rezoluciju, kako bi se što bolje predstavila evolucija turbulentnog strujanja u nekom domenu, tj. razvoj turbulentnog strujanja u fluidnom prostoru (sl.2.1). Nažalost,

postojeći dostupni memorijski kapaciteti, kao i sama brzina procesora još uvek nisu dovoljni da bi obezbedili rešavanje problema strujanja sa velikom Reynoldsovim brojevima ($Re > 10000$) [45].

Zbog svega navedenog, direktne numeričke simulacije (DNS) se u praksi primenjuju kod jednostavnijih nestacionarnih 3D geometrijskih modela i malih Reynolds-ovih brojeva, što svakako nije slučaj rada hidrauličkih turbomašina.

2.1.2. Simulacije velikih vrtloga (LES)

Simulacije velikih vrtloga (tzv. LES) takođe uključuju deterministički pristup, s tim što se u ovom slučaju rešavaju samo prostorne i vremenske veličine filtriranog dela skale. Dakle, ovakvim filtriranjem se eliminiše direktno rešavanje vrtloga malih razmera, već se oni statistički modeliraju. Direktno numerički se rešavaju samo vrtlozi velikih razmera, počevši od najmanje rezolucije, koju čine veličine određene diskretizacionom mrežom, pa sve do najveće rezolucije, koja može biti reda veličine fluidnog domena. U ovom pristupu pravi se razlika između krupnorazmernih i sitnorazmernih turbulentnih struktura, pri čemu su krupnorazmerne turbulentne strukture difuzione prirode i predstavljaju glavni tok strujanja fluida. Sitnorazmerne turbulentne strukture su disipativne prirode, nastaju pod dejstvom velikih vrtloga, homogene su i lakše ih je modelirati.

Dakle, ovakav pristup omogućava korišćenje manje rezolucije diskretizacione mreže 3D geometrijskog modela, kao i manji vremenski korak numeričkih simulacija (sl.2.1). Samim tim ovakav pristup zahteva i nešto slabije računarske resurse, tj. manje vreme rada CPU, nego što je slučaj kod DNS-a. LES je kompromis između DNS i RANS metode, jer rešava u vremenu i prostoru samo vrtložna kretanja velikih razmera, a koristi statističke turbulentne modele za kretanja vrtloga nižih razmera. Najmanja rezolucija diskretizacione mreže definiše i filter turbulentnog spektra. Delovi spektra koji nisu obuhvaćeni numeričkom mrežom modeliraju se pomoću tzv. submrežnih modela (*subgrid-scale modeli*), kojima se simulira interakcija krupnih i sitnih turbulentnih struktura. Na ovaj način se štedi raspoloživa kompjutersku memoriju, ali i vreme potrebno za izračunavanje numeričkih iteracija. Zbog toga se LES može koristiti i za veće Re -brojeve, kao i kod kompleksnijih strujanja [24,25,78].

Ipak za rezultate uporedive sa onima koji su dobijeni direktnim numeričkim simulacijama, LES još uvek zahtevniji po pitanju računarskih resursa i bliži je DNS, nego RANS simulacijama.

Kao i kod DNS-a, kod simulacije velikih vrtloga numerički se simulira nestacionarno i trodimenzionalno strujanje fluida u definisanom strujnom domenu, tako da se kod oba pristupa vrši rešavanje trenutnih Navier-Stokes-ovih jednačina u vremenu i 3D prostoru.

Kod složenijih turbulentnih strujanja sa velikim Re-brojevima, kakva se javljaju u turbomašinama, diskretizaciona mreža u kombinaciji sa fizički opravdanim filterom može imati ipak previše elemenata (reda veličine 10^8 za rezultate uporedive sa DNS rezultatima [50]) da bi bila izvodljiva na standardnim PC računarima, pa se u ovakvim slučajevima treba razmotriti primenljivost ovog pristupa u tehničkoj praksi.

U poslednje vreme bilo je dosta pokušaja da se kombinuju LES i RANS pristupi, kako bi se dobili hibridni modeli koji bi imali prednosti obe metode (dobijanje rešenja trodimenzijskog i vremenski nestacionarnog strujanja, sa smanjenim angažovanjem računarskih resursa). Najpoznatiji takav hibridni model je Detached Eddy Simulation (DES) model, koji kombinuje RANS pristup u oblasti graničnog sloja (u neposrednoj blizini čvrstih zidova, gde nema velikih vrtloga), sa LES pristupom u mnogo većoj oblasti osnovnom turbulentnog toka [33, 78, 87].

2.1.3. Rešavanje osrednjenih Reynolds-ovih jednačina (RANS)

Rešavanje osrednjenih Reynolds-ovih jednačina strujanja podrazumeva Reynolds-ovu dekompoziciju Navier-Stokes-ovih jednačina (detaljnije u poglavlju 2.2.3.), pri čemu se statistički pristup ovakvom modeliranju ogleda u primeni statističkog filtera na jednačine strujanja. Ovakav pristup se odnosi na rešavanje, kako stacionarnih (RANS), tako i nestacionarnih (URANS ili TRANS) osrednjenih jednačina strujanja.

Kako je u tehničkoj praksi od sporednog interesa šta se dešava u turbulentnim strukturama, već je značajnije odrediti ukupni efekat turbulentnog toka, u ovom pristupu koristi se Reynoldsovo zapažanje da svaki strujni parametar razvijenog turbulentnog strujanja osciluje oko neke srednje (prosečne) vrednosti. Tako se sve vrednosti trenutnih strujnih parametara turbulentnog toka predstavljaju kao zbir srednje i fluktuacione vrednosti. Navier-Stokes-ove jednačine se vremenski osrednjavaju u postupku koji je poznat kao Reynolds-ova dekompozicijom (poglavlje 2.1.3), kako bi se dalje pristupilo numeričkom rešavanju tako dobijenih jednačina.

Zatvaranje sistema RANS jednačina vrši se pomoću odgovarajućeg turbulentnog modela, tj. primenjuje se matematičko modeliranje turbulencije [59-63, 79, 80, 94-96].

Kod RANS numeričkih simulacija strujanja u hidrauličnim turbomašinama, kod kojih je osnovano zanemariti promenu gustine fluida, tj. smatrati da je fluid nestišljiv, takođe se može učiniti i pretpostavka da nema promene temperature fluida s vremenom. Tada se problem rešava korišćenjem jednačine kontinuiteta i momentne jednačine, koje predstavljaju 4 skalarne jednačine sa 10 nepoznatih (3 komponente brzine, pritisak i 6 komponenti tenzora turbulentnog napona). Da bi se sistem ovih jednačina zatvorio neophodno je pridružiti mu dopunske jednačine, kojim se mogu dobiti sve komponente tenzora turbulentnog napona.

Kada se radi o rešavanju jednačina turbulentnog strujanja, u prvom redu jednačina koje definišu prelaznu oblast, zahteva se određivanje turbulentnog tangencijalnog napona (Rejnoldsovog napona), odnosno turbulentne viskoznosti ν_t . Da bi se odredili Reynolds-ovi naponi, neophodno je uvesti nove hipoteze, odnosno potrebno je na neki način opisati turbulentno strujanje, tj. izvršiti aproksimaciju nepoznatih veličina u funkciji od drugih, predhodno definisanih veličina, kao što su npr. gradijent brzine prosečnog strujanja, kinetička energija turbulencije itd. Time se značajno pojednostavljuje sistem parcijalnih diferencijalnih jednačina, koji se dalje može rešavati numerički.

Za razliku od od DNS i LES, RANS se može koristiti u stacionarnom obliku, a mnogi problemi strujanja se mogu rešiti u dve prostorne dimenzije, čak u jednoj dimenziji, ukoliko uslovi razmatranog turbulentnog strujanja zadovoljavaju ovakvo uprošćavanje.

2.2. OSNOVNE JEDNAČINE STRUJANJA FLUIDA

2.2.1. Zakon održanja (konzervacije)

Za svaku promenljivu veličinu ϕ , čija se promena posmatra po jedinici mase u nekoj kontrolnoj zapremini (CV), ukupna veličina te promenljive u celoj kontrolnoj zapremini, Φ , može se prikazati pomoću jednakosti:

$$\Phi = \int_{V_{CV}} \rho \phi dV . \quad (2.1)$$

Promena veličine Φ sa vremenom je:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_{V_{CV}} = \frac{d}{dt} \int_{V_{CV}} \rho \phi dV = \frac{\partial}{\partial t} \int_{V_{CV}} \rho \phi dV + \int_{A_{CV}} \rho \phi v (\vec{n} \cdot d\vec{A}), \quad (2.2)$$

gde su V – veličina zapremine CV, A – veličina površine koja obuhvata CV, \vec{n} – vektor normale na površinu kontrolne zapremine.

Iz Reynolds-ove transportne teoreme, po kojoj se promena neke veličine tokom vremena u nekoj kontrolnoj zapremini kroz koju protiče fluid dešava usled dva efekta:

- usled dejstva izvora i ponora (predstavljen zapreminskim integralom) i
- usled kretanja kroz prostor, kontrolna površ zahvata nove delove strujnog prostora, što uzrokuje promenu te veličine (pretstavljen površinskim integralom).

Treba napomenuti da u nekom trenutku vremena, kada se nepokretna kontrolna zapremina poklopi sa materijalnom zapreminom, tada su njihovi i zapreminski i površinski integrali jednaki, ali se vremenski izvod promenljive Φ razlikuje, tako da je:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_{CV} \neq \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_{MS}$$

Za nepokretnu kontrolnu zapreminu, kada se ona u datom trenutku vremena poklopi sa materijalnom kontrolnom zapreminom, može se dobiti da je:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_{V_{CV}} = \int_{V_{CV}} \frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} dV . \quad (2.3)$$

$$i \quad \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_{V_{MS}} = \int_{V_{CV}} \frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} dV + \int_{A_{MCV}} \rho \phi (\vec{v} \cdot d\vec{A}). \quad (2.4)$$

Primenom Gauss-ove teoreme izraz (2.19) se može pisati u obliku:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{V_{MS}} = \int_{V_{CV}} \left[\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \nabla(\rho\phi\vec{v}) \right] dV. \quad (2.4')$$

Za materijalni sistem koji ima konstantnu masu fluida, promena promenljive Φ sa vremenom se dešava usled postojanja izvora ili ponora, kao i zbog dejstva uticaja okoline.

Za jednu kontrolnu zapreminu, kada se kontrolna zapremina poklopi sa materijalom zapreminom, opšti zakon održanja polja se može izraziti u obliku:

$$\int_{V_{CV}} \frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} dV + \int_{A_{CV}} \rho\phi(\vec{v} \cdot d\vec{A}) = \int_{V_{CV}} \Pi dV, \quad (2.5)$$

$$\text{tj.} \quad \int_{V_{CV}} \left[\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \nabla(\rho\phi\vec{v}) \right] dV = \int_{V_{CV}} \Pi dV, \quad (2.5')$$

$$\text{ili} \quad \frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \nabla(\rho\phi\vec{v}) - \Pi = 0, \quad (2.5'')$$

gde je: $\Pi = \Pi_v + \nabla \cdot \Pi_A$ - suma svih zapreminskih i površinskih efekata koje deluju na posmatranu kontrolnu zapreminu. Kada je $\Pi = 0$, promenljiva je lokalno konzervativna, ako je $\Pi > 0$ postoji lokalna produkcija, a ako je $\Pi < 0$ postoji negativna produkcija (išcezavanje) promenljive Φ .

Kod kontrolnih zapremina pravilnog geometrijskog oblika, konvektivni član se može izraziti kao razlika promenljive Φ u jedinici vremena ($\dot{\Phi}$) na izlazu i ulazu kontrolne zapremine, odnosno:

$$\int_{A_{CV}} \rho\phi(\vec{v} \cdot d\vec{A}) = \int_{A_{CV}} \phi \cdot d\dot{m} = \dot{\Phi}_{out} - \dot{\Phi}_{in}. \quad (2.6)$$

Kako je:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{V_{MS}} = \left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{V_{CV}} + \int_{A_{CV}} \rho\phi(\vec{v} \cdot d\vec{A}) = \left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{V_{CV}} + \dot{\Phi}_{out} - \dot{\Phi}_{in}, \quad (2.7)$$

zakon održanja polja u makroskopskom obliku pretstavlja se izrazom:

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{V_{CV}} = \dot{\Phi}_{in} - \dot{\Phi}_{out} + \int_{V_{CV}} \Pi dV = \dot{\Phi}_{in} - \dot{\Phi}_{out} + \pi, \quad (2.8)$$

gde je π - ukupna produkcija ili destrukcija promenljive Φ po jedinici vremena u CV.

Dakle, priraštaj neke pomenljive Φ u kontrolnoj zapremini jednak je razlici doticaja i oticaja te promenljive i sumi ukupne produkcije promenljive u toj kontrolnoj zapremini.

Problem turbulentnog prenosa materije, momenta (impulsa) i energije, može se pretstaviti diferencijalnim jednačinama konzervacije mase, momenta i energije, a takođe se tom sistemu može pridodati i jednačina stanja. Kako ovaj sistem nije jednoznačno određen,

za zatvaranje sistema neophodno je definisati dopunske jednačine. U tom smislu razvijeni su turbulentni modeli pomoću kojih se može rešiti tenzor Reynolds-ovih napona.

Ipak, potrebno je olakšati rešavanje ovog sistema, kako bi se on numerički mogao efikasno rešavati. To se postiže generalizacijom parcijalnih diferencijalnih jednačina, tako da se sve one mogu predstaviti pomoću jedine jednačine oblika:

$$\underbrace{\rho \frac{d\Phi}{dt}}_m = \underbrace{\rho \frac{\partial \Phi}{\partial t}}_l + \underbrace{\rho \frac{\partial}{\partial x_i} (v_j \Phi)}_c - \underbrace{\frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma_\phi \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} \right)}_d = \underbrace{S_\phi}_s, \quad (2.9)$$

gde je: m – materijalni izvod (totalna promena Φ duž strujnice); l – lokalna promena po vremenu; c – konvektivni član; d – difuzioni član, Γ_ϕ - transportni koeficijent; s – izvorni član (izvor ili ponor).

Generalizacija zakona konzervacije omogućava diskretizaciju samo jedne jednačine i njeno numeričko rešavanje, jer omogućava da se sve osrednjene parcijalne diferencijalne jednačine napišu u istom obliku (kao zbir kolalnog, konvektivnog, difuzionog i izvornog člana), što se postiže tako što se svi dodatni članovi u ovim jednačinama jednpstavno tretiraju kao dodatni izvorni član.

Koristeći tabelu I, lako se opšti oblik jednačine konzervacije (izraz (2.24)) može transformisati u bilo koju od vodećih jednačina:

Tabela I

Jednačina	Φ	ϕ	Γ_ϕ	S_ϕ
Kontinuiteta	m	l	0	0
Momenta	$m \cdot v$	v	μ	$\rho F_i - \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \overline{v'_i v'_j})$
Energije	H	$h = c_p T$	$\lambda = -q / (\partial T / \partial x_j)$	$-c_p \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \overline{T' v'_j})$

Softver Ansys CFX za numeričku simulaciju strujanja fluida koristi ove jednačine održanja (konzervacije) u sledećim oblicima obliku:

- Jednačina kontinuiteta

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho v) = 0, \quad \text{tj.} \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho v_j) = 0 \quad (2.10)$$

gde je v – brzina strujanja fluida.

- Momentna jednačina

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \nabla(\rho v v) = -\nabla p + \nabla \tau + S_M, \quad (2.11)$$

gde se izvorni član sastoji od gradijenta pritiska, gradijenta tangencijanog napona $\tau = \mu \left(\nabla v + (\nabla v)^T - \frac{2}{3} \delta \nabla v \right)$ i dodatog izvornog člana koji definiše spoljašnje (masene) sile S_M .

U tenzorskom obliku momentna jednačina koja se koristi u korišćenom softveru glasi:

$$\frac{\partial(\rho v_j)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho v_j v_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu_{eff} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \right], \quad (2.11')$$

gde je $\mu_{eff} = \mu + \mu_t$.

- Energijska jednačina

$$\frac{\partial(\rho h_{tot})}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla(\rho v h_{tot}) = \nabla(\lambda \nabla T) + \nabla(v \cdot \tau) + \nabla \tau + v \cdot S_M + S_E, \quad (2.12)$$

gde je: $h_{tot} = h + v^2 / 2$ - totalna entalpija; S_E - dodatni izvorni član;

$\nabla(v \cdot \tau)$ - član viskoznog rada (koji predstavlja rad zbog viskoznih napona);

$v \cdot S_M$ - član koji predstavlja rad usled spoljašnjeg izvora momenta;

Nešto više reči o pomenutim jednačinama strujanja fluida biće reči u narednim poglavljima. Takođe će biti opisana Reynolds-ova dekompozicija Navier-Stokes-ovih jednačina, kao vodeća jednačina u RANS simulacijama strujanja.

2.2.2. Jednačina kontinuiteta

Jednačina kontinuiteta analitički izražava zakon o održanju mase, po kome se izolovanoj količini materije dm (kada u kontrolnoj zapremini koju posmatramo nema izvora ni ponora), čija je gustina ρ , a zapremina dV , može menjati i zapremina i gustina, ali uz zadovoljenje uslova:

$$dm = \rho \cdot dV = const. \quad (2.10)$$

Diferenciranjem jednačine (2.1) po vremenu ($dm/dt=0$) i daljom njenom transformacijom dobija se opšti oblik jednačine kontinuiteta u vektorskom obliku:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{v}) = 0, \quad (2.11)$$

pri čemu je korišćena Gausova teorema po kojoj je da je divergencija brzine brojno jednaka višku zapremine fluida ($d(dV)$) koji isteče u jedinici vremena (dt) iz jedinice zapremine fluidnog prostora (dV).

Jednačina kontinuiteta u indeksnoj notaciji ima oblik:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho v_i) = 0. \quad (2.11')$$

U slučajevima kada se može zanemariti stišljivost fluida ($\rho = \text{const.}$), što je slučaj kod hidrauličkih turbomašina i niskopritisnih ventilatora, jednačina kontinuiteta glasi:

$$\operatorname{div} \vec{v} = 0, \quad \text{tj.} \quad \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0. \quad (2.12)$$

2.2.3. Navier-Stokes-ove jednačine

Još u prvoj polovini 19. veka Louis Marie Henri Navier (1827.) i Georg Gabriel Stokes (1843.) su nezavisno jedan od drugog izveli osnovne jednačine kretanja fluida, tzv. Navier-Stokes-ove jednačine. Ove jednačine daju univerzalan matematički model strujanja fluida izražen u formi parcilnih diferencijalnih jednačina, i, sve do današnjeg dana, predstavljaju osnovne jednačine mehanike fluida.

Pri izvođenju ovih jednačina osnovno polazište je drugi Newton-ov zakon, prema kojem je vremenska promena količine kretanja sistema materijalnih tačaka (elementarna kontrolna zapremina fluidnog prostora ili fluidni delić) jednaka sumi svih sila koje deluju na taj sistem (masenih (tj. zapreminskih) i unutrašnjih). Unutrašnje sile su definisane preko naponskog stanja fluida, pri čemu su uvedene izvesne pretpostavke, odnosno hipoteze o naponima.

Navier-Poisson-ova hipoteza predstavlja zakon veze između napona i deformacije. Lokalni naponi fluidnog delića, predstavljeni tenzorom σ_{ij} , mogu se razložiti na normalne napone usled delovanja hidrostatičkog pritiska $-p\delta_{ij}$, gde je δ_{ij} - Kroneck-erova operator (tzv. sferni deo tenzora napona) i viskozne (smičuće) napone τ_{ij} (tzv. devijatorski deo tenzora napona).

Fluidni pritisak jednak srednjoj aritmetičkoj vrednosti komponenata pritiska u pravcima koordinatnih osa (*hipoteza o pritisku*)

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + \tau_{ij}. \quad (2.13)$$

Može se pretpostaviti da su viskozni naponi u nekoj tački proporcionalni lokalnoj deformaciji fluida. Za homogene i izotropne fluide viskozni naponi se mogu predstaviti izrazom:

$$\tau_{ij} = 2\mu S_{ij} + \eta\delta_{ij}S_{kk}, \quad S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i}\right), \quad S_{kk} = \frac{\partial v_k}{\partial x_k}, \quad (2.14)$$

gde je: μ - dinamički koeficijent viskoznosti, η - koeficijent koji odražava promenu zapremine fluidnog delića, tj. stišljivost fluida.

Navijer-Poissonov zakon koristi i *hipotezu o simetričnosti* koeficijenata η , pri kojoj je za homogen i izotropan fluid ovaj koeficijent jednak u svim pravcima.

Prema kinetičkoj teoriji jednoatomskih gasova dobija se da je $\eta = -\frac{2}{3}\mu$, tako da se viskozni napon konačno može pisati u obliku:

$$\tau_{ij} = 2\mu\left(S_{ij} - \frac{2}{3}\delta_{ij}S_{kk}\right). \quad (2.15)$$

Prema *hipotezi o konjugovanim naponima*, tangencijalni naponi zadovoljavaju jednakost: $\tau_{ij} = \tau_{ji}$; Dakle, opšti oblik Navier-Stokes-ove jednačine ima oblik:

$$\rho \frac{dv_i}{dt} = \rho \frac{\partial v_i}{\partial t} + \rho v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \rho F_i + \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j}. \quad (2.16)$$

Nakon uvođenja izraza za napone i dalje transformacije, Navier-Stokes-ove jednačine se u vektorskom notaciji mogu predstaviti izrazom:

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = \rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \rho(\vec{v}, \nabla)\vec{v} = \rho\vec{F} - \nabla p \mathbf{I} + \nabla \left[\mu \left(\nabla \vec{v} + (\nabla \vec{v})^T - \frac{2}{3} \nabla \vec{v} \mathbf{I} \right) \right], \quad (2.17)$$

tj.

$$\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \rho(\vec{v}, \nabla)\vec{v} = \rho\vec{F} - \text{grad } p + \mu \Delta \vec{v} + \frac{1}{3} \mu \text{grad}(\text{div} \vec{v}). \quad (2.17')$$

U tenzorskom obliku Navier-Stokes-ova jednačina glasi:

$$\rho \frac{dv_i}{dt} = \rho \frac{\partial v_i}{\partial t} + \rho v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \rho F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial v_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right], \quad (2.18)$$

tj.

$$\rho \frac{\partial v_i}{\partial t} + \rho v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \rho F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial v_i}{\partial x_j} \right) + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\mu \frac{\partial v_j}{\partial x_j} \right). \quad (2.18')$$

Za nestišljive fluide konstantne dinamičke viskoznosti, kod kojih je $S_{kk} = 0$, Navier-Stokes-ove jednačine postaju:

$$\rho \frac{\partial v_i}{\partial t} + \rho v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \rho F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j \partial x_j}. \quad (2.19'')$$

2.2.4. Reynolds-ova dekompozicija i osrednjene jednačine strujanja fluida

Iako Navier-Stokes-ove jednačine univerzalno opisuju sva strujanja fluida, njihovo rešenje se može odrediti samo za određen, mali broj jednostavnijih slučajeva strujanja fluida, uz uvođenje određenih pretpostavki, kao i početnih i graničnih uslova. Kompleksna turbulentna strujanja, kakva se javljaju u turbomašinama, ne mogu se rešiti integriranjem Navier-Stokes-ovih jednačina, već se rešenje ovog problema traži u rešavanju osrednjenih Navier-Stokes-ovih jednačina, takozvanih Reynolds-ovih jednačina (RANS – Reynolds Averaged Navier Stokes). Reynolds-ove jednačine su dobijene primenom statističke metode. Naime, Reynolds je predložio da se trenutne vrednosti fizičkih veličina pretstave zbirom njihove prosečne (srednje) vrednosti i fluktuacije (tj. trenutnog odstupanja) te veličine.

$$f = \bar{f} + f', \quad \text{gde je} \quad \bar{f} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T f \cdot dt, \quad (2.20)$$

gde su:

f - trenutna vrednost promenljive,

\bar{f} - srednja vrednost promenljive,

f' - fluktuaciona vrednost promenljive,

t - vremenska koordinata,

T - vremenski interval osrednjavanja.

Na ovaj način se umesto trenutnih brzina uzimaju njihove srednje vrednosti, osrednjene na dovoljno velikom vremenskom intervalu (T), uz dodatak dopunskih, tzv. Reynoldsovih ili turbulentnih, napona.

Iz jednačine (2.20) direktno sledi da je:

$$\bar{f}' \equiv 0 \quad (2.21)$$

Lako se može dokazati da važe sledeće jednakosti:

$$\overline{f_1 + f_2} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [f_1(x, y, z, t) + f_2(x, y, z, t)] dt = \overline{f_1} + \overline{f_2}, \quad (2.22)$$

$$\overline{\overline{f}} = \overline{f}, \quad \overline{f_1 f_2} = \overline{f_1} \overline{f_2}, \quad \overline{f_1 f_2'} = 0, \quad \overline{f_1 f_2'} = \overline{f_1} \overline{f_2'} + \overline{f_1' f_2'}, \quad \frac{\partial \overline{f}}{\partial t} = \overline{\frac{\partial f}{\partial t}}, \quad \frac{\partial \overline{f}}{\partial x} = \overline{\frac{\partial f}{\partial x}}.$$

S obzirom na prethodne jednačine ((2.20), (2.21) i (2.22)) jednačina kontinuiteta se može razviti:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\overline{\rho + \rho'}) + \frac{\partial}{\partial x_i} [(\overline{\rho + \rho'}) (\overline{v_i + v_i'})] = 0 \Rightarrow \frac{\partial \overline{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} [\overline{\rho v_i} + \overline{\rho' v_i'}] = 0,$$

gde je $\overline{\rho' v_i'}$ - turbulentni maseni fluks, čiji je uticaj na inertni tok fluida mali, te se zanemaruje. Osrednjena jednačina kontinuiteta se tada može pisati:

$$\frac{\partial \overline{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\overline{\rho v_i}) = 0,$$

odnosno, za viskozan nestišljiv fluid ($\rho = const.$), dobija se:

$$\frac{\partial \overline{v_i}}{\partial x_i} = 0, \quad (2.23)$$

Sličnim postupkom se može izvršiti i osrednjavanje Navie-Stokes-ovih jednačina, koje za nestišljiv fluid imaju oblik:

$$\rho \frac{\partial \overline{v_i}}{\partial t} + \rho \overline{v_j} \frac{\partial \overline{v_i}}{\partial x_j} + \rho \overline{v_j' \frac{\partial v_i'}{\partial x_j}} = \rho \overline{F_i} - \frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 \overline{v_i}}{\partial x_j \partial x_j} \quad (2.24)$$

Kako je:

$$\overline{\rho v_j' \frac{\partial v_i'}{\partial x_j}} = \rho \overline{\frac{\partial}{\partial x_j} (v_i' v_j')} - \rho v_i' \frac{\partial \overline{v_j'}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{\rho v_i' v_j'}),$$

jer se iz jednačine kontinuiteta fluktuacionog toka dobija $\overline{\partial v_j' / \partial x_j} = 0$, jednačine (2.24) postaju:

$$\rho \frac{\partial \overline{v_i}}{\partial t} + \rho \overline{v_j} \frac{\partial \overline{v_i}}{\partial x_j} = \rho \overline{F_i} - \frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 \overline{v_i}}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{\rho v_i' v_j'}) \quad (2.24')$$

gde su:

$\overline{v_i}, \overline{v_j}$ - komponente osrednjene brzine strujanja,

$\overline{F_i}$ - komponente masenih sila,

$\tau'_{ij} = -\overline{\rho v_i' v_j'}$ - tenzor turbulentnih (Reynolds-ovih) napona.

Zakon raspodele prosečnih brzina zavisi od osrednjenih proizvoda fluktuacionih brzina. Drugim rečima, u turbulentnom strujanju postoji manje ili više izraženo međudejstvo vremenski osrednjenog (prosečnog) i fluktuacionog polja fizičkih veličina.

Dakle, osrednjene jednačine koje opisuju strujanje viskoznog nestišljivog fluida ($\rho = \text{const.}$) mogu se pretstaviti u obliku:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial t} + \bar{v}_j \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} &= \bar{F}_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\bar{v} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - \overline{v'_j v'_i} \right) \\ \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_i} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

2.2.5. Turbulentni modeli

Kada se govori o statističkom modeliranju turbulencije, koje trenutno predstavlja najviše i najšire korišćen pristup modeliranja turbulentnog strujanja fluida, da bi se zatvorio sistem jednačina strujanja, neophodno je uvesti određene dopunske jednačine. Upravo ove dopunske jednačine predstavljaju tzv. modele turbulentnog strujanja, a njihov osnovni zadatak je da omoguće rešavanje novodobijenih nepoznatih članova Reynolds-ovog tenzora napona

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{v'_i v'_j}, \quad (2.26)$$

koji u Dekartovom koordinatnom sistemu dobija oblik:

$$\tau_{ij} = - \begin{pmatrix} \overline{v'_x v'_x} & \overline{v'_x v'_y} & \overline{v'_x v'_z} \\ \overline{v'_x v'_y} & \overline{v'_y v'_y} & \overline{v'_y v'_z} \\ \overline{v'_x v'_z} & \overline{v'_y v'_z} & \overline{v'_z v'_z} \end{pmatrix}. \quad (2.26')$$

Modeliranje turbulentnih napona se najčešće vrši pomoću Boussinesq-ove hipoteze, po kojoj se, iza analogije Reynolds-ovih i viskoznih napona u momentnoj jednačini, turbulentni naponi izražavaju preko proizvoda gradijenta osrednjene brzine i veličine koja karakteriše turbulentno mešanje, tzv. koeficijent turbulentne viskoznosti μ_t (koji predstavlja dodatni viskozitet usled turbulencije):

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{v'_i v'_j} = \rho \nu_t \left(\frac{d\bar{v}_i}{dx_j} + \frac{d\bar{v}_j}{dx_i} \right) = \mu_t \left(\frac{d\bar{v}_i}{dx_j} + \frac{d\bar{v}_j}{dx_i} \right). \quad (2.27)$$

Ovakav pristup je poznat kao linearni koncept turbulentne viskoznosti. Uvođenje koeficijenta μ_t , ili njegove kinematske formulacije $\nu_t = \mu_t / \rho$, omogućava zatvaranje

sistema jednačina turbulentnog strujanja fluida i definiše vrstu turbulentnog modela. Od turbulentnog modela zavisi određivanje koeficijenta turbulentne viskoznosti.

Kod turbulentnog strujanja definišu se dve skalarne veličine: turbulentna kinetička energija (k) i turbulentna disipacija (ε). Ove veličine su opisane složenim parcijalnim diferencijalnim jednačinama koje predstavljaju raspored turbulentne kinetičke energije, odnosno zakon turbulente disipacije. Njihovim modeliranjem pojednostavljuje se njihovo određivanje, tako što se određeni izrazi u njima zamenjuju empirijski dobijenim konstantama. Od samog turbulentnog modela zavisi način modeliranja ovih jednačina, kao i veličine izabranih konstanti.

U praksi se turbulentni naponi najčešće modeliraju korišćenjem sledećih modela:

- **Algebarski model napona**, koji koristi pojednostavljen algebarski oblik transportnih jednačina. Ovi modeli najčešće se zasnivaju na modelu viskoznosti vrtloga, po kojem se najpre izračunava turbulentna viskoznost, da bi se pomoću nje dobili Reynolds-ovi turbulentni naponi. Najpoznatiji su:
 - **Clauserov model turbulencije**, kod kojeg se kinematička viskoznost određuje iz izraza:

$$\mu_t = \alpha \rho v_{xe} \delta_1 \quad (2.28)$$

gde je: μ_t - koeficijent dinamičke turbulentne viskoznosti; α - konstantna vrednost, $\alpha = 0,016$; v_{xe} - brzina na ivici graničnog sloja; δ_1 - debljina istiskivanja;

- **Boldwin-Lomaxov model turbulencije**, kod kog se turbulentna viskoznost μ_t dobija kao funkcija profila brzine lokalnog graničnog sloja. Ovaj model odgovara strujanjima velike brzine sa tankim graničnim slojem (kao što je slučaj kod vazдушnih strujanja i kod turbomašina).

$$\mu_{td} = \rho \alpha C_{cp} F_w F_{Kleb} (y, y_{max} / C_{Kleb}) \quad (2.29)$$

gde je: $F_w = \min \left[y_{max} F_{max}, C_{wk} y_{max} \frac{v_{x_{dif}}^2}{F_{max}} \right]$, $F_{max} = \frac{1}{\kappa} \left[\max (l_{mix} |\omega|) \right]$;

$$l_{mix} |\omega| = \kappa y \left[1 - e^{-y^+ / A_0^+} \right] - \text{putanja mešanja}; F_{Kleb} = \left[1 + 5,5 \left(\frac{y C_{Kleb}}{y_{max}} \right)^6 \right]^{-1}$$

$$\kappa = 0,41; \alpha = 0,0168; A_0^+ = 26; C_{cp} = 1,6; C_{Kleb} = 0,3; C_{wk} = 1(0,25);$$

- Cebeci-Smithov model turbulencije se, kao i kod predhodnog modela koristi kod strujanja sa velikim brzinama i sa tankim graničnim slojem, a nije odgovarajući kod strujanja sa velikim odvajanjem struje.

$$\mu_t = \alpha \rho \nu_{xe} \delta_v F_{Kleb}(y, \delta) \quad (2.30)$$

gde je pored predhodno definisanih veličina: δ_v - debljina brzine; $F_{Kleb}(y, \delta)$ -

funkcija Klebanova koja je za glatke površi:
$$F_{Kleb}(y, \delta) = \frac{1}{1 + 5,5(y/\delta)^6}.$$

- **Jednojednačinski modeli**, kod koje se rešava jednačina kretanja za samo jednu turbulentnu veličinu (obično turbulentnu kinetičku energiju), dok se druga turbulentna veličina dobija iz algebarskog izraza. Turbulentna viskoznost se, kao i kod algebarskih modela, dobija iz Boussinesq-ove hipoteze. Najpoznatiji jednojednačinski modeli turbulencije su:

- Prandtlov model turbulencije

Kinematička turbulentna viskoznost se određuje iz izraza:

$$\nu_t = k^{\frac{1}{2}} l = C_D \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (2.31)$$

gde je k - turbulentna kinetička energija, koja se određuje iz jednačine:

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \bar{v}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \tau_{ij} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - C_D \frac{k^{2/3}}{l} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right], \quad (2.32)$$

dok je
$$\varepsilon = C_D \frac{k^{3/2}}{l}, \quad \tau_{ij} = 2\nu_T S_{ij} - \frac{2}{3} k \delta_{ij}.$$

Koeficijenti modela su: $C_D = 0,08$, $\sigma_k = 1$.

- Model Bradshaw-a

Ovaj model koristi diferencijalnu jednačinu kinetičke energije:

$$\tau_t = a \rho k$$

gde je: $a \approx 0,3$, ρ - gustina fluida, k - kinetička energija turbulencije.

- **Dvojednačinski modeli**, kod kojih se opisuju transportne jednačine za turbulentnu kinetičku energiju i disipaciju.

- k-ε model

Kod standardne k-ε modela turbulencije, vrednost kinetičke energije (k), i turbulentne disipacije (ε) dobijaju se korišćenjem diferencijalnih jednačina:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \varepsilon, \quad (2.33)$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \varepsilon v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} P_k - C_{\varepsilon 2} \rho \varepsilon), \quad (2.34)$$

gde je μ_t turbulentna viskoznost $\mu_t = \rho C_\mu k^2 / \varepsilon$, a C_μ , $C_{\varepsilon 1}$, $C_{\varepsilon 2}$, σ_k i σ_ε su konstante modela ($C_\mu = 0,09$, $C_{\varepsilon 1} = 1,44$, $C_{\varepsilon 2} = 1,92$, $\sigma_k = 1$, $\sigma_\varepsilon = 1,3$).

Veličina P_k turbulentna produkcija usled dejstva viskoznih i potisnih sila, koja se modelira na sledeći način:

$$P_k = -\overline{\rho v_i' v_j'} \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \tau_{ij} \frac{\partial v_i}{\partial x_j}.$$

RNG k- ε model turbulencije su razvili Yakhot i ostali, u cilju uzimanja u obzir uticaj i manjih razmera kretanja. Jednačina kinetičke energije ostaje ista, dok jednačina turbulentne disipacije dobija oblik:

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \varepsilon v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} P_k - C_{\varepsilon 2}^* \rho \varepsilon), \quad (2.35)$$

pri čemu je: $C_{\varepsilon 2}^* = C_{\varepsilon 2} + \frac{C_\mu \eta^3 (1 - \eta / \eta_0)}{1 + \beta \eta^3}$, $\eta = Sk / \varepsilon$ i $S = (2S_{ij} S_{ij})^{1/2}$.

Koeficijenti su: $C_\mu = 0,0845$, $C_{\varepsilon 1} = 1,42$, $C_{\varepsilon 2} = 1,68$, $\sigma_k = 0,7194$, $\sigma_\varepsilon = 0,7194$.

o k- ω model

Kod k- ω turbulentnog modela pretpostavka je da je turbulentna viskoznost u vezi sa turbulentnom kinetičkom energijom (k) i turbulentnom frekvencijom (ω) preko relacije $\mu_t = \rho k / \omega$. Jednačine turbulentne kinetičke energije i turbulentne frekvencije (Wilcox [84]) imaju oblike:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \beta' \rho k \omega, \quad (2.36)$$

$$\frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \omega v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \alpha \frac{\omega}{k} P_k - \beta \rho \omega^2, \quad (2.37)$$

pri čemu su konstante sistema: $\beta' = 0,09$; $\alpha = 5/9$; $\beta = 3/40 = 0,075$; $\sigma_k = 2$; $\sigma_\omega = 2$, a turbulentna disipacija $\varepsilon = \beta' k \omega$. Ostali članovi diferencijalnih jednačina su definisani u k- ε modelu turbulencije.

o BSL i SST k- ω modeli

Wilcox-ov k- ω model pokazuje izrazitu osetljivost u slobodnoj struji fluida, dok se u oblastima uz čvrste zidove pokazao veoma pouzdanim. Sa druge strane, k- ε model turbulencije pokazuje slabiju tačnost u okolini čvrstih zidova. Vodeći se predhodno opisanim prednostima i manama k- ε i k- ω modela, Menter [59] je razvio novi turbulentni model, tzv. BSL turbulentni model, koji koristi prednost k- ω modela u blizini zidova k- ε modela u slobodnoj fluidnoj struji. Ovaj model se opisuje Wilcox-ovim jednačinama koje su pomnožene funkcijom mešanja F_1 , a jednačina transformisanog k- ε turbulentnog modela funkcijom $1-F_1$, gde je F_1 jednak jedinici u blizini čvrstih zidova, a prelazi u nulu unutar graničnog sloja. Ovako dobijene k- i ω - jednačine daju BSL model:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k v_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{k3}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \beta' \rho k \omega, \quad (2.38)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \omega v_j)}{\partial x_j} = & \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\omega 3}} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + 2(1-F_1) \rho \frac{1}{\sigma_{\omega 2} \omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + \\ & + \alpha_3 \frac{\omega}{k} P_k - \beta_3 \rho \omega^2 \end{aligned} \quad (2.39)$$

Koeficijenti novog modela su linearna kombinacija korišćenih modela,

$$\phi_3 = F_1 \phi_1 + (1-F_1) \phi_2,$$

Gde ϕ_1 predstavlja konstantu Wilcox-ovog k- ω modela, a ϕ_2 konstantu transformisanog k- ε modela.

SST turbulentni model na sličan način opisuje k- i ω - jednačine, s tim da je turbulentna kinematička viskoznost definisana jednačinom:

$$\nu_t = \frac{\mu_t}{\rho} = \frac{a_1 k}{\max(a_1 \omega, S, F_2)}, \quad (2.40)$$

gde je $a_1 = 0,3$, S je invarijanta mere brzine naprezanja, a F_2 je funkcija mešanja, slična funkciji F_1 , koja ograničava vrednost u graničnom sloju:

$$F_2 = \tanh \left[\left[\max \left(\frac{2\sqrt{k}}{\beta' \omega y}, \frac{500\nu}{y^2 \omega} \right) \right]^2 \right].$$

Funkcija mešanja je kritična za uspešnost ove metode, a njena formulacija je:

$$F_1 = \tanh \left\{ \left[\min \left[\max \left(\frac{\sqrt{k}}{\beta' \omega y}, \frac{500\nu}{y^2 \omega} \right), \frac{4\rho k}{CD_{k\omega} \sigma_{\omega 2} y^2} \right] \right]^4 \right\}$$

gde je y rastojanje do najbližeg zida, ν je kinematička viskoznost, $\sigma_{\omega 2}=1,168$

$$(1/\sigma_{\omega 2}=0,856), \text{ dok je: } CD_{k\omega} = \max\left(2\rho \frac{1}{\sigma_{\omega 2} \omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j}, 10^{-10}\right).$$

- **Reynolds-ovi naponski modeli** (RSM – Reynolds Stress Models ili RST – Reynolds Stress Transport Models) zasnivaju se na direktnom korišćenju Rejnoldsovih jednačina. Ovaj model koristi kompletan oblik transportnih jednačina za određivanje Reynolds-ovih napona. Takođe potrebno je dodati i jednu transportnu jednačinu za određivanje turbulentne razmere dužine, tj. putanje mešanja. Obično se za ovu jednačinu uzima jednačina koja opisuje disipaciju ε .

Osrednjene Navier-Stockes-ove jednačine dobijaju oblik:

$$\begin{aligned} \frac{d(\overline{v'_i v'_j})}{dt} = & - \left(\overline{v'_i v'_k} \frac{\partial v_j}{\partial x_k} + \overline{v'_j v'_k} \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \right) + \frac{p}{\rho} \left(\frac{\partial v'_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v'_j}{\partial x_i} \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial x_k} \left[\nu \frac{\partial \overline{v'_i v'_j}}{\partial x_k} - \overline{v'_i v'_j v'_k} - \frac{p}{\rho} (\overline{v'_i \delta_{jk}} + \overline{v'_j \delta_{ik}}) \right] - 2\nu \frac{\partial v'_i}{\partial x_k} \frac{\partial v'_j}{\partial x_k} \end{aligned} \quad (2.41)$$

$$\text{tj.} \quad \frac{d(\overline{v'_i v'_j})}{dt} = P_{ij} + \phi_{ij} + D_{ij} - \varepsilon_{ij}, \quad (2.41')$$

gde su: P_{ij} - produkcionni član, ϕ_{ij} - pritisni naponski član, D_{ij} - difuzioni član i ε_{ij} - disipativni član.

Transportna jednačina Rejnoldsovog napona τ_{xy} za granični sloj glasi:

$$\overline{v}_x \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \overline{v}_y \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = -\tau_{xy} \frac{\partial \overline{v}_x}{\partial y} + 2\overline{p' s'_{xy}} + \frac{\partial}{\partial y} \left[-\overline{\tau_{xy} v'_y} + \nu \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \overline{p' v'_x} \right] + 2\mu \frac{\partial v'_x}{\partial y} \frac{\partial v'_y}{\partial x}$$

gde je: $s'_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v'_x}{\partial y} + \frac{\partial v'_y}{\partial x} \right)$ -fluktuacija deformacione brzine;

Na isti način se dobijaju i transportne jednačine za turbulentni napon τ_{ii} , $i = x, y, z$, pri ravanskom strujanju. Da bi se rešle ove transportne jednačine Rejnoldsovih napona, neophodno je izvršiti modeliranje članova transportne jednačine, tj. izraziti ih u funkciji drugih veličina.

2.3. PRINCIPI NUMERIČKOG REŠAVANJA STRUJANJA FLUIDA

Rešavanje matematičkog modela strujanja fluida, predstavljenog sistemom parcijalnih diferencijalnih jednačina (poglavlje 2.2) i, za posmatrani konkretni slučaj datih, graničnih uslova, je nezamislivo bez korišćenja numeričkih metoda i primene računara. Dobijanje aproksimativnog rešenja nekom numeričkom metodom zahteva postupak diskretizacije. Najpre se sistem parcijalnih diferencijalnih jednačina mora transformisati u algebarski oblik, korišćenjem niza aproksimacija koje prate takvu transformaciju. Tek tada se ovako dobijeni sistem algebarskih jednačina može numerički (iterativno) rešiti korišćenjem nekog numeričkog algoritma. Kao rešenje sistema jednačina dobija se skup konačnog broja vrednosti zavisno promenljivih veličina Φ u izabranim vremenskim i prostornim tačkama strujnog domena. Za svaku tačku strujnog prostora može se naći aproksimativna vrednost izabrane promenljive, tako da se na ovaj način dobija potpuna strujna slika razmatrane strujne veličine. Tačnost dobijenih aproksimativnih rešenja zavisi od numeričkog postupka rešavanja i svih korišćenih matematičkih alata koji se primenjuju u tom postupku.

Svi sistemi materijalnih tačaka mogu se podeliti na zatvorene mehaničke sisteme (u kojima nema razmene materije sa okolinom) i otvorene sisteme (u kojima se dešavaju procesi razmene materije i energije sa okolinom). Za proučavanju otvorenih sistema koje karakteriše strujanje fluida, kakvo je kod strujanja fluida u turbomašinama, pogodno je posmatrati zapreminu strujnog prostora, tzv. prostorni domen strujanja.

Computational Fluid Dynamics (CFD) predstavlja deo mehanike fluida koji se prevashodno bavi rešavanjem numeričkih metoda i algoritama koji numerički opisuju probleme strujanja fluida. CFD softveri, koji se sastoje od CFD kodova, osim za čisto numeričko rešavanje jednačina, danas imaju širok opseg mogućnosti primene. Tako da se komercijalni softveri danas koriste, kako za definisanje problema i njegove postavke (definisanja geometrije, diskretizacione mreže), preko definisanja svih fizičkih i numeričkih parametara (granični uslovi, turbulentni model, diferencna šema itd.), numeričkog rešavanja vodećih jednačina, pa sve do analize dobijenih rezultata. U rukama korisnika je kako će definisati sve potrebne parametre za rad softvera, kao i tumačenje dobijenih rezultata. U tom smislu, treba napomenuti da CFD softveri nude brojne mogućnosti za prikaz dobijenih rezultata: određivanje vrednosti strujnih veličina u diskretnim tačkama domena, prikaz polja

vektorskih i skalarnih veličina, prikaz dijagrama zavisnosti, čak i prikaz animacije strujanja u zadatom vremenskom intervalu, što je naročito bitno kod nestacionarnih strujanja.

Danas postoje brojni CFD softveri, a u ovom radu je korišćen vodeći softver za numeričku simulaciju strujanja, Ansys CFX. Ovaj softver je naročito pogodan za rešavanje problema strujanja fluida u turbomašinama, jer sadrži poseban mod kojim je olakšano definisanje ovakvih problema (tzv. turbomode). Osim toga je moguće numerički simulirati jedan simetričan deo strujnog prostora (npr. jednu lopaticu radnog kola i susedne polovine lopatičnih kanala), čime se značajno smanjuje računarsko vreme simulacije, a samim tim otvara mogućnost za definisanje finije diskretizacione mreže, čime se može povećati tačnost rešenja numeričkih simulacija. Takođe je i prikaz, kao i analiza, dobijenih rezultata prilagođena turbomašinama, jer postoji mogućnost da se simulirani simetrični deo radnog kola turbomašine može analizirati u celini.

U daljem tekstu biće nešto više reči o numeričkim postupcima i metodama koje se koriste kod numeričkih simulacija strujanja.

2.3.1. Diskretizacija

Diskretizacija sistema parcijalnih diferencijalnih jednačina koje opisuju strujanje fluida u nekom strujnom prostoru (strujnom domenu) predstavlja postupak njegove transformacije u algebarski sistem jednačina, čime se omogućava njegovo numeričko rešavanje.

Prostorna diskretizacija, tj. diskretizacija fizičkog prostora, podrazumeva formiranje proračunske mreže, kojom se neprekidni prostor (kontinuum) modelira pomoću konačnog broja diskretnih tačaka. U definisanim tačkama određuju se numeričke vrednosti zadatih promenljivih. Diskretizacija domena u najvećoj meri utiče na tačnost numeričke aproksimacije. Veća gustina proračunske mreže (odnosno, veći broj diskretnih tačaka) vodi ka većoj tačnosti numeričkog rešenja, pri čemu uvek treba imati u vidu i način formiranja mreže. Više reči o proračunskim mrežama, koje predstavljaju posebnu i veoma kompleksnu oblast numeričkih simulacija, biće u poglavlju 2.3.3.

U diskretnom fluidnom domenu dalje se vrši transformacija diferencijalnih jednačina u sistem algebarskih jednačina, tako što se parcijalne diferencijalne jednačine najpre transformišu u obične diferencijalne jednačine, da bi se preko integracionih šema za vreme, tj. vremenske izvode, ovaj sistem transformisao u sistem algebarskih jednačina na datom vremenskom nivou. Čak i kod stacionarnih problema može se koristiti vremenski zavisna

formulacija, tako da se vrši numeričko rešavanje u vremenu dok se ne uspostavi ustaljeno (vremenski nezavisno) rešenje. Cilj kod stacionarnih problema je postizanje ustaljenog rešenja u što manjem broju vremenskih koraka.

Diskretizacija (fizičkog prostora i sistema diferencijalnih jednačina) i numerički algoritam zavise od izabrane numeričke metode.

Najveći broj CFD kodova, tj. softvera koji se koriste za numeričku simulaciju fluida, za diskretizaciju jednačina strujanja koriste metod konačnih zapremina (FVM – Finite Volume Method). Kod ove metode domen strujnog prostora deli se na konačan broj malih kontrolnih zapremina (CV) pomoću mreže koja definiše njihove granice, tako da se jednačine održavanja mase, momenta i energije rešavaju za svaku kontrolnu zapreminu.

Metod konačnih zapremina se lako primenjuje na sve vrste diskretizacionih mreža, te je veoma zahvalan za primenu čak i kod veoma složenih geometrija, kakve su svakako u radnom prostoru tubomašina.

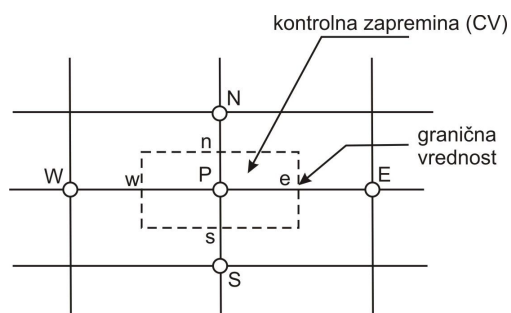
FVM koristi integralni oblik kao polaznu osnovu koristi integralni oblik jednačina konzervancije.

$$\int_S \rho \phi v \cdot n dS = \int_S \Gamma_\phi \text{grad} \phi \cdot n dS + \int_\Omega q_\phi \cdot d\Omega., \quad (2.43)$$

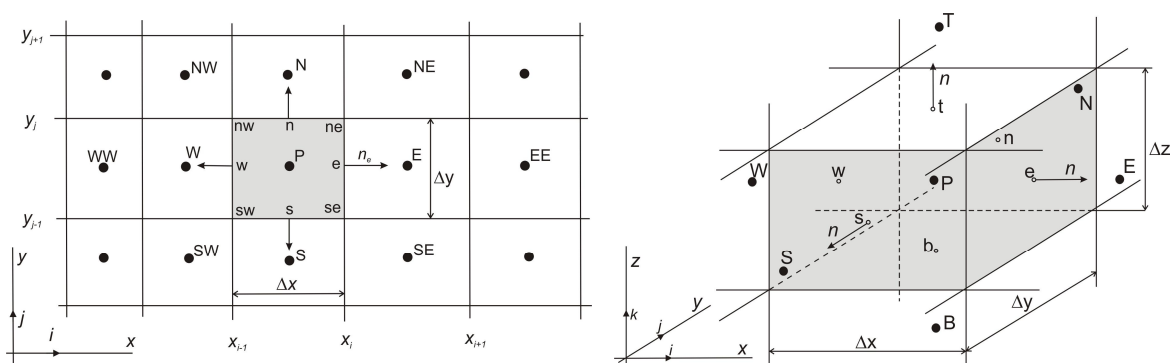
gde je: ϕ - promenljiva, v – brzina fluida; Γ_ϕ - difuzivnost promenljive ϕ , S – površina CV, Ω - zapremina CV, q_ϕ - izvor promenljive ϕ .

U težištu svake kontrolne zapremine se nalazi računski čvor (node) u kojem se računaju vrednosti promenljivih, a interpolacijom se dobijaju vrednosti promenljivih na površinama CV u funkciji od vrednosti u čvorovima. Površinski i zapreminski integrali se aproksimiraju korišćenjem odgovarajuće kvadrature formule. Kao rezultat dobijaju se algebarske jednačine za svaku CV, u kojoj se javlja broj susednih čvornih vrednosti.

Na sl.2.2 prikazana je jedna dvodimenzijaska kontrolna zapremina (CV) oko čvora P, dok su na sl.2.3 prikazane tipične kontrolne zapremine za 2D i 3D mrežu.



Sl.2.2. Kontrolna zapremina za čvor P i notacija susednih čvorova (E,N, W i S)



Sl.2.3. Tipična CV i notacija korišćena za Kartezijansku 2D i 3D mrežu

Raspodela promenljive ϕ važi za jednu tačku strujnog prostora (čvor) i neposrednu okolinu te tačke (subdomen ili konačna zapremina).

Da bi se zadovoljile jednačine konzervacije, susedne kontrolne zapremine se ne smeju preklapati.

Aproksimacija površinskih integrala vrši se korišćenjem izraza da je mrežni fluks kroz granicu kontrolne zapremine jednak sumi integrala preko svih graničnih površina kontrolne zapremine (za 2D 4, a za 3D 6 graničnih površina) [39]:

$$\int_S f \cdot dS = \sum_k \int_{S_k} f \cdot dS, \quad (2.44)$$

gde je f - komponenta konektivnog ili difuzivnog vektora fluksa u pravcu normalno na ravan kontrolne zapremine.

Sa bi se tačno izračunao površinski integral potrebno je znati integrisanu funkciju f po površini S_i , gde je za 3D slučaj $i=e, n, w, s, l, h$. Kako je jedino poznata vrednost ϕ u čvoru, potrebno je izvršiti aproksimaciju te funkcije, što se čini pomoću dva nivoa aproksimacije:

- integral se aproksimira u odnosu na vrednosti u jednoj ili više tačaka na površini kontrolne zapremine;
- vrednosti na površini kontrolne zapremine se aproksimiraju u odnosu na vrednosti u čvorovima kontrolne zapremine.

Integral se može aproksimirati na različite načine, a najčešći su (za npr. tačku e kontrolne zapremine):

- korišćenjem *pravila srednje tačke*, po kome se integral aproksimira kao proizvod podintegralne funkcije u centru granične površine kontrolne zapremine (ćelije) i površine kontrolne zapremine:

$$F_e = \int_{S_e} f \cdot dS = \bar{f}_e \cdot S_e \approx f_e \cdot S_e, \quad (2.45)$$

- korišćenjem *trapeznog pravila* (takođe aproksimacija drugog reda):

$$F_e = \int_{S_e} f \cdot dS \approx \frac{S_e}{2} (f_{ne} + f_{se}). \quad (2.46)$$

- korišćenjem Simpson-ovog pravila (aproksimacija četvrog reda):

$$F_e = \int_{S_e} f \cdot dS \approx \frac{S_e}{6} (f_{ne} + 4f_e + f_{se}). \quad (2.47)$$

Aproksimacija zapreminskog integrala najjednostavnije se vrši korišćenjem aproksimacije drugog reda [39]:

$$Q_p = \int_{\Omega} q \cdot d\Omega = \bar{q} \cdot \Delta\Omega \approx q_p \cdot \Delta\Omega, \quad (2.48)$$

gde je: \bar{q} - srednja vrednost podintegralne funkcije, q_p - vrednost funkcije q u centru kontrolne zapremine (u čvoru P), $\Delta\Omega$ - zapremina kontrolne zapremine.

Aproksimacija višeg reda zahteva vrednosti promenljive q u više tačaka osim u centru CV. Ove vrednosti se dobijaju interpolacijom vrednosti u čvoru, tj. korišćenjem aproksimativnih funkcija.

2.3.2. Diferencne šeme

Kod softvera Ansys CFX diskretizacija prostora pomoću metode konačnih zapremina vrši se korišćenjem diskretizacione mreže. Jednačine strujanja se integrale preko svake kontrolne zapremine, vodeći računa o održanju mase, momenta i energije.

Kod ovog softvera, za kompletnu diskretizaciju advektivnog člana, vrednost ϕ_{ip} se mora aproksimirati preko vrednosti ϕ u čvorovima. Advektivna šema koja se primenjuje u softveru je oblika:

$$\phi_{ip} = \phi_{up} + \beta \cdot \nabla \phi \cdot \Delta t, \quad (2.49)$$

gde je: ϕ_{up} - vrednost uzvodnog čvora, β - koeficijent mešanja, $\nabla \phi$ - gradijent promenljive, a Δt je vektor od uzvodnog čvora do mesta ip .

Određene vrednosti koeficijenta β i $\nabla\phi$, vode ka različitim diferencnim šemama.

Diferencna šema prvog reda je tzv. "upwind differencing scheme" (uzvodna diferencna šema), kada je advektivni član prvog reda tačnosti. Aproksimacija promenljive ϕ_e preko čvora koji se nalazi uzvodno od čvora "e", i tada je:

$$\phi_e = \begin{cases} \phi_P, & (v \cdot n)_e > 0 \\ \phi_E, & (v \cdot n)_e < 0 \end{cases} \quad (2.50)$$

U Ansys CFX softveru, diferencna šema prvog reda postiže se kada je koeficijent mešanja $\beta=0$. Ovakvo podešavanje uslovljava robusnu šemu i najzahtevniji rad Solvera. Korišćenje ove šeme se ne preporučuje za dobijanje konačnih rezultata (osim kod jednačina turbulencije).

Šema visoke rezolucije (High Resolution Scheme) se dobija kada je koeficijent mešanja β promenljiv, a teži vrednosti 1, tako da pri tome ne stvara lokalne oscilacije, dok je $\nabla\phi$ jednak gradijentu kontrolne zapremine u uzvodnom čvoru. Sa ovakvim podešavanjem, koeficijent β varira u samom domenu strujanja, prema lokalnim rešenjima koja se dobijaju tako da ispunjavaju kriterijum konačnosti. Kada je $\beta=1$, u pitanju je šema drugog reda tačnosti u prostoru. U oblastima strujanja sa malim vrednostima gradijenata, koeficijent β će biti blizak jedinici, dok će se, u oblastima nagle promene gradijenata, ovaj koeficijent približavati nuli, kako bi obezbedio bolju tačnost dobijenih rezultata.

Kod vektorakih vrednosti treba imati u vidu da intenzitet koeficijenta β može u graničnom slučaju iznositi čak $\sqrt{3}$ (kada sve komponente vektora imaju koeficijent $\beta=1$).

Definisanje koeficijenta mešanja β je opcija koja takođe postoji u pomenutom softveru, a dozvoljava izbor β u rasponu od 0 do 1. Vrednost 0 definiše šemu prvog reda, dok vrednost 1 definiše šemu drugog reda tačnosti. Pri izboru vrednosti β treba imati u vidu da vrednost 1 daje tačnija rešenja ali i šemu manje robusnosti, dok, sa druge strane, izbor vrednost 0 omogućava veću robusnost ali i moguću difuzivnost dobijenih rešenja. Preporuka kod izbora ovog koeficijenta je da ne bude manji od 0,75, čak veći, kako bi se dobili što pouzdaniji rezultati.

Centralna diferencna šema se dobija kada je $\beta=1$, a $\nabla\phi$ je jednak lokalnom gradijentu. Ova šema je drugog reda tačnosti i, kod Ansys CFX softvera, preporučuje se isključivo u LES simulacijama.

Kod numeričkih simulacija turbomašina, koje su u ovom radu vršene, a u cilju dobijanja radnih parametara u obrtnim kolima turbomašina, izabrana je šema visoke rezolucije (high resolution scheme), koja je pokazala najbolje rezultate kod ovakvih složenih strujanja fluida.

Pri izboru aproksimacije višeg reda, treba imati u vidu da aproksimacija višeg reda ne garantuje tačnije rešenje na bilo kojoj diskretizacionoj mreži. Visoka tačnost se postiže jedino kada je diskretizaciona mreža dovoljno fina da može da "uhvati" sve neophodne detalje rezultata. Pri kojoj finoći mreže se postiže visoka tačnost rezultata predmet je sistematskog doterivanja mreže, prema problemu koji se rešava [40]. Zbog toga će, u daljem tekstu rada, biti više reči o generisanju diskretizacionih mreža (vrstama mreža i najznačajnijim algoritmima za njihovo generisanje).

2.3.3. Generisanje računске mreže

Generisanje računске mreže predstavlja postupak određivanja skupa diskretnih tačaka u kojima će se izvršiti numerički proračuni jednačina strujanja, odnosno, celokupni fizički domen deli se u odgovarajuće ćelije u kojima se vrši izračunavanje.

U primeni numeričkih simulacija strujanja osnovni izazov je optimalna diskretizacija sistema, kako bi se sa raspoloživim računarskim resursima dobila što bolja konvergencija numeričkog rešenja i što veća tačnost dobijenih rezultata.

Osnovna podela vrši se prema načinu povezivanja elemenata mreže, gde se razlikuju:

- *Strukturna*, kod koje postoji pravilno povezivanje elemenata, pri čemu proračunske tačke leže na određenim linijama (kvadratni elementi kod 2D domena i heksaedarski elementi kod 3D domena), što omogućava lakšu manipulaciju i manje memorijske kapacitete.
- *Nestrukturna*, koju karakteriše nepravilno povezivanje elemenata, što omogućava korišćenje različitih elemenata i omogućava bolju "popunjenost" fluidnog prostora (to su trougaoni elementi kod 2D domena, tetraedarski, prizmatični ili klinasti elementi kod 3D mreža).
- *Hibridne mreže*, koriste prednosti strukturnih i nestrukturnih mreža, tako što u određenim delovima fluidnog prostora koriste jednu vrstu, a u drugim delovima drugu vrstu mreže.

Od same računске mreže u najvećoj meri zavisi brzina konvergencije numeričkih simulacija. Sa povećanjem gustine mreže (tj. sa smanjivanjem veličine subdomena) povećava se tačnost numeričkog rešenja, odnosno brzina konvergencije raste. Sa druge strane postoji nedvosmisleno ograničenje u računarskoj snazi i računarskom vremenu (čak i kada je reč o superkompjuterima), zbog koje se pri diskretizaciji sistema mora voditi računa o broju elemenata mreže (subdomena). Mogućnost korišćenja grublje mreže mora biti potkrepljena odgovarajućom analizom, kojom se dolazi do zaključka kada odgovarajuća mreža obezbeđuje rešenje zahtevane tačnosti (tzv. grid independence test). U praksi se najčešće ne koristi mreža velike gustine u celom fluidnom domenu, već samo na mestima kod kojih se dešavaju veće promene gradijenta brzine i pritiska (tzv. mesh refinement). Ovakvo parcijalno povećanje gustine mreže (odn. usitnjavanje elemenata mreže) u određenim geometrijskim delovima fluidnog prostora može dati veoma dobru tačnost rezultata, a da pri tom numerička simulacija ne zahteva prevelike računarske kapacitete. Ovakav postupak dovodi do toga da se zadovoljavajuća tačnost rezultata, za potrebe čak akademskih istraživanja, može dobiti na standardnim PC računarima.

S obzirom na veliki značaj računarskih mreža na CFD primenu u praksi, razvile su se brojne metode i kompjuterski algoritmi za generisanje diskretizacionih mreža. Najpoznatiji i najznačajniji algoritmi za generisanje mreže su:

- "sweep line" algoritmi, kod kojih se linija kreće u ravni i zaustavlja u određenim, bitnim, tačkama geometrijskog prostora. Najpoznatiji "sweep line" algoritmi su Delaunay triangulation (gde tri čvora definišu trougao upisan u kružnicu) [69], Voronoi diagram (Fortune's algorithm) i dr.
- Pravilna mreža (regular grid), koja deli geometrijski prostor na kongruentne blokove [74]. Najznačajnije vrste ovakve mreže su: kartezijska (sa jediničnim kvadratima), pravolinijska (sačinjena od paralelopipeda koji u opštem slučaju ne moraju biti međusobno kongruentni, a prate pravolinijske konture strujnog prostora) i krivolinijska mreža (sa kuboidnim elementima koji prate krivolinijsku geometriju).
- Poligonalna mreža, koja definiše oblik poliedarskog 3D objekta [57]. Sastoji se od trouglova, cetvorouglova i drugih prostih konveksnih poligonalnih oblika. Kod zapreminskih mreža, poligonalne mreže predstavljaju samo površinu te zapremine.

Glatkost mreže (smoothness) se, kod generisanja mreže, takođe mora uzeti u obzir, s obzirom da svaka velika razlika između susednih elemenata (ćelija) može uzrokovati

abnormalne rezultate. Postoje različite tehnike poboljšavanja generisane mreže, a povećanje glatkosti mreže je jedna od najčešće korišćenih.

Odnos stranica elementa (aspect ratio) bi trebao biti što ujednačeniji (idealno jednak jedinici), kako bi se dobili najbolji mogući rezultati. Često je to nemoguće ostvariti, pa se u tom slučaju treba voditi računa da odstupanje susednih elemenata ne bude veće od 15-20%.

Zbog izrazitog značaja generisane mreže na tačnost i brzinu konvergencije numeričkih simulacija, veliki broj istraživača se bavi isključivo ovom problematikom. Neki od radova bavr se kreiranjem algoritama za generisanje mreža i njihovom implementacijom [31, 55, 77, 100].

Ansys CFX softver daje izvesne opšte preporuke za generisanje adekvatne mreže.

Kao generalno pravilo, važno je da u bilo kojim delovi geometrije, u kojima se javljaju izrazite promene strujanja fluida (granični slojevi, slojevi mešanja fluida, mlaznice, vrtlozi i slično), treba generisati bar 10 čvorova normalno na fluidni sloj.

Takođe se posmatra bezdimenzijska veličina y^+ , koja predstavlja bezdimenzijsko rastojanje od zida do prvog mrežnog čvora.

$$y^+ = \frac{\rho \cdot \Delta y \cdot u_\tau}{\mu}, \quad (2.51)$$

gde je:

$$u_\tau = \left(\frac{\tau_w}{\rho} \right)^{1/2} - \text{brzina trenja,}$$

τ_w - tangencijalni napon na zidu,

Δy - rastojanje od zida, μ - dinamička viskoznost i ρ - gustina fluida.

2.3.4. Konvergencija rešenja

Greška rešenja se definiše preko relativne greške dobijene vrednosti:

$$E_s = \frac{f - f_{num}}{f}, \quad (2.52)$$

gde je f – vrednost tačnog rezultata, a f_{num} – numerički dobijena vrednost rezultata.

Cilj numeričkih simulacija strujanja je da se ova vrednost svede na zadovoljavajuću vrednost, što je, s obzirom da je vrednost tačnog rezultata nepoznata vrednost, nemoguće

definisati. Izuzeci su jednostavni slučajevi, koji se koriste kod verifikacije koda, zbog mogućnosti analitičkog nalaženja njihovog rešenja.

Greška iteracije se dešava kada se stacionarna rešenja dobijaju iz iterativne metode. Kod mnogih CFD kodova, iteracija se vrši pomoću vremenske šeme prikazane na primeru:

$$\left[\frac{I}{\Delta t} - G \right] (\phi^{n+1} - \phi^n) = g(\phi^n), \quad (2.53)$$

Nulta iteracija znači da je leva strana konvergirala do nule, dovodeći do rešenja konvergencije $g(\phi) = 0$. U praktičnim primerima iterativni postupak se prekida na određenom nivou, kako bi se smanjili numerički kapaciteti. Razlika između ovakvog rešenja i potpuno konvergirano rešenja daje grešku iteracije. Ova greška iteracije se često kvantifikuje preko pojmova ostataka (reziduala).

Odstupanja rezultata (residuals), su mera lokalne neravnoteže jednačine konzervacije svake kontrolne zapremine. U ovom softveru se ova odstupanja normalizuju za svako rešenje vrednosti promenljive (što nije jednostavna procedura i neće biti razmatrana u ovom radu), čime se postiže da su normalizovana odstupanja nezavisna od izbora vremenskog koraka, kao i od pretpostavljenih inicijalnih vrednosti. Zadata normalizovana vrednost odstupanja će prekinuti rad Solvera, jer će se smatrati da je dostignut kriterijum konvergencije. Predefinisana vrednost softvera je da je srednjekvadratno odstupanje (RMS residual) vrednosti 10^{-4} .

Postoje različiti načini da se oceni konvergencija, a jedan od načina je veličina RMS (root mean square) i MAX (maximum) greške, a prate se i opšti uslovi ravnoteže strujanja (ukupna konzervacija).

Kada je MAX vrednost odstupanja vrednosti dve sukcesivne iteracije:

- $5 \cdot 10^{-4}$ u pitanju je loša konvergencija, a može se koristiti da bi se dobila opšta slika o nekoj inženjerskoj aplikaciji.
- $1 \cdot 10^{-4}$ je dobra konvergencija za najveći broj inženjerskih aplikacija.
- $5 \cdot 10^{-5}$ je veoma dobra konvergencija koju je često teško ostvariti.
- $1 \cdot 10^{-5}$ ili niže vrednosti se traže kada su u pitanju geometrijski osetljivi problemi.
- $1 \cdot 10^{-6}$ ili niže vrednosti koriste se isključivo za akademsku primenu i nemoguće ih je ostvariti bez korišćenja duple preciznosti.

Ponekad RMS odstupanja mogu biti i nižih vrednosti od MAX ostataka, a u tom slučaju treba obratiti pažnju na izolovane oblasti u strujnom prostoru u kojima se mogu javiti nestabilna strujanja.

Brzina konvergencije se, u Ansys CFX softveru, procenjuje preko jednačine:

$$\text{convergence rate} = \frac{R_n}{R_{n-1}}, \quad (2.54)$$

gde je R_n - normalizovano odstupanje na vremenskom koraku n , a R_{n-1} - normalizovano odstupanje na vremenskom koraku $n-1$. Smatra se veoma dobrim ako se dobije vrednost 0,85 ili manja. Ako je brzina konvergencije manja, i još ako je glatka kriva, može se povećati vremenski korak.

Svaka faza izrade numeričkog modela, kao i njegovo rešavanja, povlači određene greške modeliranja, linearizacije, zaokruživanja itd. Sve greške se mogu podeliti na: numeričke greške, greške modeliranja, greške korisnika (koje su najčešće prisutne pri upotrebi komercijalnih softvera), greške u primeni, kao i greške samog softvera. Zbog toga treba obratiti posebnu pažnju na svaku fazu rada, od definisanja geometrije modela, preko generisanja diskretizacione mreže, definisanja parametara sistema i numeričkih parametara potrebnih za rad softvera, pa sve do preračunavanja i interpretacije dobijenih rezultata. Očigledno da ovaj proces, nije ni lak ni jednostavan i da, pre svega, zahteva veliko znanje i iskustvo korisnika.

3. PRIMERI NUMERIČKIH SIMULACIJA I VALIDACIJA SIMULACIONIH MODELA

Model kao uprošćen realni sistem predstavlja apstrakciju tog realnog sistema. Model turbomašine predstavlja skup fizičkih granica sistema, sa definisanim početnim i graničnim uslovima. Model strujanja u turbomašinama predstavlja numerički model koji se dobija kada se za definisani fizički model primeni odgovarajući matematički model, a koji se sastoji od sistema algebarskih jednačina, kao aproksimacije (tj. uprošćenja) parcijalnih diferencijalnih jednačina strujanja. Jednačine se rešavaju iterativno do tražene tačnosti.

Provera u kojoj meri je model precizna prezentacija realnog sistema naziva se validacijom modela. Validacija simulacionog modela se vrši upoređivanjem ponašanja modela i realnog sistema i utvrđivanjem u kojoj meri se ta dva poklapaju.

Kada se radi o validaciji modela turbomašine, validacija se odnosi na upoređivanje odgovarajućih radnih parametara modela i realne mašine. Pri tom se poređenje rezultata numeričkih simulacija vrši sa rezultatima dobijenim laboratorijskim merenjima. S obzirom na izrazito komplikovano eksperimentalno određivanje radnih parametara u samom obrtnom kolu turbomašine, pri validaciji rezultata najčešće se upoređuju radni parametri na ulaznom i izlaznom preseku radnog kola, u prvom redu pritisak, odnosno proračunati napor, turbomašine pri njenom radu sa odgovarajućim protokom, a pri odgovarajućem broju obrtaja radnog kola. Provera radnih karakteristika za više različitih protoka turbomašine, a pri radu sa određenim brojem obrtaja radnog kola, omogućava proveru radne karakteristike turbomašine pri definisanom broju obrtaja. Tako dobijene radna kriva (kriva pritiska ili kriva napora turbomašine) može se jednostavno uporediti sa karakteristikom turbomašine koja se relativno jednostavno može dobiti i eksperimentalno, pri laboratorijskim merenjima pritiska i protoka, a koju inače daje i sam proizvođač turbomašine.

Kada je reč o turbomašinama, smatra se da je validacija modela izvršena ukoliko relativna greška radnih parametara (pritiska, tj. napora turbomašine) u svim strujnim režimima ne prelazi 5%. Dakle, tada se može reći da je kreirani model strujanja u turbomašinama validan i samo tada ćemo smatrati da su i svi ostali strujni parametri, u bilo

kojoj tački strujnog prostora kreiranog modela, saglasni sa odgovarajućim strujnim parametrima realne turbomašine.

Govoreći o postupcima provere modela i realnog sistema koji taj model opisuje, treba napomenuti da je jedan od njih i postupak verifikacije. Verifikacija se odnosi na proveru da li je simulacioni program (tj. računarski kod) bez grešaka i konzistentan sa modelom (konceptijom). Postoje različite metode pri verifikaciji. Najčešće se vrši provera koda za jednostavnije slučajeve numeričkih simulacija, kod kojih su poznata rešenja. Takođe se može vršiti varijacija jednog parametra, posmatrajući osetljivost sistema na tu promenu. Do nekih grešaka u kodu može se doći i postavljanjem parametrara modela na neprirodne vrednosti i proverom da li se model ponaša nelogično.

Kod korišćenog softvera Ansys CFX smatraće se da je postupak verifikacije nepotreban iz razloga njegovog predhodno obimnog i dugotrajnog testiranja u praksi, kao jednog od vodećih CFD softvera u svetu. U toku skoro dve decenije usavršavanja CFD koda, ovaj softverski kod je stalno usavršavan i dopunjavan.

3.1. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE NISKOPRITISNOG OSNOG REVERZIBILNOG VENTILATORA SA NEPROFILISANIM LOPATICAMA RADNOG KOLA

3.1.1. Fizički model aksijalnog ventilatora

Kao primer rada aksijalnog ventilatora razmatran je niskopritisni aksijalni reverzibilni ventilator sa neprofilisanim simetričnim profilima lopatica konstantne debljine [81]. Ventilator je projektovan u sklopu projekta Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije iz oblasti tehnološkog razvoja, pod nazivom "Razvoj konstrukcija aksijalnih reverzibilnih ventilatora" (evidencioni broj TR18012).

Proračunski radni parametri ventilatora su:

- protok $Q=13000 \text{ m}^3/\text{h}$, tj. $Q=3,61 \text{ m}^3/\text{s}$
- totalni pritisak $\Delta p_{\text{tot}}=200 \text{ Pa}$
- broj obrtaja $n=1405 \text{ min}^{-1}$, tj. $n=23,42 \text{ s}^{-1}$
- unutrašnji prečnik $D_i=300 \text{ mm}$
- spoljašnji prečnik $D_e=630 \text{ mm}$

Širina radnog kola iznosi 116 mm.

Očekivani stepen korisnosti je oko 80%.

Razmatrani osni ventilator je projektovan sa šest lopatica ($z_l=6$).

Na osnovu proračuna dobijeni su koeficijenti protoka i pritiska osnog ventilatora:

$$\varphi = \frac{Q}{\frac{D_e^2 \pi}{4} u_e} = \frac{4Q}{D_e^3 \pi^2 n} = 0,250, \quad \psi = \frac{2\Delta p_{tot}}{\rho u_e^2} = \frac{2\Delta p_{tot}}{\rho D_e^2 \pi^2 n^2} = 0,155.$$

$$\text{Specifični broj obrtaja iznosi: } n_q = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} = 157,8 \frac{\varphi^{1/2}}{\psi^{3/4}} = 319,4.$$

$$\text{Odnos spoljašnjeg i unutrašnjeg prečnika je: } \bar{d} = \frac{D_i}{D_e} = \frac{0,300}{0,630} = 0,476.$$

Od projektovanog ventilatora očekuje se znatno niži stepen korisnosti u odnosu na maksimalno mogući stepen korisnosti ventilatora ovog tipa, a razlozi za to su:

- 1) geometrijski parametri ventialatora, tj. neprofilisane lopatice ventilatorskog kola;
- 2) nešto niža vrednost specifičnog broja obrtaja (za ovaj tip ventilatora je u granicama $n_q = (250 \div 600)$) uzrokuje da, čak i u optimalnim uslovima (sa usisnim kolektorom, difuzorom i aerodinamički oblikovanim čelom glavčine) ventilator ne može ostvariti stepen korisnosti veći od 0,75;
- 3) ventilator je bez usisnog kolektora i bez difuzora;

Geometrijske karakteristike aerodinamičnih profila lopatice u projekovanim presecima, kao i debljina lopatičnih profila, prikazane su u tabeli I

TABELA I

Geometrija aksijalnog ventilatora

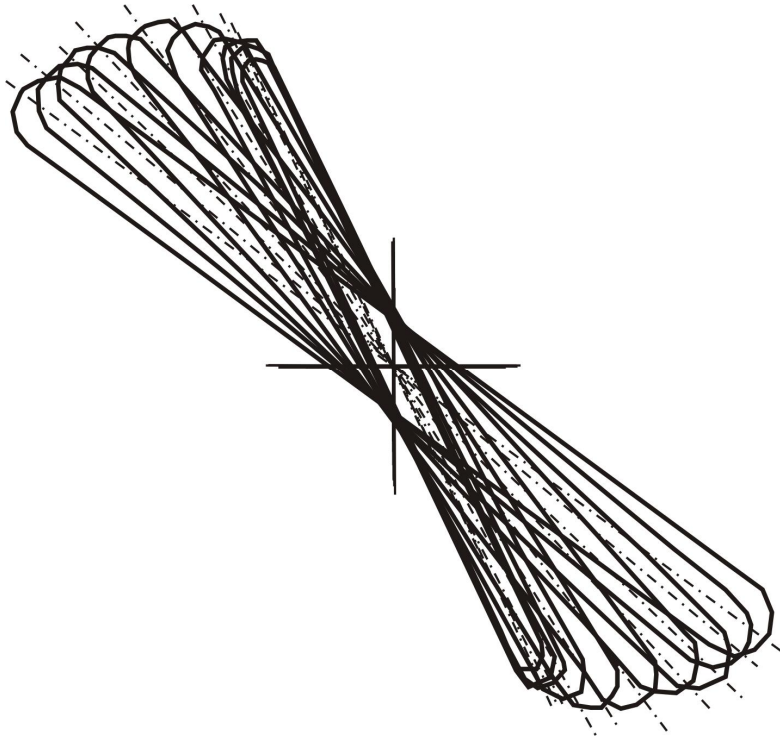
Presek	Ugao rešetke $\beta_i [^\circ]$	Prečnik $r [mm]$	Tetiva profila $[mm]$	$b [mm]$	$x [mm]$	$\theta_1 [^\circ]$	$\theta_2 [^\circ]$	$\delta [mm]$
0	36,5	150	144,3	116	85,9	-3,3	29,5	12
I'	39,8	157,6	142,9	109,7	91,5	-3,5	29,7	11,7
I''	43,7	167	140,8	101,9	97,2	-3,6	29,8	11,4
II	47,6	178	138	93	101,9	-3,3	29,5	11
III	53,5	205	132,7	79	106,6	-1,8	28	10
IV	58,1	233	126	66,5	107	0	26,3	9
V	61,3	260	120,6	57,9	105,7	1,5	24,8	8
VI	64,1	288	114,6	50,1	103	3	23,5	7
VI'	64,7	300	112	47,9	101,2	3,6	22,9	6,4
VII	65,2	315	97,6	45	97,6	4,3	22	5

Oznake u tabelama su:

b – širina profila u rešetki (b_1 – širina od čela profila do centra ređanja i b_2 – širina od centra ređanja do zadnje zaustavne tačke na repu profila),

x – dužina profila u rešetki.

Profili elementarnih stupnjeva su naređani centralno, po stožeru koji se nalazi na polovini skeletnice.

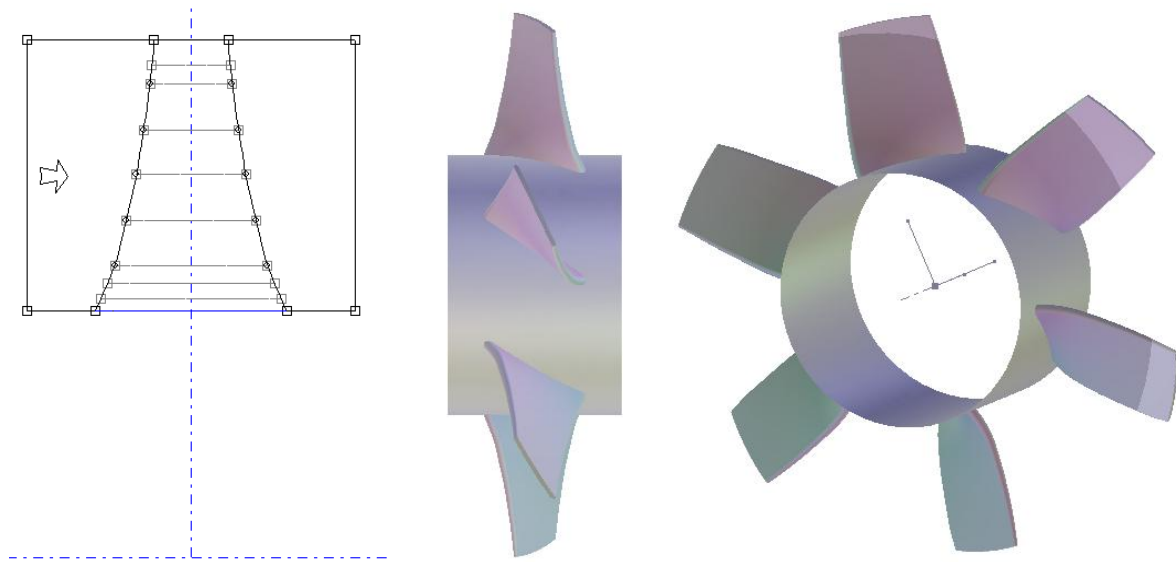


Sl.3.1 Profili lopatica u sedam preseka aksijalnog ventilatora

3.1.2. Kreiranje numeričkog modela aksijalnog ventilatora

Geometrija ventilatorskog kola definisana je u specijalizovanom softveru za projektovanje radnih kola turbomašina, Ansys Workbench (tj. Ansys BladeGen). Strujni prostor se definiše tako što se definišu granice tog strujnog prostora (glavčina, oklop, lopatice). Posebnu pažnju treba posvetiti geometriji samih lopatica, koje se definišu preko obuhvatnog ugla lopatice θ , β uglova duž skeletnice, kao i debljine profila.

Na sl.3.2 prikazan je izgled radnog kola aksijalnog ventilatora, projektovanog u softveru Ansys Workbench.

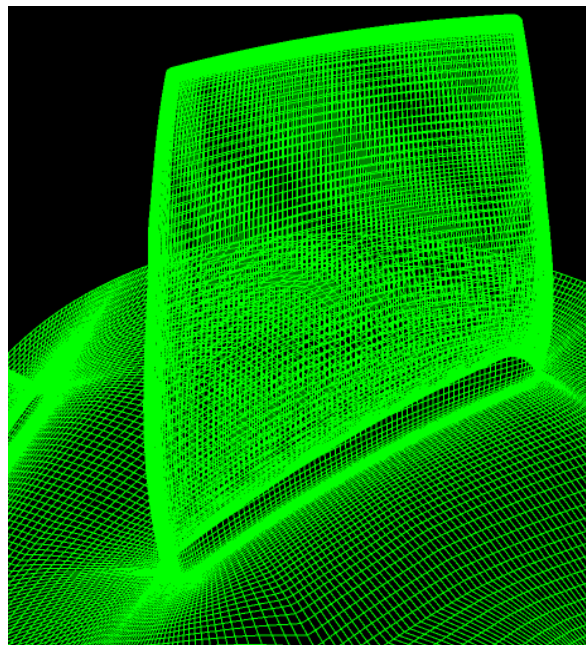


Sl.3.2 Model radnog kola osnovog ventilatora

Diskretizaciona mreža je sačinjena od 948500 heksaedarskih elemenata, kreiranih u specijalizovanom softveru Ansys Turbo Grid, prikazana je na sl.3.3.

Zbog simetričnosti radnog kola, može se simulirati samo jedna lopatica u međulopatičnom prostoru, odnosno 1/6 celokupnog modela.

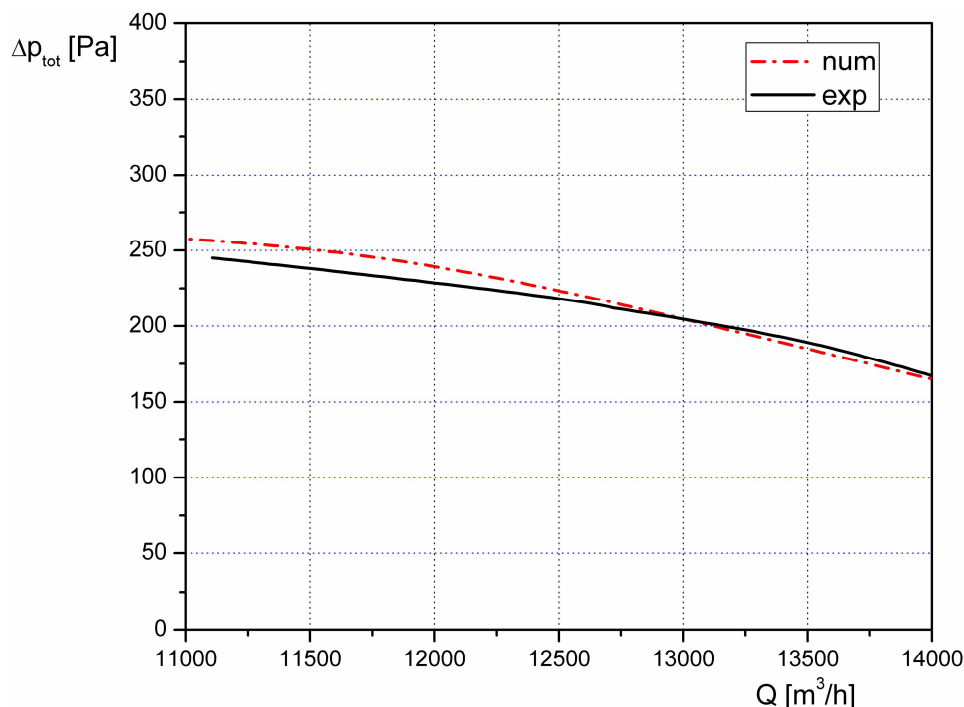
Dalje su zadati granični uslovi sistema, a zatim i svi parameri rada softvera za numeričku simulaciju. Za rešavanje diferencijalnih jednačina korišćena je takozvana "high resolution" procedura, a simulacije su vršene sa postavljenim uslovom da srednja kvadratna greška bude manja od 10^{-5} . Definisan je takođe i model turbulentnog strujanja, i kao generalna preporuka za strujanje u turbomašinama korišćen je standardni k- ϵ turbulentni model.



Sl.3.3 Heksaedarska mreža osnovog ventilatora

3.1.3. Rezultati numeričkih simulacija aksijalnog ventilatora – određivanje radne krive

Izvršene su numeričke simulacije strujanja u radnom kolu ventilatora za više različitih vrednosti protoka u opsegu $Q=(11000\div 14000) \text{ m}^3/\text{h}$, kako bi se izvršila validacija radne karakteristike niskopritisnog aksijalnog ventilatora.



Sl.3.4 Karakteristika totalnog pritiska ventilatora $\Delta p_{\text{tot}}(Q)$. Poređenje eksperimentalnih rezultata (crni dijagram) sa rezultatima dobijenim numeričkom simulacijom (crveni crta-tačka dijagram).

Iz dijagrama prikazanog na sl.3.4. uočava se da kriva dobijena numeričkim simulacijama strujanja ima dobro poklapanje sa krivom dobijenom eksperimentalnim merenjem na ispitnom štandu. Maksimalna relativna greška numerički dobijenog totalnog pritiska ventilatora je oko 5%. Rezultati dobijeni numeričkim simulacijama strujanja mogli bi biti još tačniji, ako bi se modelirala i glavčina ventilatora, što ovde nije bio slučaj. U konkretnom primeru izvršena je brza provera radnih parametara ventilatora, numeričkom simulacijom samo njegovog radnog kola. Napominje se da glavčina ovog ventilatora ne remeti struju vazduha na ulazu u radno kolo, odnosno projetovana je tako da omogućava nesmetan ulaz vazduha u radno kolo, bez njegovog odlepljivanja od zidova glavčine, i ne dovodi do stvaranja dodatnih gubitaka mehaničke energije struje vazduha.

3.2. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE AKSIJALNE PROPELERNE PUMPE

3.2.1. Fizički model pumpe

Kao primer numeričke simulacije rada aksijalne pumpe razmatrana je propelerna pumpa fabrike pumpi "Jastrebac" iz Niša, sa oznakom 2PP30, koja radi sa brojem obrtaja $n=1450 \text{ min}^{-1}$ i, u optimalnom režimu, ostaruje protok $Q=360 \text{ l/s}$ i $H=6 \text{ m}$ [14].

Ovaj tip pumpi nalazi svoju primenu u transportu većih količina vode pri malim i srednjim visinama crpljenja vode. Najviše se koriste u melioracionim sistemima za odvodnjavanje, kao primarne pumpe u sistemima za navodnjavanje, kao rashladne pumpe u termoelektranama, itd.

Pumpa može biti u vertikalnom, kosom i horizontalnom izvođenju, u zavisnosti od potrebe. Kućište pumpe se sastoji od usisnog zvana i sa njime spojenog zakola. U usisnom zvonu se nalazi radno kolo, a zakolo se sa zadnje strane povezuje sa difuzorom.

Radno kolo pumpe je sastavljeno iz brušenih lopatica od nerđajućeg čelika, koje su pričvršćene u glavčinu od ugljeničnog čelika.

Za pogon osne pumpe najčešće se koriste trofazni asinhroni elektromotori.

Geometrijske dimenzije propelerne pumpe 2PP30, su:

- ulazni prečnik usisnog zvana: $k=470 \text{ mm}$;
- dužina kućišta pumpe (usisno zvono, radno kolo i zakolo): $h=490 \text{ mm}$;
- dužina difuzora: $l=1000 \text{ mm}$;
- prečnici radnog kola na ulazu: $d_i=79,7 \text{ mm}$, $d_e=300 \text{ mm}$;
- prečnici radnog kola na izlazu: $d_i=147 \text{ mm}$, $d_e=300 \text{ mm}$;
- izlazni prečnici zakola: $d_i=143,5 \text{ mm}$, $d_e=320 \text{ mm}$;
- izlazni prečnik difuzora: $d=400 \text{ mm}$;

Geometrija lopatica radnog kola data je za sedam cilindričnih preseka, počevši od preseka na poluprečniku $r=60 \text{ mm}$, koji je definisan polupresek, do $r=150 \text{ mm}$, koji je identičan po obliku sa prethodnim presekom na poluprečniku $r=143,5 \text{ mm}$. Radno kolo ima 4 lopatice. Glavčina radnog kola je obrtni paraboloid, zbog kojeg se ova propelerna pumpa klasifikuje kao aksijalna (osna) pumpa sa ubrznim meridijanskim strujanjem.

Geometrija zakola definisana je pomoću pet cilindričnih preseka počevši od preseka na poluprečniku $r=74 \text{ mm}$, pa do preseka $r=143,5 \text{ mm}$. Zakolo ima 8 lopatica.

Koeficijenti protoka i pritiska razmetrane pumpe su:

$$\varphi = \frac{Q}{A_e u_e} = \frac{4Q}{D_e^3 \pi^2 n} = 0,224, \quad \psi = \frac{2Y}{u_e^2} = \frac{2gH}{D_e^2 \pi^2 n^2} = 0,227.$$

Specifični broj obrtaja iznosi:

$$n_q = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} = 157,8 \frac{\varphi^{1/2}}{\psi^{3/4}} = 227.$$

Za ovako definisanu geometriju aksijalne propelerne pumpe, najpre je nacrtan geometrijski model radnog kola i zakola pumpe, zatim je napravljena neuniformna mreža posmatranog strujnog prostora pumpe i izvršena je numerička simulacija strujanja.

Geometrijske karakteristike lopatica radnog kola izrađene propelerne pumpe date su u tabeli II i III.

TABELA II

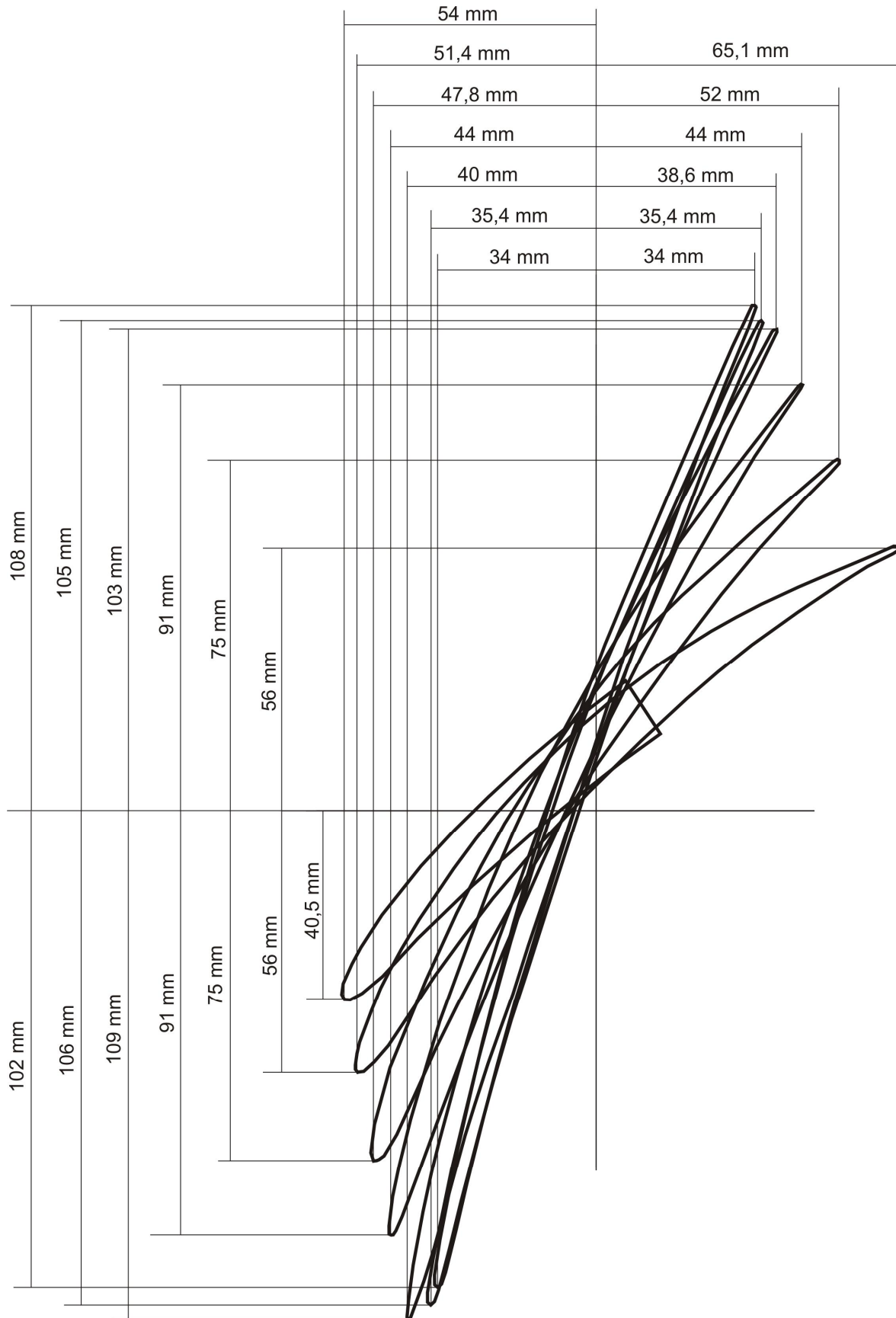
Geometrija radnog kola pumpe (2PP30) – geometrija profila proračunskih preseka

Presek	Prečnik r [mm]	Ugao rešetke β_i [°]	Tetiva profila [mm]	Prečnik skeletnice R [mm]	b_1 [mm]	b_2 [mm]	x_1 [mm]	x_2 [mm]
I	60	54	146	216	54	-	40,5	-
II	72,5	46	159	232,5	51,4	65,1	56	56
III	90,5	34	179	335	47,8	52	75	75
IV	108,4	26	203	528	44	44	91	91
V	126,2	20	226,5	845	40	38,6	109	103
VI	143,5	19	221	1080	35,4	35,4	106	105
VII	150	18	221	1080	34	34	102	108
Presek	Prečnik r [mm]	Ugao rešetke β_i [°]	α_1 [°]	α_2 [°]	β_1 [°]	β_2 [°]	θ_1 [°]	θ_2 [°]
I	60	54	54	-	47	-	33	-
II	72,5	46	65	28,5	43,4	53,2	37	-45
III	90,5	34	70	42	26,3	44	45	-47,5
IV	108,4	26	74	52	18,75	36,12	49,22	-48
V	126,2	20	76	60	15,2	28,32	49,58	-45,9
VI	143,5	19	78	66,5	12	23,5	43	-42,4
VII	150	18	78,4	65,85	11,6	24,15	39	-41,28

TABELA III

Debljine profila pumpe u svim presecima

<i>I presek</i>		<i>II presek</i>		<i>III presek</i>		<i>IV presek</i>		<i>V presek</i>		<i>VI presek</i>		<i>VII presek</i>	
<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>δ</i>
0	3	0	2	0	2	0	1,3	0	0,8	0	0,6	0	0,6
5	6,6	3,5	6	2,5	5,1	3	4,28	2,5	3,38	2,5	2,6	2,5	2,6
10	8,5	7	7,65	6	6,64	6	4,6	5,5	4,4	5,3	3,3	5,3	3,3
21	10,8	16,5	9,75	13	8,35	12,5	7,02	11,5	5,62	10	4,3	10	4,3
31	12,1	26	11,05	21	9,5	20	7,85	18	6,3	16,5	4,8	16,5	4,8
43	12,8	36	11,6	30	10	27,5	8,3	25	6,65	23,3	5,1	23,3	5,1
48	13	41,5	11,6	34,5	10	32	8,35	28,5	6,65	26,5	6	26,5	6
54,5	12,6	47,5	11,4	39,5	9,82	36,5	8,24	32,5	5,95	30	5	30	5
64	12	59,5	10,9	50	9	46	7,4	41	4,92	38	4,6	38	4,6
70	11,5	72	8,6	61	8,3	55,5	6,15	49,5	4,02	54	2,7	54	2,7
80	10,3	85,5	6,13	73	5,3	66	4,4	58	3,51	63	1,4	63	1,4
90	9	100	3,32	86	2,68	77,5	2,3	69	1,85	67,3	1,08	67,3	1,08
100	7,5	107,5	1,6	93,5	1,47	85	1,15	74	1,2	72,5	1	72,5	1
110	5,9	115,5	1	100	1			80	1				
120	3,5												
125,9	1,5												



Sl.3.5 Redanje profila lopatice radnog kola propelerne pumpe

Geometrijske karakteristike lopatica zakola date su u tabeli IV i tabeli V.

TABELA IV

Geometrija zakola pumpe 2PP30

<i>Presek</i>	<i>Prečnik r [mm]</i>	<i>Ugao rešetke β_1 [°]</i>	<i>Tetiva profila [mm]</i>	<i>Prečnik skeletnice R [mm]</i>	<i>b [mm]</i>	<i>x [mm]</i>	β_1 [°]	β_2 [°]	θ_1 [°]	θ_2 [°]
I	74	67,6	132	173,5	122	51	45	89	-39,5	0
II	90,6	70,7	135	208	127,8	44	53	89	-27,8	0
III	108,5	73,2	139	246	133	40	55	89	-21,1	0
IV	126,5	75,2	143	296	139	36	60	89	-16,3	0
V	143,5	76,7	149	332	145	34	63	89	-13,6	0

TABELA V

Debljine profila lopatica zakola pumpe u svim presecima

<i>I presek</i>		<i>II presek</i>		<i>III presek</i>		<i>IV presek</i>		<i>V presek</i>	
<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2,5	1,92	3	1,92	2,3	1,92	3,3	1,92	3	1,92
5	2,55	6	2,55	5,5	2,55	7	2,55	7	2,55
10,5	3,2	13	3,2	12	3,2	13	3,2	13,5	3,2
20	3,82	22	3,8	23,5	3,86	25	3,8	27	3,82
32	4,5	32,2	4,5	37,5	4,5	40	4,5	41,5	4,5
43,5	5,1	42	5,1	51	5,1	54	5,1	56	5,1
55,5	5,1	53,5	5,1	57,5	5,1	60,5	5,1	63	5,1
68	4,5	59,5	5,1	64	5,1	68	5,1	70,5	5,1
81	3,82	72,5	4,5	77,5	4,5	82	4,5	85,5	4,5
96,2	2,7	85,5	3,82	91	3,82	92,1	3,9	100	3,82
106,4	1,92	100	2,7	108,2	2,7	110,9	2,6	118,8	2,75
114,7	1,36	112	1,92	119,5	1,92	122,8	1,85	130	1,92
122,1	1	120,5	1,36	127,5	1,32	132,7	1,3	139	1,3
		127,77	1	133	1	139	1	145	1

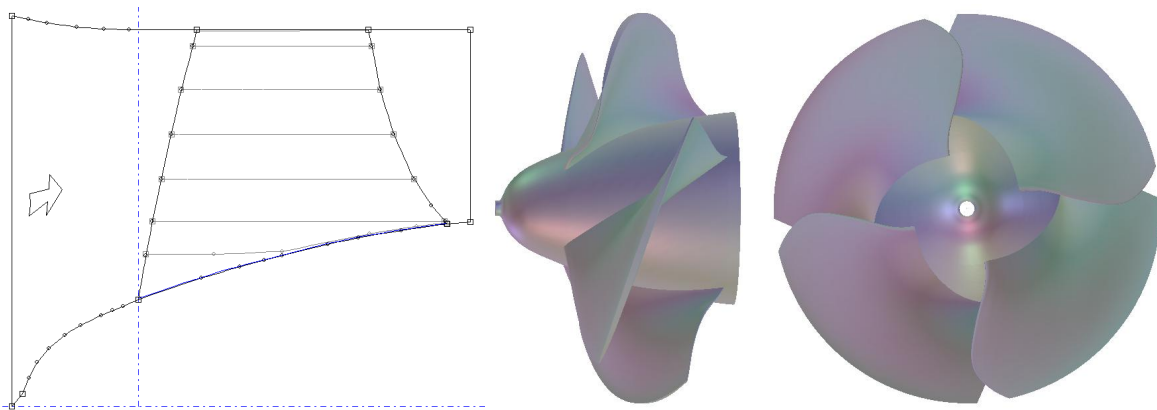
Na osnovu prethodno datih tabela konstruisani su profili lopatice radnog kola i zakola pumpe. Način na koji je izvršeno ređanje datih profila, a time formiran izgled lopatica radnog kola i zakola pumpe, prikazan je na sl.3.5 i sl.3.6.



Sl.3.6 Ređanje profila lopatice zakola propelerne pumpe

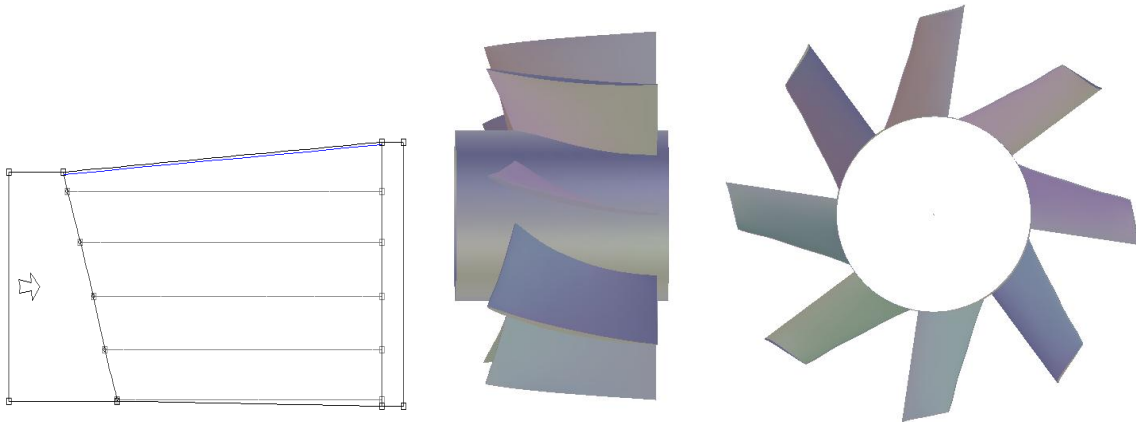
3.2.2. Kreiranje numeričkog modela aksijalne propelerne pumpe

Na osnovu definisane geometrije pumpe (dimenzije radnog kola, oblik čela glavčine), geometrije profila rešetke šest preseka (debljine profila, lopatični uglovi na ulazu i izlazu, kao i definisanje β uglova duž čitave kružno-lučne skeletnice profila) i izvršenog ređanja profila lopatice aksijalne pumpe (θ ugao na ulazu i izlazu, mereno u odnosu na pravu ređanja profila), izrađen je geometrijski model u CFX-BladeGen softveru [14]. Na sl.3.7 prikazan je izgled radnog kola izrađene pumpe.



Sl.3.7 Model radnog kola izrađene propelerne pumpe

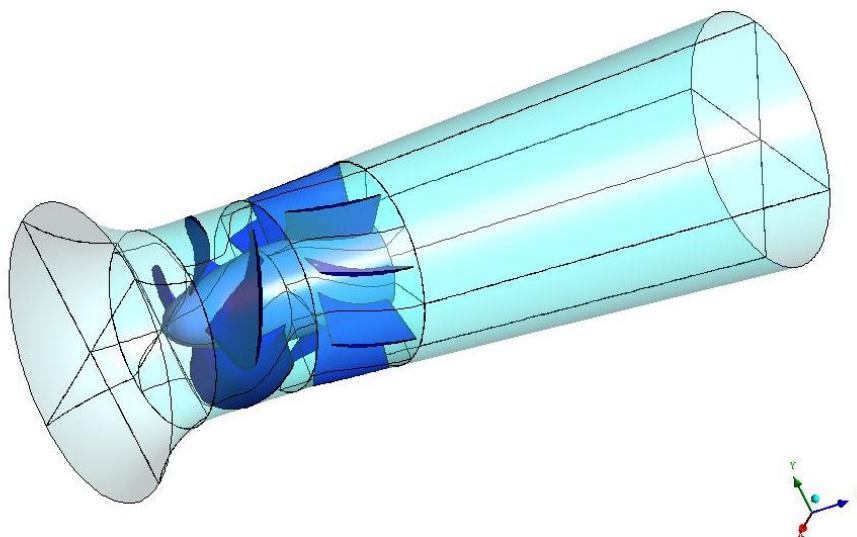
Na osnovu definisane geometrije zakola, geometrije profila rešetke pet preseka zakola i izvršenog ređanja profila kod dobijene lopatice zakola, izrađen je geometrijski model u CFX-BladeGen softveru. Na sl.3.8 prikazan je izgled zakola aksijalne pumpe 2PP30.



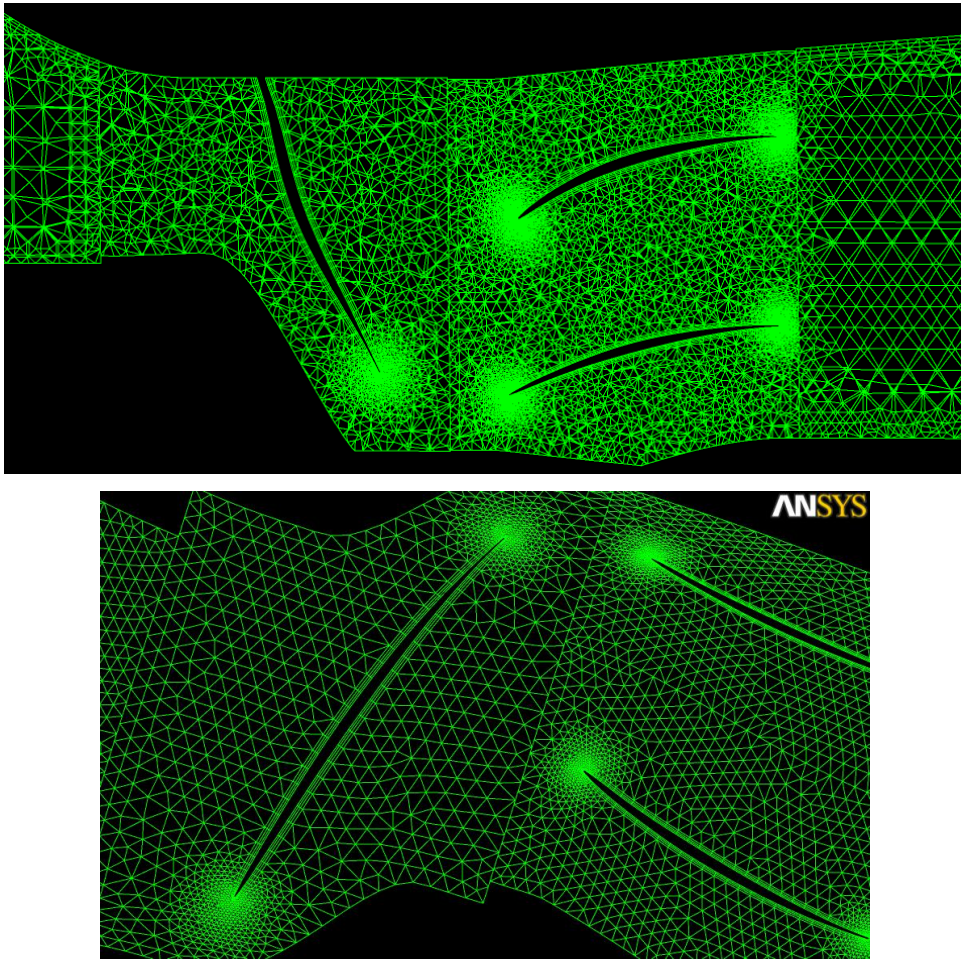
Sl.3.8 Model zakola propelerne pumpe

Mreža je definisana u softveru ANSYS ICEM CFD, po strukturi je neuniformna, tetraedarsko-prizmatičnog tipa. Strujni prostor pumpe sastoji se od četiri spojena domena (usisnog zvana, radnog kola pumpe, zakola pumpe i difuzora), kako je prikazano na sl.3.9. Zbog simetričnosti pumpe, a radi uštede računarskog vremena, pribeglo se numeričkoj simulaciji četvrtine celokupnog modela (jedna lopatica obrtnog kola sa međulopatičnim prostorom), što je numerički opravdano i izvodljivo.

Celokupna mreža pumpe se sastoji od 239002 čvorova i 1097498 elemenata (sl.3.10) i to: mrežu usisnog zvana čini 13226 čvorova i 53516 elemenata, radno kolo pumpe ima 54999 čvorova i 261010 elemenata, zakolo pumpe ima mrežu od 125796 čvorova i 602388 elemenata i mreža difuzora se sastoji od 44981 čvorova i 180584 elemenata. Neuniformnost mreže se ogleda u tome da međulopatični prostor radnog kola i zakola pumpe, iako značajno manjih dimenzija u odnosu na usisno zvono i difuzor, čini finija mreža od višestruko više elemenata nego što je to slučaj sa usisnim protočnom zapreminom usisnog zvana i difuzora.



Sl.3.9 Geometrijski model pumpe (usisno zvono, radno kolo, zakolo i difuzor)



Sl.3.10 Diskretizaciona mreža pumpe

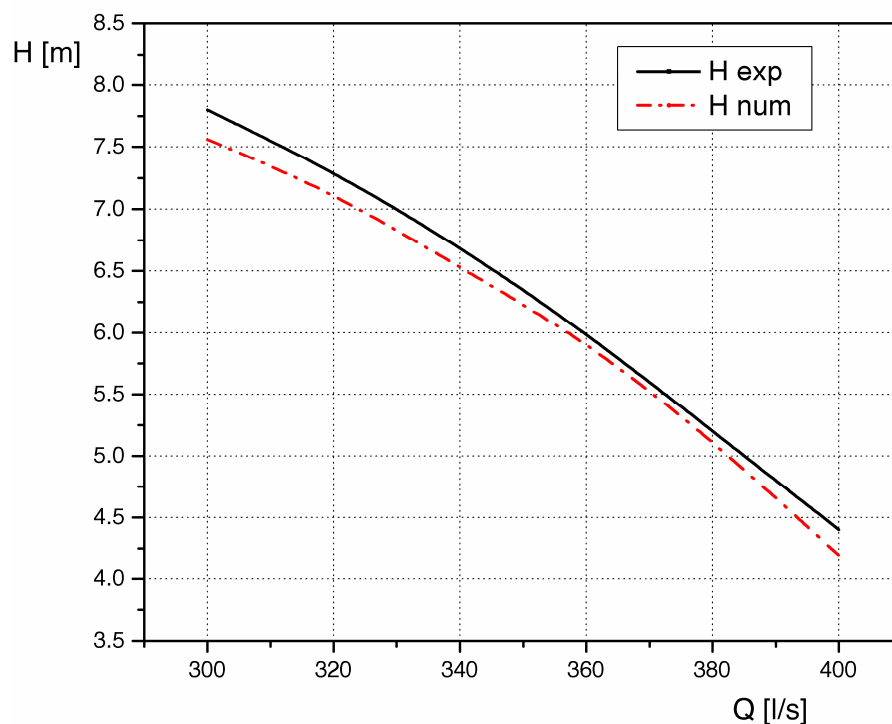
3.2.3. Rezultati numeričkih simulacija pumpe – određivanje radne krive

Prema metodologiji formiranja numeričkog modela, datog u uvodnom poglavlju, kao i prema jednačinama datim u poglavlju 2 ovog rada, izvršene su numeričke simulacije strujanja korišćenjem Ansys CFX softvera [14, 15].

Radi validacije ovog modela pumpe, izvršene su numeričke simulacije radnih režima za šest vrednosti protoka u rasponu od $(300 \div 400)$ l/s. Na osnovu dobijenih vrednosti napora pumpe u funkciji od zadatih protoka, nacrtan je dijagram karakteristike napora pumpe, $H(Q)$, koji je prikazan na sl.3.11. Relativna greška dobijenih vrednosti napora pumpe kreće se do maksimalno 4,5% (za radni režim sa maksimalnim protokom $Q=400$ l/s), što je i više nego zadovoljavajuće kod ovako kompleksnih strujanja u obrtnim radnim kolima i nepokretnim

zakolima. Osim toga, karakter krive napora dobijena numeričkim simulacijama strujanja dobro prati karakter krive napora dobijene eksperimentalno.

Pored složenog strujanja u radnom prostoru pumpe, treba uzeti u obzir i činjenicu da je ceo model složen, sačinjen iz četiri elementa (nepokretnog usisno zvono, zakola i dofuzora, kao i pokretnog radnog kola). Kod svakog od ovih elemenata je zasebno formirana numerička (diskretizaciona) mreža, a svi su oni spojeni u celinu koja pretstavlja pumpu. Za dobru konvergenciju numeričke simulacije i zadovoljavajuće rezultate naročito je značajno formiranje diskretizacione mreže na mestima spajanja ovih elemenata.



Sl.3.11 Karakteristika napora pumpe, $H(Q)$. Poređenje eksperimentalnih rezultata sa rezultatima dobijenim numeričkom simulacijom.

S obzirom da je izvršena validacija ovog modela, dalje se može smatrati da su odstupanja i svih ostalih strujnih parametara, u odgovarajućim tačkama strujnog prostora modela i realne propelerne pumpe, zanemarljivo mala za tehniku praksu.

3.3. PRIMER NUMERIČKE SIMULACIJE CENTRIFUGALNE PUMPE

3.3.1. Fizički model centrifugalne pumpe

Centrifugalna norm pumpa koja se razmatra konstruisana je kao deo projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, pod nazivom "Unapređenje konstruktivnih rešenja sporohodnih radnih kola centrifugalnih pumpi u cilju proširenja oblasti rada i poboljšanja kavitacionih karakteristika" (sa evidencionim brojem TR14032).

Razmatrana centrifugalna pumpa ima veoma široku oblast primene, a najčešće se koristi za potrebe vodosnabdevanja, navodnjavanja, odvodnjavanja i slične namene. U pitanju je standardizovana "norm" pumpa, čiji su proračunski radni parametri:

- protok $Q=30 \text{ l/s}$, tj. $Q=108 \text{ m}^3/\text{h}$
- napor pumpe $H=14,9 \text{ m}$
- broj obrtaja $n=1490 \text{ min}^{-1}$, tj. $n=24,83 \text{ s}^{-1}$

Prečnik na ulazu u radno kolo centrifugalne pumpe je $D_1=110 \text{ mm}$, dok je prečnik na izlazu iz radnog kola pumpe $D_2=250 \text{ mm}$. Ostali geometrijske veličine radnog kola razmatrane centrifugalne pumpe date su u tabelama VI i VII.

Koeficijenti protoka i pritiska razmatrane osne pumpe su:

$$\varphi = \frac{Q}{A_2 u_2} = \frac{4Q}{D_2^3 \pi^2 n} = 0,03, \quad \psi = \frac{2Y}{u_2^2} = \frac{2gH}{D_2^2 \pi^2 n^2} = 0,768.$$

Specifični broj obrtaja iznosi:

$$n_q = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} = 157,8 \frac{\varphi^{1/2}}{\psi^{3/4}} = 33,3.$$

Očekivani stepen korisnosti je 78%. Radno kolo pumpe je projektovano sa šest lopatica ($z=6$). Loaptice radnog kola su skraćene na prečnik 220 mm , čime se produžava zazor na jezičku spirale.

Profili lopatica su sa dvostrukom krivinom, koja je izraženija na preseku uz glavčinu. U tabelama VI i VII dati su osnovni geometrijski parametri radnog kola ispitivane centrifugalne pumpe.

TABELA VI

Geometrija radnog kola centrifugalne pumpe

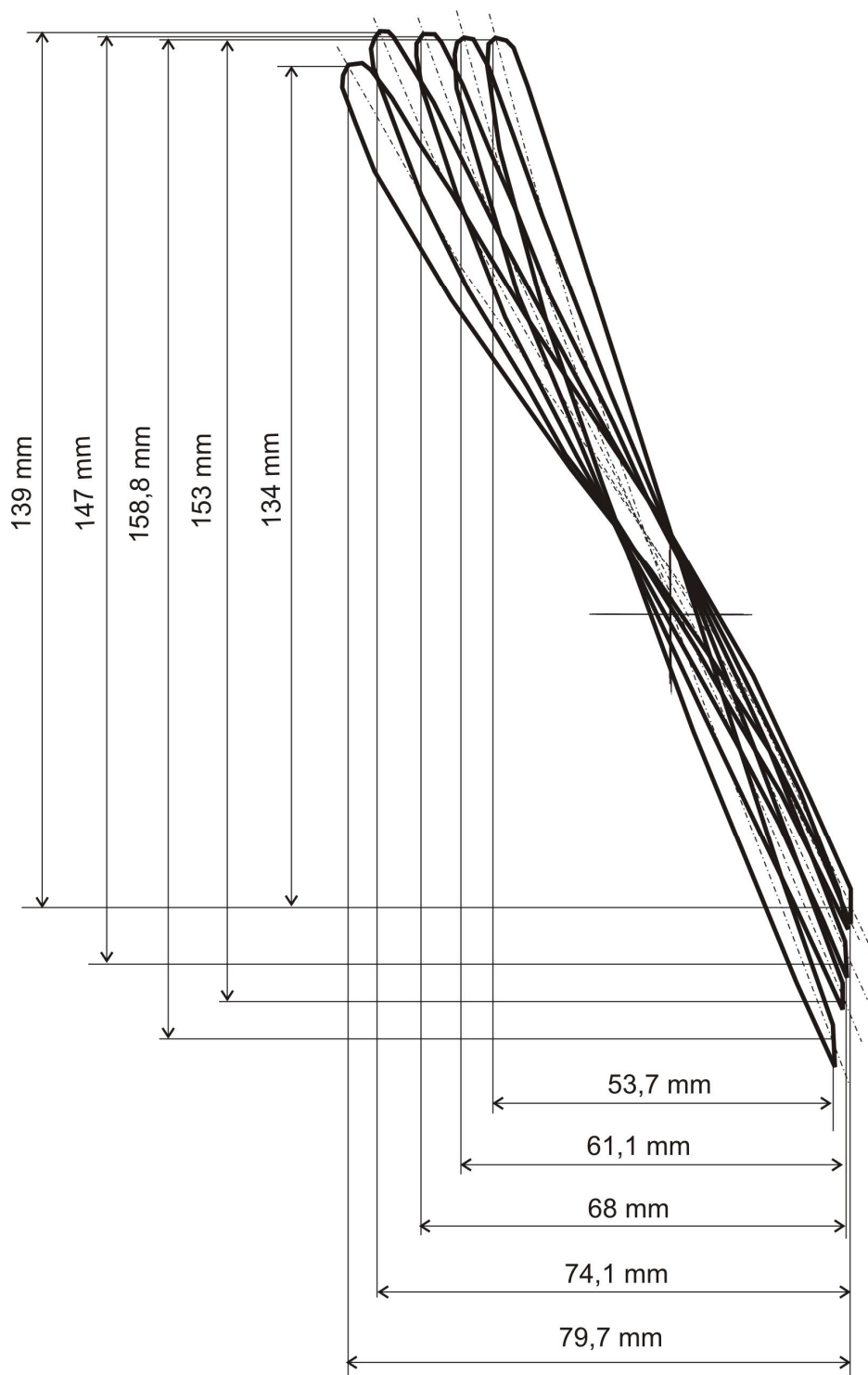
<i>Presek</i>	<i>Span</i>	<i>Ugao rešetke</i> $\beta_i [^\circ]$	<i>Tetiva profila</i> $[mm]$	<i>b</i> $[mm]$	<i>x</i> $[mm]$	$\beta_1 [^\circ]$	$\beta_2 [^\circ]$	$\theta_1 [^\circ]$	$\theta_2 [^\circ]$
I	0	59,3	79,7	79,7	134	62,4	68,3	0	130
II	0,25	61,5	74,2	74,1	139	68,2	68,2	3	130
III	0,5	65,2	68	68	147	71,7	68	5	130
IV	0,75	68,2	61,1	61,1	153	74,1	67,8	7,8	130
V	1	71,3	53,7	53,7	158,8	76	67,6	10,6	130

TABELA VII

Debljine lopatičnih profila centrifugalne pumpe

<i>I presek</i>		<i>II presek</i>		<i>III presek</i>		<i>IV presek</i>		<i>V presek</i>	
<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ	<i>y</i>	δ
0	2,7	0	2,7	0	2,7	0	2,9	0	3,2
2,5	4	2,5	4	2,3	4	3	4,6	3,5	5,4
5	4,8	5	4,76	5,5	5	5	5,3	7	6,4
10,5	5,8	10	2,55	10	5,9	10	6,3	15	7,2
20	6,5	20	6,45	20	6,6	20	6,9	20	7,2
30	6,5	30	6,45	30	6,5	30	6,5	25	6,9
40	6,2	40	5,9	40	5,9	40	5,7	30	6,5
50	5,4	50	5,1	50	4,9	50	4,4	40	5,2
60	4,6	60	4,1	60	3,6	55	3,6	45	4,5
70	3,5	70	2,8	65	3	60	2,8	50	3,6
79,7	2,4	74,1	2,4	68	2,4	61,1	2,6	53,7	2,9

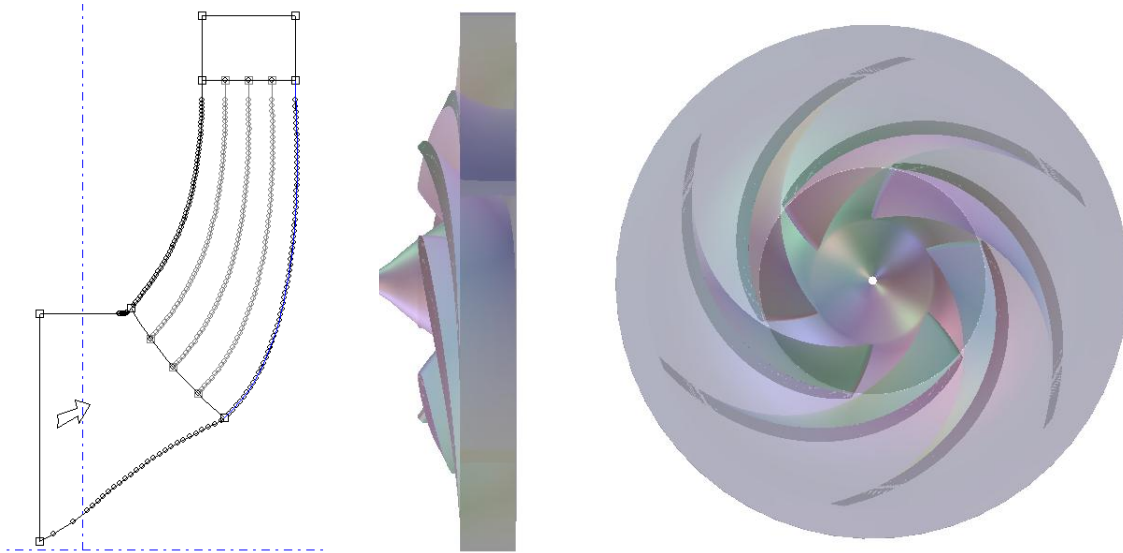
Ređanje profila, koji su definisani geometrijskim veličinama datim u tabelama VI i VII, prikazano je na slici 3.12, u cilju oblikovanja lopatice radnog kola razmatrane centrifugalne pumpe.



Sl.3.12 Redanje profila centrifugalne pumpe

3.3.2. Kreiranje numeričkog modela centrifugalne pumpe

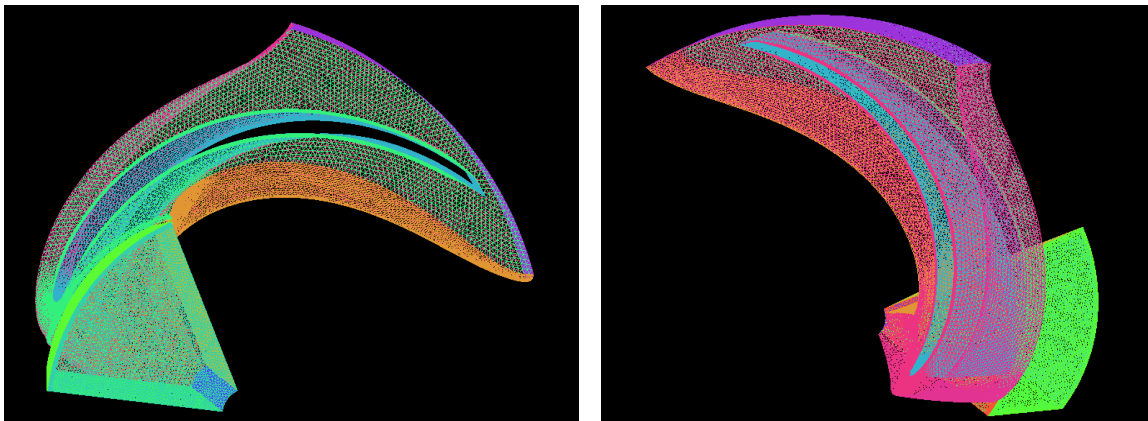
Na slici 3.13 prikazan je model centrifugalne pumpe izrađen u softveru Ansys Workbench BladeGen, pomoću kojeg je takođe formirana numerička (diskretizaciona) mreža.



Sl.3.13 Model radnog kola centrifugalne pumpe

Formirana je diskretizaciona mreža se sastoji od 166998 čvorova, odnosno 700506 elemenata (od čega 589332 tetraedarskih, 463 piramidalnih i 110711 klinastih elemenata), a prikazana je na sl.3.14.

S obzirom da se u dosadašnjim istraživanjima centrifugalnih pumpi pokazalo da nedostatak spirale neće uticati na karakter radne karakteristike pumpe, već će samo dovesti do nešto manjih vrednosti dobijenih napora, radi uprošćenja numeričkih simulacija razmatrano je samo radno kolo pumpe [84].



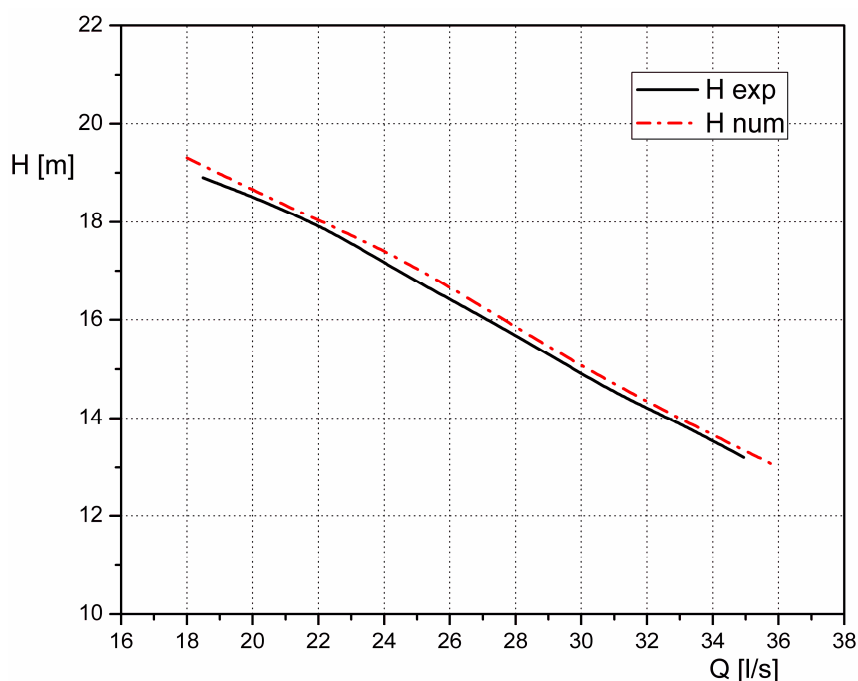
Sl.3.14 Diskretizaciona mreža centrifugalne pumpe

3.3.3. Rezultati numeričkih simulacija centrifugalne pumpe – određivanje radne krive pumpe

Kao i u predhodno datim primerima, pri formiranju numeričkog modela centrifugalne pumpe korišćena je ista metodologija. Numeričke simulacije strujanja su takođe izvršene korišćenjem Ansys CFX softvera, numeričkim rešavanjem RANS jednačina, pri čemu je korišćen k- ϵ turbulentni model.

Za konkretno definisanu norm pumpu izvršene su numeričke simulacije strujanja, za različite vrednosti protoka u opsegu od 18 l/s do 36 l/s. Broj obrtaja je kod svih numeričkih simulacija isti i iznosi $n=1490 \text{ min}^{-1}$.

Postignuta tačnosti konvergencije numeričke simulacije je takva da je srednje kvadratno odstupanje reda veličine 10^{-5} .



SL.3.15 Karakteristika napora pumpe, $H(Q)$. Poređenje eksperimentalnih rezultata sa rezultatima dobijenim numeričkom simulacijom.

Prema dobijenim vrednostima napora pumpe za zadate protoke, nacrtan je dijagram karakteristike napora pumpe, $H(Q)$, koji je prikazan na sl.3.15. Relativna greška dobijenih vrednosti napora pumpe ne prelazi 1,7%, što se može smatrati veoma zadovoljavajućim

rezultatom. Karakter krive napora pumpe dobijene numeričkim simulacijama strujanja u potpunosti prati karakter krive napora dobijene laboratorijskim merenjima.

Pored dobijene karakteristike rada centrifugalne pumpe, moguće je i analizirati strujanje u simuliranom strujnom prostoru, nacrtati dijagrame brzina i pritiska, i dobiti mnogobrojne numeričke rezultate strujnih veličina pri zadatom režimu rada pumpe.

4. ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA PREMA REZULTATIMA DOBIJENIM NUMERIČKOM SIMULACIJOM STRUJANJA U HIDRAULIČKIM TURBOMAŠINAMA I NISKOPRITISNIM VENTILATORIMA

4.1. UVOD

Pri projektovanju lopatica radnog (obrotnog) kola i lopatica nepokretnih elemenata hidrauličkih turbomašina i ventilatora, koristi se model osnosimetričnog strujanja i pored činjenice da ovaj model odgovara lopatičnim rešetkama sa bekonačnim brojem lopatica neizmerno male debljine. Realna strujanja u lopatičnim rešetkama hidrauličkih turbomašina i ventilatora nisu osnosimetrična, a fiktivno se mogu svesti na osnosimetrična, ukoliko se strujni parametri u međulopatičnim kanalima osrednjuju po kružnoj koordinati.

U niskopritisnim ventilatorima ($\Pi = p_{II} / p_I \leq 1,01$) gustina vazduha se menja za manje od 1%, pa se vazduh, sa zanemarljivo malom greškom može posmatrati kao nestišljiv fluid ($\rho = const.$). I kod srednjepritisnih ventilatora ($\Pi = p_{II} / p_I \leq 1,03$) gustina vazduha se menja najviše za oko 2%, pa se i kod ovih ventilatora vazduh može praktično smatrati nestišljivim fluidom. Iz ovog razloga, u daljem tekstu govori se o hidrauličkim turbomašinama, a podrazumeva da ova teorija odgovara i niskopritisnim i srednjepritisnim ventilatorima.

Numeričkim simulacijama strujanja nestišljivog fluida u radnom prostoru turbomašina mogu se (preliminarno) odrediti radne karakteristike novoprojektovane hidrauličke turbomašine, a takođe je moguće dobiti i vrednosti svih strujnih parametara u diskretnim tačkama razmatranog strujnog prostora. Prema rezultatima numeričkih simulacija strujanja u međulopatičnim kanalima, moguće je odrediti osrednjene strujne parametre po kružnoj koordinati, a zatim odrediti i osrednjene osnosimetrične strujne površine.

Za konstruktora hidrauličkih turbomašina značajno je da ove osrednjene osnosimetrične strujne površine može da uporedi sa osnosimetričnim strujnim površinama koje je usvojio pri profilisanju lopatica radnog kola. Po određivanju spektra osrednjenih osnosimetričnih strujnih

površina (meridijanskih strujnica), moguće je odrediti i raspored jediničnih radova po meridijanskim strujnicama, tako da konstruktor može da uporedi ove jedinične radove sa jediničnim radovima elementarnih stupnjeva koje je usvojio pri profilisanju lopatica radnog kola hidrauličke turbomašine.

Numeričke simulacije strujanja mogu biti urađene u bilo kom softveru za numeričku simulaciju strujanja fluida. Kako je u predhodnim poglavljima opisano, u ovom radu korišćen je programski paket Ansys CFX, koji je jedan od vodećih komercijalnih softvera, a u svom sastavu sadrži i modul za numeričku simulaciju strujanja fluida u radnim kolima turbomašina (tzv. turbo mode). Takođe, ovaj softverski paket sadrži i softver za numeričku diskretizaciju strujnog prostora obrnih kola turbomašina (tzv. Ansys TurboGrid), dok su neki primeri strujnih prostora turbomašina diskretizovani korišćenjem specijalizovanog softvera za turbomašine BladeGen v4.1, kao i programa opšteg tipa Ansys ICEM CFD.

Napomenimo samo da strujne površine u međulopatičnom kanalu turbomašine, dobijene korišćenjem ovog softverskog paketa, u opštem slučaju nisu osnosimetrične.

4.2. OSREDNJAVANJE SRUJNIH PARAMETARA PO KRUŽNOJ KOORDINATI

Za posmatranje strujanja u obrtnom (radnom) kolu pogodno je koristiti ortogonalan krivolinijski koordinatni sistem, u kojem su koordinatne površine (sl.4.1):

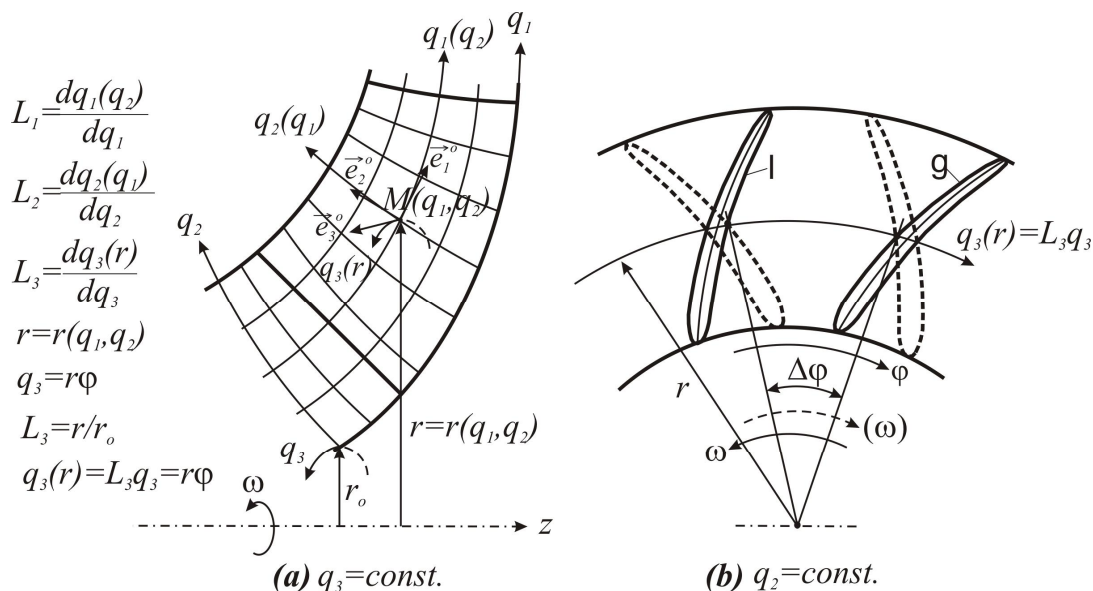
$q_3 = \text{const.}$ ($\varphi = \text{const.}$) – meridijanske površine koje prolaze kroz osu obrtanja radnog kola z ;

$q_2 = \text{const.}$ – osnosimetrične površine bliske osrednjenim strujnim površinama;

$q_1 = \text{const.}$ – površine normalne na prve dve.

Ukoliko se koordinatne površine $q_2 = \text{const.}$ podudaraju sa osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama govori se o prirodnom ortogonalnom koordinatnom sistemu.

Na slici 4.1 prikazani su karakterisitčni preseki centrifugalne pumpe koja se kreće u matematički pozitivnom smeru, a isprekidanim linijama na sl.4.1.b prikazani su preseki lopatica pumpe konstruisane za obrtanje radnog kola u smeru kretanja kazaljki na satu (u matematički negativnom smeru). Na sl.4.1.b data je ravanski konformno preslikana slika preseka radnog kola sa površinom $q_2 = \text{const.}$ Sa l i g označene su leđna i grudna strana lopatice koje definišu međulopatični kanal.



Sl.4.1. Preseci radnog kola centrifugalne pumpe

a) Meridijanski presek radnog kola; b) Ravanski konformno preslikan presek $q_2 = \text{const.}$

Da bi se mogao koristiti prirodan, ili njemu približan, ortogonalan krivolinijski koordinatni sistem, kako je na sl.4.1 prikazano, potrebno je znati, ili približno znati osnosimetrične strujne površine osrednjenog strujanja po kružnoj koordinati. Za određivanje ovih osnosimetričnih strujnih površina, o čemu se govori u odeljku 4.4.1, koristi se cilindrični koordinatni sistem, u kojem je $q_1 = z$, $q_2 = r$ i $q_3 = r_o\varphi$ ($L_1 = 1$, $L_2 = 1$, $L_3 = r/r_o$), kako je na sl.4.6 (a i b) prikazano. U daljem tekstu izložena teorija osrednja-vanja strujnih parametara po kružnoj koordinati važi i za cilindrični koordinatni sistem.

U jednačini strujanja figurišu vektori oblika $[\vec{a}, \vec{b}]$ i $rot\vec{v}$, a kako smer ovih vektora zavisi od orijentacije koordinatnog sistema, koristi se desno (pozitivno) orijentisan koordinatni sistem, pa smer kružne koordinate $q_3(\vec{e}_3^o)$ ne mora biti u smeru obrtanja radnog kola.

Označavajući sa ω ugaonu brzinu radnog kola, obimska brzina posmatrane tačke u obrtnom kolu je $\vec{u} = [\vec{\omega}, \vec{r}] = r\omega \cdot \vec{u}^o$, gde je \vec{u}^o jedinični vektor obimske brzine. Kako jedinični vektor tangente na kružnu koordinatnu liniju $q_3(r)$ zavisi od usmerenja ove koordinate, može biti $\vec{e}_3^o = \pm \vec{u}^o$, odnosno $\vec{u} = -\omega r \cdot \vec{e}_3^o$ za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $\vec{u} = \omega r \cdot \vec{e}_3^o$ za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Između apsolutne (\vec{c}) i relativne brzine (\vec{w}) strujanja u obrtnom kolu postoji veza, koja se opisuje jednačinom:

$$\vec{c} = \vec{w} + \vec{u} = \vec{w} + [\vec{\omega}, \vec{r}], \quad (4.1)$$

pa je:

$$\text{rot}\vec{c} = \text{rot}\vec{w} + 2\vec{\omega}, \quad \text{tj.} \quad \text{rot}\vec{w} = \text{rot}\vec{c} - 2\vec{\omega}, \quad (4.1')$$

gde je $\vec{\omega} = \pm\omega \cdot \vec{e}_z^o$, \vec{e}_z^o - jedinični vektor ose vratila radnog kola.

Kako je $\vec{c} = c_1\vec{e}_1^o + c_2\vec{e}_2^o + c_3\vec{e}_3^o$ i $\vec{w} = w_1\vec{e}_1^o + w_2\vec{e}_2^o + w_3\vec{e}_3^o$, prema jednačini (4.1) je $c_1 = w_1$ i $c_2 = w_2$, a označavajući sa c_u projekciju apsolutne brzine u smeru obimske brzine, može se pisati:

$$u = -\omega r < 0, \quad c_3 = -c_u < 0, \quad w_3 = c_3 + \omega r = -c_u + \omega r > 0 \quad \text{za} \quad \vec{e}_3^o = -\vec{u}^o,$$

$$u = \omega r > 0, \quad c_3 = c_u > 0, \quad w_3 = c_3 - \omega r = c_u - \omega r < 0 \quad \text{za} \quad \vec{e}_3^o = \vec{u}^o.$$

Skalarni strujni parametri, kao što su pritisak $p(q_1, q_2, q_3)$ i komponente brzine struja-nja $w_j(q_1, q_2, q_3)$, tj. $c_j(q_1, q_2, q_3)$, $j=1,2,3$, kao i bilo koja skalarna funkcija $f(q_1, q_2, q_3)$, u kojoj figurišu ovi strujni parametri, mogu se osrednjiti po kružnoj koordinati q_3 .

Označujući sa a i b površine dve susedne lopatice koje formiraju međulopatični kanal, interval osrednjavanja je $\Delta q_3 = q_{3b}(q_1, q_2) - q_{3a}(q_1, q_2)$, gde su $q_{3b}(q_1, q_2)$ i $q_{3a}(q_1, q_2)$ jednačine površina lopatica u međulopatičnom kanalu.

Osrednjivanje skalarnne funkcije $f(q_1, q_2, q_3)$ po kružnoj koordinati q_3 vrši se korišćenjem formule:

$$\tilde{f}(q_1, q_2) = \frac{1}{\Delta q_3} \int_{q_{3a}(q_1, q_2)}^{q_{3b}(q_1, q_2)} f(q_1, q_2, q_3) \cdot dq_3, \quad \text{gde je} \quad \Delta q_3 = \Delta q_3(q_1, q_2). \quad (4.2)$$

Kroz tačku $M=M(q_1, q_2)$ u meridijanskom preseku obrtnog kola (sl.4.1.a) prolazi kružna koordinatna linija $q_3(r) = L_3 \cdot q_3 = r\varphi$, gde je $r=r(q_1, q_2, q_3)$. Kako je $\Delta q_3 = \Delta q_3(r)/L_3$, formula (4.3) se može transformisati u oblik:

$$\tilde{f}(q_1, q_2) = \frac{1}{\Delta q_3(r)} \int_{q_{3a}(r)}^{q_{3b}(r)} f(q_1, q_2, q_3) \cdot dq_3(r) = \frac{1}{\Delta \varphi} \int_{\varphi_a(r)}^{\varphi_b(r)} f(q_1, q_2, \varphi(r)) \cdot d\varphi(r), \quad (4.2')$$

gde je: $r=r(q_1, q_2)$, $\Delta q_3(r) = r \cdot \Delta \varphi(r)$, $\Delta \varphi(r) = \varphi_b(r) - \varphi_a(r)$.

Indeksirajući sa l leđnu, a sa g grudnu stranu lopatice u međulopatičnom kanalu (sl.4.1.b) indeksi a i b mogu se zameniti indeksima l i g , pri čemu je:

$$a = l, \quad b = g \quad \text{za} \quad \vec{e}_3^o = -\vec{u}^o, \quad \text{odnosno} \quad a = g, \quad b = l \quad \text{za} \quad \vec{e}_3^o = \vec{u}^o. \quad (4.3)$$

Interval osrednjavanja u formuli (4.2') je kružni luk u međulopatičnom kanalu, a osrednjivanje skalarnne veličine $f(q_1, q_2, q_3)$ vrši se prema funkciji njenog rasporeda po ovom kružnom luku. Iz navedenog razloga formula (4.2') koristi se za određivanje osrednjenih

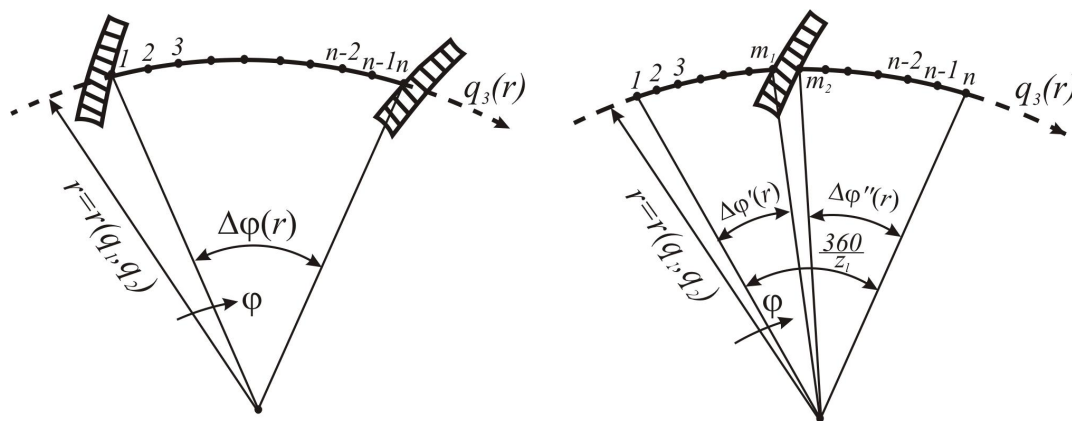
strujnih parametara $\tilde{p}(q_1, q_2)$, $\tilde{w}_j(q_1, q_2)$, $\tilde{c}_j(q_1, q_2)$ ($j=1,2,3$), prema numerički određenim rasporedima ovih strujnih parametara po kružnim lukovima u međulopatičnom kanalu. Ako su numerički određeni strujni parametri dovoljno gusto raspoređeni po kružnim lukovima u međulopatičnom kanalu, integral koji figuriše u formuli (4.2') može se dovoljno tačno izračunati korišćenjem trapeznog pravila.

Kako je na sl.4.2.a prikazano, sa $1,2,3,4,\dots, n$ označene su diskretno gusto raspoređene tačke na kružnom luku u međulopatičnom kanalu, koji prolazi kroz posmatranu tačku $M(q_1, q_2)$ u meridijanskoj ravni, kojoj odgovara radijus vektor veličine $r = r(q_1, q_2)$ (sl.3.1). Označavajući sa $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ skalarnе veličine f očitane u diskretno raspoređenim tačkama na kružnom luku, korišćenjem trapeznog pravila integracije, formula (4.2') svodi se na oblik:

$$\tilde{f}(q_1, q_2) = \frac{1}{\Delta\varphi} \left(\frac{1}{2} \sum_{j=2}^n (f_j + f_{j-1})(\varphi_j - \varphi_{j-1}) \right), \quad (4.4)$$

gde je: $\Delta\varphi(r) = \varphi_n - \varphi_1$, s tim da su $r = r(q_1, q_2)$, $\varphi_j = \varphi_j(r)$, $f_j = f_j(r)$, $j=1,2,3,\dots,n$.

Kako je na sl.4.2 prikazano, tačke 1 i n leže na stranama lopatica koje definišu (ograničavaju) međulopatični kanal.



Sl.4.2. Osrednjavanje po kružnoj koordinati q_3 – ilustracija za primenu formule (4.2')

Pri numeričkoj simulaciji strujanja u obrtnom kolu, kako je na sl.4.2.b prikazano, izdvaja se strujni prostor obuhvatnog ugla $360^\circ/z_1$ (z_1 – broj lopatica), s tim da je lopatica u sredini ovog prostora¹. Tačke m_1 i m_2 , na kružnom luku radijusa $r(q_1, q_2)$, leže na stranama obuhvaćene lopatice. U ovom slučaju formula (4.2') svodi se na oblik:

¹ Kod stacionarnih numeričkih simulacija u Ansys CFX softverskom paketu, može se, radi uštede procesorskog vremena a zbog simetričnosti radnog kola, vršiti simulacija samo dela geometrijskog domena radnog kola turbomašine koji čini lopatica i po pola međulopatičnog kanala sa obe strane.

$$\tilde{f}(q_1, q_2) = \frac{1}{\Delta\varphi'(r)} \int_{\varphi_1(r)}^{\varphi_{m_1}(r)} f(q_1, q_2, \varphi(r)) d\varphi(r) + \frac{1}{\Delta\varphi''(r)} \int_{\varphi_{m_2}(r)}^{\varphi_n(r)} f(q_1, q_2, \varphi(r)) d\varphi(r), \quad (4.5)$$

gde su $\Delta\varphi'(r) = \varphi_{m_1}(r) - \varphi_1(r)$ i $\Delta\varphi''(r) = \varphi_n(r) - \varphi_{m_2}(r)$, kako je na sl.4.2 prikazano.

Korišćenjem trapeznog pravila integracije, formula (4.4) svodi se na oblik:

$$\begin{aligned} \tilde{f}(q_1, q_2) = & \frac{1}{\Delta\varphi'(r)} \left(\frac{1}{2} \sum_{j=2}^{m_1} (f_j + f_{j-1})(\varphi_j - \varphi_{j-1}) \right) + \\ & + \frac{1}{\Delta\varphi''(r)} \left(\frac{1}{2} \sum_{j=m_2+1}^n (f_j + f_{j-1})(\varphi_j - \varphi_{j-1}) \right) \end{aligned} \quad (4.5')$$

s tim da su: $r = r(q_1, q_2)$, $\varphi_j = \varphi_j(r)$, $f_j = f_j(r)$, $j=1, 2, 3, \dots, m_1, m_2, \dots, n$.

Vektorska funkcija

$$\vec{v}(q_1, q_2, q_3) = v_1(q_1, q_2, q_3) \vec{e}_1^o + v_2(q_1, q_2, q_3) \vec{e}_2^o + v_3(q_1, q_2, q_3) \vec{e}_3^o$$

se takođe može osrednjiti po kružnoj koordinati

$$\tilde{\vec{v}}(q_1, q_2) = \tilde{v}_1(q_1, q_2) \vec{e}_1^o + \tilde{v}_2(q_1, q_2) \vec{e}_2^o + \tilde{v}_3(q_1, q_2) \vec{e}_3^o,$$

s tim da se skalarnе veličine komponenta vektora osrednjuju ($v_1(q_1, q_2, q_3)$, $v_2(q_1, q_2, q_3)$ i $v_3(q_1, q_2, q_3)$) korišćenjem jedne od formula (4.2), (4.2') ili (4.5).

Skalarnе i vektorske funkcije funkcije mogu se pretstaviti u obliku zbira osrednjene (po kružnoj koordinati) i sekundarne ("pulsacione") komponente:

$$f(q_1, q_2, q_3) = \tilde{f}(q_1, q_2) + f^*(q_1, q_2, q_3), \quad \vec{v}(q_1, q_2, q_3) = \tilde{\vec{v}}(q_1, q_2) + \vec{v}^*(q_1, q_2, q_3), \quad (4.6)$$

pri čemu je:

$$\tilde{f}^*(q_1, q_2, q_3) = 0 \quad \text{i} \quad \tilde{\vec{v}}^*(q_1, q_2, q_3) = 0. \quad (4.6')$$

S obzirom na pravilo osrednjavanja po kružnoj koordinati i jednačine (4.5) i (3.6'), lako je dokazati da je:

$$\left. \begin{aligned} (\tilde{f}) &= \tilde{f}, \quad (\tilde{\vec{v}}) = \tilde{\vec{v}}, \quad \frac{\partial \tilde{f}}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\vec{v}}}{\partial q_3} = 0 \\ (\widetilde{f f^*}) &= 0, \quad \widetilde{f_1 + f_2} = \tilde{f}_1 + \tilde{f}_2, \quad \widetilde{f_1 f_2} = \tilde{f}_1 \cdot \tilde{f}_2 + \widetilde{f_1^* f_2^*}, \\ (\widetilde{\vec{v}, \vec{v}^*}) &= 0, \quad (\widetilde{\vec{v}_1, \vec{v}_2}) = (\tilde{\vec{v}}_1, \tilde{\vec{v}}_2) + (\widetilde{\vec{v}_1^*, \vec{v}_2^*}) \\ (\widetilde{\vec{v}, \vec{v}^*}) &= 0, \quad (\widetilde{\vec{v}_1, \vec{v}_2}) = [\tilde{\vec{v}}_1, \tilde{\vec{v}}_2] + [\widetilde{\vec{v}_1^*, \vec{v}_2^*}] \end{aligned} \right\} \quad (4.7)$$

4.3. PO KRUŽNOJ KOORDINATI OSREDNJENE FUNKCIJE $gradf$, $div\vec{v}$ I $rot\vec{v}$

U ortogonalnom krivolinijskom koordinatnom sistemu (q_1, q_2, q_3) , funkcije $gradf$, $div\vec{v}$ i $rot\vec{v}$, za veličine $f(q_1, q_2, q_3)$ i $\vec{v}(q_1, q_2, q_3)$, definisane su jednačinama:

$$\left. \begin{aligned} gradf &= \frac{1}{L_1} \frac{\partial f}{\partial q_1} \vec{e}_1^o + \frac{1}{L_2} \frac{\partial f}{\partial q_2} \vec{e}_2^o + \frac{1}{L_3} \frac{\partial f}{\partial q_3} \vec{e}_3^o \\ div\vec{v} &= \frac{1}{L_1 L_2 L_3} \left[\frac{\partial(L_2 L_3 v_1)}{\partial q_1} + \frac{\partial(L_3 L_1 v_2)}{\partial q_2} + \frac{\partial(L_1 L_2 v_3)}{\partial q_3} \right] \\ rot\vec{v} &= \frac{1}{L_2 L_3} \left[\frac{\partial(L_3 v_3)}{\partial q_2} - \frac{\partial(L_2 v_2)}{\partial q_3} \right] \vec{e}_1^o + \frac{1}{L_3 L_1} \left[\frac{\partial(L_1 v_1)}{\partial q_3} - \frac{\partial(L_3 v_3)}{\partial q_1} \right] \vec{e}_2^o + \\ &+ \frac{1}{L_1 L_2} \left[\frac{\partial(L_2 v_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 v_1)}{\partial q_2} \right] \vec{e}_3^o \end{aligned} \right\} (4.8)$$

Prema formuli za osrednjavanje (4.2) dobija se:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial q_3} \right) = \frac{1}{\Delta q_3} \int_{q_{3a}(q_1, q_2)}^{q_{3b}(q_1, q_2)} \frac{\partial f(q_1, q_2, q_3)}{\partial q_3} \cdot dq_3 = \frac{1}{\Delta q_3} (f(q_1, q_2, q_{3b}) - f(q_1, q_2, q_{3a})), (4.9)$$

ili, kraće napisano:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial q_3} \right) = \frac{1}{\Delta q_3} \Delta(f), (4.9')$$

gde je

$$\Delta(f) = f_b(q_1, q_2) - f_a(q_1, q_2) = f(q_1, q_2, q_{3b}(q_1, q_2)) - f(q_1, q_2, q_{3a}(q_1, q_2)). (4.9'')$$

Operator Δ označava razliku funkcija na površinama lopatica koje definišu međulopatični kanal, a leže na istom kružnom luku osrednjivanja, $r=r(q_1, q_2)$ (kako je već bio slučaj za $\Delta q_3 = q_{3b}(q_1, q_2) - q_{3a}(q_1, q_2)$).

Polazeći od pravila diferenciranja integrala, uzimajući u obzir da granice integrala zavise od koordinata q_1 i q_2 ,

$$\frac{\partial}{\partial q_{1,2}} \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} f \cdot dq_3 = \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} \frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \cdot dq_3 + \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} \frac{\partial}{\partial q_3} \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right) \cdot dq_3 = \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} \frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \cdot dq_3 + \Delta \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right),$$

prema kojem je

$$\int_{q_{3a}}^{q_{3b}} \frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \cdot dq_3 = \frac{\partial}{\partial q_{1,2}} \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} f \cdot dq_3 - \Delta \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right),$$

i, s obzirom na (4.2), koristeći jednačine,

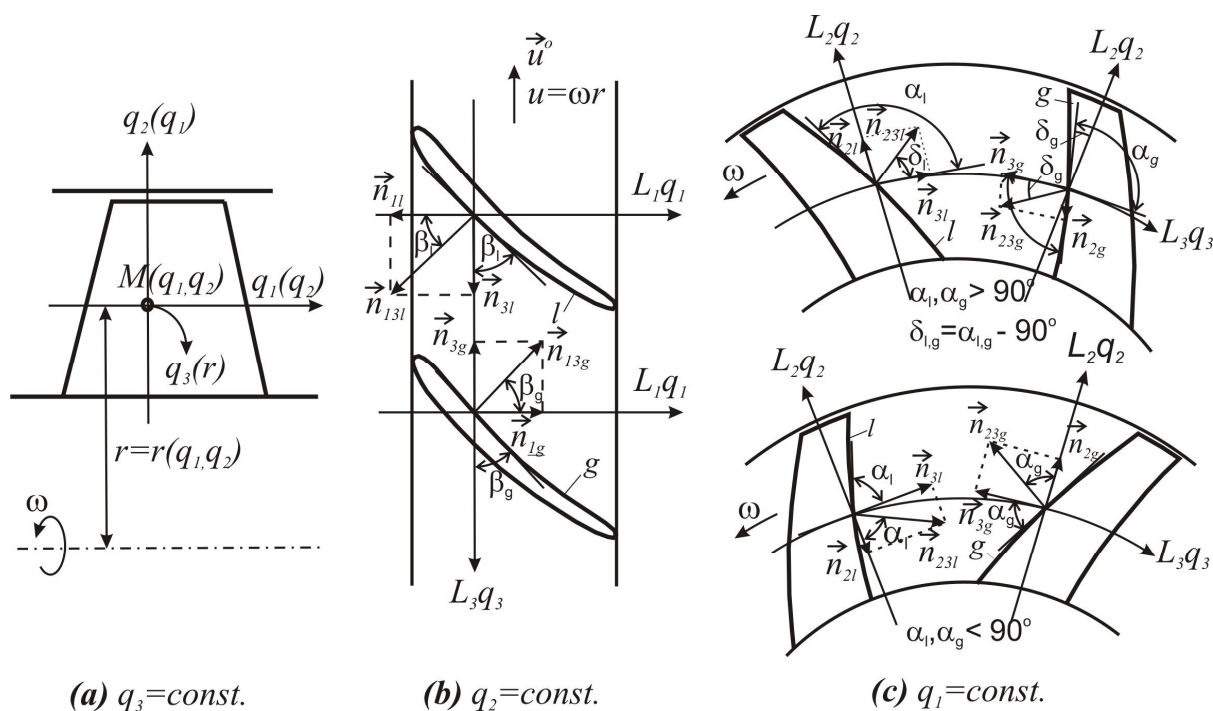
$$\frac{\partial(\Delta q_3 \cdot \tilde{f})}{\partial q_{1,2}} = \frac{\partial}{\partial q_{1,2}} \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} f \cdot dq_3 \quad \text{i} \quad \left(\frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \right) = \frac{1}{\Delta q_3} \int_{q_{3a}}^{q_{3b}} \frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} dq_3,$$

dobija se

$$\left(\frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \right) = \frac{1}{\Delta q_3} \frac{\partial(\Delta q_3 f)}{\partial q_{1,2}} - \frac{1}{\Delta q_3} \Delta \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right), \quad (4.10)$$

gde je

$$\Delta \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right) = \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right)_b - \left(f \frac{\partial q_3}{\partial q_{1,2}} \right)_a. \quad (4.10')$$



Sl.4.3. Preseci radnog kola aksijalne pumpe, kod koje je $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ ($a=l, b=g$)

Zbog fizičkog objašnjenja značenja izvoda $(\partial q_3 / \partial q_{1,2})_{a,b}$ na slikama 4.3 i 4.4 dati su preseci dve aksijalne pumpe sa površinama $q_3=const.$, $q_2=const.$ i $q_1=const.$ Uglovi nagiba profila lopatica označeni su sa $\beta_{a,b}$ i $\alpha_{a,b}$, i mere se, kako je kod turbomašina uobičajeno, u odnosu na negativan smer obimske brzine. Na slikama su nanesene i komponente spoljašnjih normala na površine graničnih lopatica međulopatičnog kanala ($n_{1,a,b}$, $n_{2,a,b}$, $n_{3,a,b}$). Na sl.4.3 dati su preseci radnog kola pumpe kod koje je $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ (kada je $a=l, b=g$), a na sl.4.4 dati su

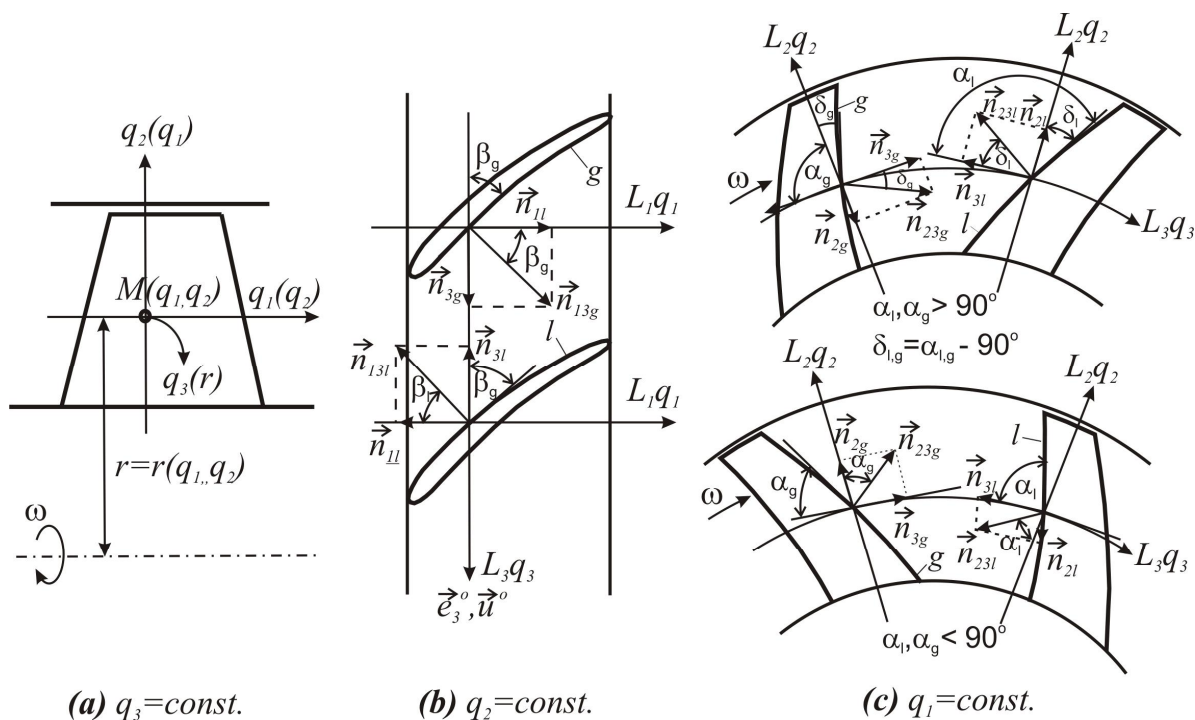
preseki radnog kola pumpe kod koje je $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$ (kada je $a=g, b=l$). Gornji delovi slika 4.3.c i 4.4.c odgovaraju presecima $q_1=const.$ u prednjem delu kola, dok donji delovi ovih slika odgovaraju presecima u zadnjem delu kola.

Vodeći računa o predznacima veličina $n_{1,a,b}, n_{2,a,b}, n_{3,a,b}$, prema sl.4.3 može se pokazati da, za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ (kada je $a=l, b=g$), važe relacije:

$$\left(\frac{\partial q_3}{\partial q_1} \right)_{a,b} = \frac{L_1}{L_3} \operatorname{ctg} \beta_{a,b} = -\frac{L_1}{L_3} \left(\frac{n_1}{n_3} \right)_{a,b}, \quad \left(\frac{\partial q_3}{\partial q_2} \right)_{a,b} = \frac{L_2}{L_3} \operatorname{ctg} \alpha_{a,b} = -\frac{L_2}{L_3} \left(\frac{n_2}{n_3} \right)_{a,b} \quad (4.11)$$

i

$$\left(\frac{\bar{n}}{n_3} \right)_{a,b} = -\operatorname{ctg} \beta_{a,b} \vec{e}_1^o - \operatorname{ctg} \alpha_{a,b} \vec{e}_2^o + \vec{e}_3^o. \quad (4.11')$$



Sl.4.4. Preseci radnog kola aksijalne pumpe, kod koje je $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$ ($a=g, b=l$)

Prema sl.4.4 može se pokazati da, za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$ (kada je $a=g, b=l$), važe relacije:

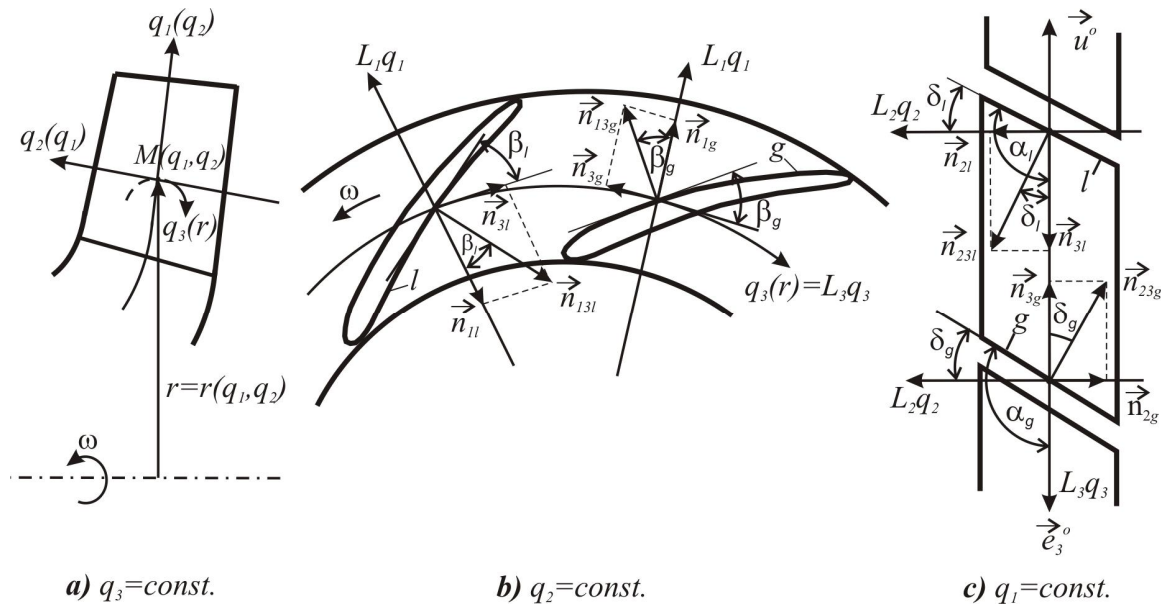
$$\left(\frac{\partial q_3}{\partial q_1} \right)_{a,b} = -\frac{L_1}{L_3} \operatorname{ctg} \beta_{a,b} = -\frac{L_1}{L_3} \left(\frac{n_1}{n_3} \right)_{a,b}, \quad \left(\frac{\partial q_3}{\partial q_2} \right)_{a,b} = -\frac{L_2}{L_3} \operatorname{ctg} \alpha_{a,b} = -\frac{L_2}{L_3} \left(\frac{n_2}{n_3} \right)_{a,b} \quad (4.12)$$

i

$$\left(\frac{\bar{n}}{n_3} \right)_{a,b} = \operatorname{ctg} \beta_{a,b} \vec{e}_1^o + \operatorname{ctg} \alpha_{a,b} \vec{e}_2^o + \vec{e}_3^o. \quad (4.12')$$

Razlika u formulama (4.11) i (4.12), odnosno (4.11') i (4.12'), nastaje zbog različitih predznaka veličina (za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ je $n_{3l} > 0$ i $n_{3g} < 0$, a za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$ je $n_{3l} < 0$ i $n_{3g} > 0$).

I ako izvedene prema presecima radnog kola aksijalne pumpe (sl.4.3 i sl.4.4) jednačine (4.11) i (4.11'), odnosno (4.12) i (4.12') važe i za centrifugalne i dijagonalne pumpe. Radi moguće provere, na sl.4.5 dati su preseci jedne brzohode centrifugalne pumpe, kod koje je $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$. Kod sporohode radijalne pumpe lopatice radnog kola su cilindrične ($\alpha_l = \alpha_g = 90^\circ$).



Sl.4.5. Preseci radnog kola centrifugalne pumpe, kod koje je $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ ($a=l, b=g$)

(preseci $q_1=const.$, $q_2=const.$ i $q_3=const.$ konformno su ravanski preslikani)

S obzirom na (4.11) i (4.12), formula (4.10) svodi se na oblik:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial q_{1,2}} \right) = \frac{1}{\Delta q_3} \frac{\partial (\Delta q_3 \tilde{f})}{\partial q_{1,2}} + \frac{1}{\Delta q_3} \frac{L_{1,2}}{L_3} \Delta \left(f \frac{n_{1,2}}{n_3} \right), \quad (4.13)$$

gde je

$$\Delta \left(f \frac{n_{1,2}}{n_3} \right) = \left(f \frac{n_{1,2}}{n_3} \right)_b - \left(f \frac{n_{1,2}}{n_3} \right)_a, \quad \text{za } M(q_1, q_2). \quad (4.13')$$

Kako je

$$\Delta q_3 = \Delta q_3(q_1, q_2), \quad \tilde{f} = \tilde{f}(q_1, q_2), \quad L_1 = L_1(q_1, q_2), \quad L_2 = L_2(q_1, q_2), \quad L_3 = L_3(q_1, q_2),$$

$$\Delta \left(\frac{n_3}{n_3} \right) = 0, \quad \frac{\partial (\Delta q_3 \tilde{f})}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial (L_1 L_2 \Delta q_3 \tilde{v}_2)}{\partial q_3} = 0, \quad \frac{\partial (L_2 \Delta q_3 \tilde{v}_2)}{\partial q_3} = 0 \quad \text{i} \quad \frac{\partial (L_1 \Delta q_3 \tilde{v}_2)}{\partial q_3} = 0,$$

prema jednačinama (4.9) i (4.13), po kružnoj koordinati osrednjene jednačine (4.8) dobijaju oblike:

$$\left. \begin{aligned} \widetilde{grad}f &= \frac{1}{\Delta q_3} grad(\Delta q_3 \tilde{f}) + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left(f \frac{\vec{n}}{n_3} \right) \\ \widetilde{div} \vec{v} &= \frac{1}{\Delta q_3} div(\Delta q_3 \tilde{v}) + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left(\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v} \right) \\ \widetilde{rot} \vec{v} &= \frac{1}{\Delta q_3} rot(\Delta q_3 \tilde{v}) + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left[\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v} \right] \end{aligned} \right\} \quad (4.14)$$

Gradjent skalarne funkcije $\Delta q_3 = \Delta q_3(q_1, q_2) (= q_{3b}(q_1, q_2) - q_{3a}(q_1, q_2))$,

$$grad \Delta q_3 = \frac{1}{L_1} \Delta \left(\frac{\partial q_3}{\partial q_1} \right) \vec{e}_1^o + \frac{1}{L_2} \Delta \left(\frac{\partial q_3}{\partial q_2} \right) \vec{e}_2^o,$$

s obzirom na jednačine (4.11) i (4.12) i činjenicu da je $\Delta \left(\frac{n_3}{n_3} \vec{e}_3^o \right) = 0$, može se svesti na

oblik:

$$grad \Delta q_3 = -\frac{1}{L_3} \Delta \left(\frac{\vec{n}}{n_3} \right),$$

a kako su:

$$grad(\Delta q_3 \tilde{f}) = \Delta q_3 \cdot grad \tilde{f} + \tilde{f} \cdot grad \Delta q_3,$$

$$div(\Delta q_3 \tilde{v}) = \Delta q_3 \cdot div \tilde{v} + (grad \Delta q_3, \tilde{v}),$$

$$rot(\Delta q_3 \tilde{v}) = \Delta q_3 \cdot rot \tilde{v} + [grad \Delta q_3, \tilde{v}],$$

jednačine (4.14) svode se na oblik:

$$\left. \begin{aligned} \widetilde{grad}f &= grad \tilde{f} + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left(f^*, \frac{\vec{n}}{n_3} \right) \\ \widetilde{div} \vec{v} &= div \tilde{v} + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left(\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v}^* \right) \\ \widetilde{rot} \vec{v} &= rot \tilde{v} + \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left[\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v}^* \right] \end{aligned} \right\} \quad (4.14')$$

gde su: $f^* = f - \tilde{f}$ i $\vec{v}^* = \vec{v} - \tilde{v}$.

Kako su $f = \tilde{f} + f^*$ i $\vec{v} = \tilde{v} + \vec{v}^*$, a takođe važi: $\widetilde{grad}f = grad \tilde{f}$, $\widetilde{div} \vec{v} = div \tilde{v}$ i $\widetilde{rot} \vec{v} = rot \tilde{v}$, može se pisati:

$$\widetilde{\text{grad}f} = \text{grad}\tilde{f} + \widetilde{\text{grad}f}^*, \quad \widetilde{\text{div}\vec{v}} = \text{div}\tilde{\vec{v}} + \widetilde{\text{div}\vec{v}}^* \quad \text{i} \quad \overline{\text{rot}\vec{v}} = \text{rot}\vec{v} + \overline{\text{rot}\vec{v}}^*,$$

pa je prema jednačinama (4.14')

$$\begin{aligned} \widetilde{\text{grad}f}^* &= \frac{1}{L_3\Delta q_3} \Delta \left(f^*, \frac{\vec{n}}{n_3} \right), \\ \widetilde{\text{div}\vec{v}}^* &= \frac{1}{L_3\Delta q_3} \Delta \left(\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v}^* \right), \\ \overline{\text{rot}\vec{v}}^* &= \frac{1}{L_3\Delta q_3} \Delta \left[\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{v}^* \right]. \end{aligned} \tag{4.14''}$$

Veličine $\widetilde{\text{grad}f}^*$, $\widetilde{\text{div}\vec{v}}^*$ i $\overline{\text{rot}\vec{v}}^*$ posledica su dejstva lopatica na osrednjeno strujanje.

U bezlopatičnim delovima ove veličine jednake su nuli.

4.4. OSREDNJE JEDNAČINE STRUJANJA

Strujanja u radnim kolima hidrauličkih turbomašina izrazito su turbulentna, tako da se kinematičke karakteristike strujanja u radnim kolima, dobijene proračunom za nevizkoznu tečnost, dobro slažu sa kinematičkim karakteristikama realnog primarnog (vremenski osrednjenog) turbulentnog strujanja. Ovde se misli na turbulentna strujanja sa tankim graničnim slojevima, kao što su strujanja u nominalnim i njima bliskim režimima rada hidrauličkih turbomašina. Nominalni radni režim hidrauličke turbomašine je onaj radni režim u kojem mašina radi sa najvećim stepenom korisnosti.

Zbog navedenog razloga, pri projektovanju hidrauličkih turbomašina (specijalno aksijalnih) koriste se rezultati proračuna dobijeni po modelu strujanja nevizkozne tečnosti, kao što je npr. Weinig-ov dijagram za strujno skretanje kroz prave ravanske rešetke tankih profila sa kružno-lučnim skeletnicama, ili Weinig-ov dijagram za koeficijent uzgonske sile u pravim ravanskim rešetkama sa pravim tankim pločastim profilima [93].

Prema napred rečenom, za određivanje kinematičkih karakteristika, po kružnoj koordinati osrednjenog strujanja (određivanje osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina) koriste se osrednjena jednačina kontinuiteta i jednačina strujanja nevizkozne tečnosti. Napominjemo da se pri integraciji diferencijalne jednačine strujanja, empirijski mogu uzeti u obzir i gubici strujne energije zbog viskoznog trenja.

U daljem tekstu, umesto termina tečnost, koristi se termin nestišljiv fluid, gde se izložena teorija može primeniti za hidrauličke turbomašine, kao i za niskopritisne, čak i srednjepritisne, ventilatore.

4.4.1. Osrednjena jednačina kontinuiteta

Po kružnoj koordinati osrednjena diferencijalna jednačina kontinuiteta za nestišljive fluide ($\widetilde{div}\vec{w} = 0$), saglasna drugoj jednačini (4.14) glasi:

$$div(\Delta q_3 \cdot \vec{w}) + \frac{1}{L_3} \Delta \left(\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{w} \right) = 0. \quad (4.15)$$

Pri strujanju po modelu nevizkoznog stišljivog fluida, površine lopatica su strujne površine ($\vec{n} \perp \vec{w}$), pa je drugi član sa leve strane jednačine (4.15) jednak nuli, tako da osrednjena diferencijalna jednačina kontinuiteta dobija oblik:

$$\operatorname{div}(\Delta q_3 \cdot \tilde{w}) = 0, \text{ tj. } \frac{\partial}{\partial q_1}(L_2 L_3 \Delta q_3 \tilde{w}_1) + \frac{\partial}{\partial q_2}(L_3 L_1 \Delta q_3 \tilde{w}_2) = 0, \quad (4.16)$$

gde su $L_1 = L_1(q_1, q_2)$, $L_2 = L_2(q_1, q_2)$, $L_3 = r(q_1, q_2)/r_o$ Laméovi koeficijenti..

Osrednjena jednačina kontinuiteta (4.15) važi i za primarni (vremenski osrednjeni) deo turbulentnog toka nestišljivog viskozno fluida, ali se drugi član sa leve strane ove jednačine može zanemariti samo u slučajevima kada su granični slojevi na površinama vrlo tanki. Ovaj član jednačine se ne može zanemariti u slučajevima kada se debljina graničnog sloja ne može zanemariti, a svakako se ne može zanemariti kod strujanja u kojima dolazi do odlepljivanja graničnih slojeva od površine lopatica.

Množenjem jednačine (4.16) sa $2\pi/\tau$, gde je τ - ugaoni korak lopatične rešetke ($\tau[\text{rad}] = 2\pi/z_l$, $\tau[^\circ] = 360/z_l$, z_l - broj lopatica), i stavljajući $\Delta q_3 = r_o \cdot \Delta\varphi$, dobija se:

$$\frac{\partial}{\partial q_1}(2\pi r_o k L_2 L_3 \tilde{w}_1) = -\frac{\partial}{\partial q_2}(2\pi r_o k L_3 L_1 \tilde{w}_2), \quad (4.16')$$

gde je $k = \Delta\varphi/\tau$ koeficijent smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatica ($\Delta\varphi = \Delta\varphi(q_1, q_2) \rightarrow k = k(q_1, q_2)$).

Diferencijalna jednačina (4.16') predstavlja neophodan i dovoljan uslov postojanja strujne funkcije $\tilde{\psi}_m = \tilde{\psi}_m(q_1, q_2)$ za osrednjene meridijanske brzine $\tilde{w}_m = \tilde{w}_1 \vec{e}_1^o + \tilde{w}_2 \vec{e}_2^o$. Meridijanske strujnice po kružnoj koordinati osrednjenog strujanja $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = \text{const.}$ predstavljaju tragove preseka osnosimetrične strujne površine osrednjenog strujanja (\bar{S}_m) i meridijanske ravni ($q_3 = \text{const.}$).

Prema jednačini (4.16') je

$$\frac{\partial \tilde{\psi}_m}{\partial q_1} = -2\pi r_o k L_3 L_1 \tilde{w}_2 \quad \text{i} \quad \frac{\partial \tilde{\psi}_m}{\partial q_2} = 2\pi r_o k L_2 L_3 \tilde{w}_1. \quad (4.17)$$

Za poznato polje komponenata osrednjenih meridijanskih brzina $\tilde{w}_1(q_1, q_2)$ i $\tilde{w}_2(q_1, q_2)$ i poznatu funkciju koeficijenta smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatica $k(q_1, q_2)$, korišćenjem jednačina (4.17) može se odrediti meridijanska strujna funkcija $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2)$, odnosno meridijanske strujnice $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = \text{const.}$, koje predstavljaju tragove preseka osrednjenih strujnih površina u meridijanskoj ravni.

Elementarna površinica na osnosimetričnoj protočnoj površini, čiji je meridijanski trag na sl.4.6.a prikazan linijom L je $d\vec{A} = dA_1 \cdot \vec{e}_1^o + dA_2 \cdot \vec{e}_2^o = [d\vec{L}, L_3 dq_3 \vec{e}_3^o]$, gde je $d\vec{L} = L_1 dq_1 \vec{e}_1^o + L_2 dq_2 \vec{e}_2^o$. Dakle, dobija se da su elementarne površine u pravcu generalisanih koordinata $dA_1 = L_3 L_2 dq_2 dq_3$ i $dA_2 = -L_3 L_1 dq_1 dq_3$. Zapreminski protok kroz $d\vec{A}$ je $dQ = (\vec{w}_m, d\vec{A}) = L_2 L_3 \tilde{w}_1 dq_2 dq_3 - L_3 L_1 \tilde{w}_2 dq_1 dq_3$. Lako je pokazati da je zapreminski protok kroz osnosimetričnu protočnu površinu, čiji je meridijanski trag linija dL :

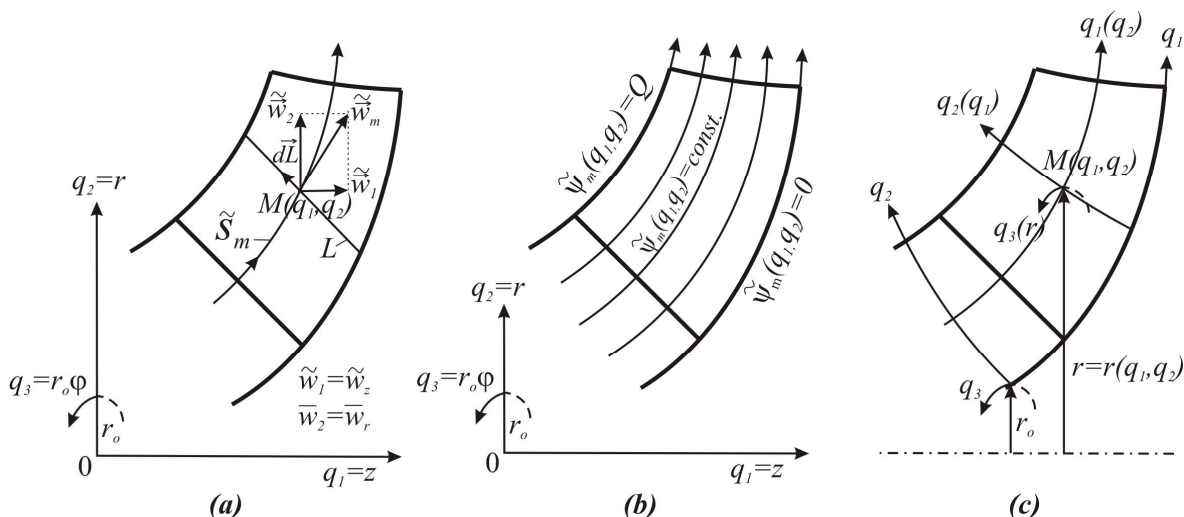
$$dQ = 2\pi k r_o (L_2 L_3 \tilde{w}_1 dq_2 - L_3 L_1 \tilde{w}_2 dq_1), \quad (4.18)$$

gde je $k = \Delta\varphi / \tau = \Delta q_3 / \tau r_o = k(q_1, q_2)$, tj. $\Delta q_3 = k\tau r_o = 2\pi k r_o$

Prema jednačinama (4.18) i (4.17) je $dQ = d\tilde{\psi}_m$, pa je zapreminski protok kroz osnosimetrični strujni prostor, koji je u meridijanskoj ravni ograničen meridijanskim strujnicama $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = K_1$ i $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = K_2$, jednak razlici meridijanskih strujnih funkcija,

$$\Delta Q = \Delta \tilde{\psi}_m = K_2 - K_1, \quad (K_2 > K_1). \quad (4.18')$$

Radi ilustracije, na sl.4.6 (a,b) prikazane su meridijanske strujnice, određene korišćenjem cilindričnog koordinatnog sistema, u kojem je $q_1 = z$, $q_2 = r$, $q_3 = r_o \varphi$, $\tilde{w}_1 = \tilde{w}_z$, $\tilde{w}_2 = \tilde{w}_r$ ($L_1 = 1$, $L_2 = 1$, $L_3 = r / r_o$). S obzirom na jednačinu (4.18'), usvajajući da je za meridijansku strujnicu na unutrašnjem disku radnog kola $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = 0$, meridijanska strujnica na spoljašnjem disku je $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = Q$.



Sl.4.6. Meridijanske strujnice

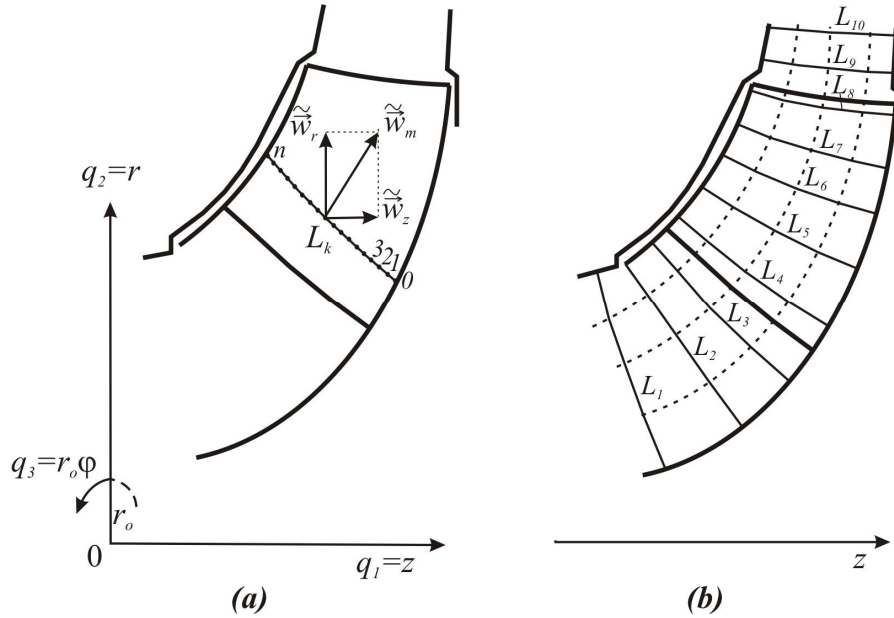
Tek po određivanju meridijanskih strujnica po kružnoj koordinati osrednjenog strujanja, moguće je uvesti prirodni krivolinijski ortogonalni koordinatni sistem, u kojem koordinatna površina $q_2 = const.$ odgovara osnosimetričnoj strujnoj površini osrednjenog strujanja, a koordinatne linije $q_1(q_2)$ podudaraju se sa meridijanskim strujnicama osrednjenog strujanja ($\tilde{w}_1 = \tilde{w}_m$, $\tilde{w}_2 = 0$), kako je na sl.4.6.c prikazano.

Jednačine (4.17) važe i za primarni deo turbulentnog strujanja, ali samo u slučajevima kada su granični slojevi na čvrstim površinama (lopatica i drugim delovima radnog kola) vrlo tanki (kada se rezultati proračuna kinematičkih karakteristika po modelu neviskoznog fluida, bez veće greške, mogu primeniti i na turbulentna strujanja u radnim kolima hidrauličkih mašina).

Realna strujanja u radnim kolima hidrauličkih turbomašina izrazito su turbulentna, ali su praćena manjim ili većim odlepljivanjima graničnih slojeva od površine lopatica. U ovakvim slučajevima, drugi član osrednjene jednačine kontinuiteta (4.15) nije jednak nuli, a ne može se ni zanemariti, pa se jednačine (4.17) ne mogu koristiti za određivanje meridijanskih strujnica. Meridijanske strujnice – meridijanski tragovi osnosimetričnih strujnih površina osrednjenog strujanja određuje se u ovom slučaju po uslovu da između površine unutrašnjeg diska radnog kola (ili površine vratila kod aksijalne mašine) i tražene osnosimetrične strujne površine prolazi isti protok ($\Delta Q = const.$). O ovakvom određivanju meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja (po kružnoj koordinati) govori se u daljem tekstu rada.

4.4.1.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta.

Prema osrednjenim komponentama brzina $\tilde{w}_1 = \tilde{w}_1(q_1, q_2)$ i $\tilde{w}_2 = \tilde{w}_2(q_1, q_2)$ u tačkama $M = M(q_1, q_2)$, koje u meridijanskoj ravni definišu strujni prostor radnog kola, moguće je odrediti osrednjene meridijanske strujnice – meridijanske tragove preseka osnosimetričnih strujnih površina osrednjenog strujanja, korišćenjem integralnih formula za određivanje raspodele protoka u nizu, proizvoljno izabranih, meridijanskih tragova preseka osnosimetričnih protočnih površina (linije $L_1, L_2, L_3, \dots, L_{10}$, na sl.4.7.b).



Sl.4.7. Meridijanski tragovi proizvoljno izabranih protočnih površina (L_k) u cilindričnom koordinatnom sistemu

Kako se pri određivanju osrednjenih meridijanskih strujnica koristi polarno-cilindrični koordinatni sistem ($q_1=z$, $q_2=r$ i $q_3=r_o\varphi$, $L_1=1$, $L_2=1$ i $L_3=r/r_o$, $\tilde{w}_1=\tilde{w}_z$, $\tilde{w}_2=\tilde{w}_r$, $dA_1=dA_z$, $dA_2=dA_r$) u daljem tekstu se umesto oznaka q_1 , q_2 , \tilde{w}_1 , \tilde{w}_2 , dA_1 i dA_2 , koriste oznake z , r , \tilde{w}_z , \tilde{w}_r , dA_z i dA_r ($dA_z = r dr \cdot d\varphi$, $dA_r = -rdz \cdot d\varphi$), tako da se jednačina (4.18) svodi na oblik:

$$dQ = 2\pi kr (\tilde{w}_z dr - \tilde{w}_r dz), \quad (4.18'')$$

gde je $k = \Delta\varphi / \tau = k(z, r)$.

Označavajući sa L_k meridijanski trag proizvoljno izabrane osnosimetrične protočne površine, a sa $L_{k,j}$ ($j=0,1,2,\dots,n$) proračunske tačke na meridijanskom tragu L_k , zapreminski protok do računске tačke $L_{k,j}$, saglasno jednačini (4.18''), može se izračunati korišćenjem formule:

$$Q_j^{(L_k)} = 2\pi \int_{r(L_{k,0})}^{r(L_{k,j})} kr\tilde{w}_z \cdot dr + \left(-2\pi \int_{z(L_{k,0})}^{z(L_{k,j})} kr\tilde{w}_r \cdot dz \right), \quad \text{za } j=1,2,\dots,n. \quad (4.19)$$

Izabrane proračunske tačke $L_{k,j}$ ($j=0,1,2,\dots,n$) u meridijanskoj ravni definisane su koordinatama $z(L_{k,j})=z_{k,j}$ i $r(L_{k,j})=r_{k,j}$, a znajući da se govori o meridijanskoj liniji L_k , može se jednostavnije pisati $z(L_{k,j})=z_j$ i $r(L_{k,j})=r_j$, $j=0,1,2,\dots,n$, kako se u daljem tekstu i radi.

U slučaju da su računске tačke, na izabranoj meridijanskoj liniji L_k , približno ravnomerno i dovoljno gusto ($n \geq 10$) raspoređene, integrali u formuli (4.19) mogu se dovoljno tačno izračunati korišćenjem trapeznog pravila numeričke integracije.

Označavajući sa $z_j = z(L_{k,j})$ i $r_j = r(L_{k,j})$ ($j=0,1,2,\dots,n$) koordinate računskih tačaka na izabranoj meridijanskoj liniji L_k i uvodeći u razmatranje funkcije:

$$f_j = (kr\tilde{w}_z)_{L_{k,j}} = f(z_j, r_j) = k(z_j, r_j) \cdot r(z_j, r_j) \cdot \tilde{w}_z(z_j, r_j), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n$$

$$F_j = (kr\tilde{w}_r)_{L_{k,j}} = F(z_j, r_j) = k(z_j, r_j) \cdot r(z_j, r_j) \cdot \tilde{w}_r(z_j, r_j), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n$$

korišćenjem pravila trapezne integracije, formula (4.19) svodi se na oblik:

$$Q_j^{(L_k)} = \pi \sum_{i=1}^j (f_i + f_{i-1})(r_i - r_{i-1}) + \pi \left(- \sum_{i=1}^j (F_i + F_{i-1})(z_i - z_{i-1}) \right), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n. \quad (4.19')$$

Za $j=n$ (n – računska tačka na periferiji izabranog meridijanskog traga L_k preseka radnog kola sa osnosimetričnom protočnom površinom) treba da je $Q_n = Q$, gde je Q protok kroz radno kolo. Razlika između Q_n i Q govori o greški proračuna zbog korišćenja trapeznog pravila integraljenja, ali i zbog greške pri određivanju koeficijenata smanjenja protočnih preseka zbog debljina lopatica ($k=k(z,r)$). Prema urađenim primerima proračuna za $n \geq 10$, greške proračuna su manje od 0,5% u bezlopatičnim oblastima radnog kola (gde je $k=1$), a u lopatičnim oblastima radnog kola ova greška je manja od 1%, što se za tehničku praksu samtra malom greškom.

Za određivanje protoka do svih računskih tačaka na posmatranom tragu meridijanskog preseka (L_k) izabrane osnosimetrične protočne površine (od Q_1 , pa redom, do Q_n), formula (4.19') može se svesti na oblik:

$$Q_j = Q_{j-1} + \pi (f_j + f_{j-1})(r_j - r_{j-1}) + \pi \left(- (F_j + F_{j-1})(z_j - z_{j-1}) \right), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n. \quad (4.19'')$$

gde je $Q_0 = 0$.

Izborom niza linija meridijanskih tragova preseka osnosimetričnih protočnih površina u oblasti radnog kola (na sl.4.7.b označenih sa $L_1, L_2, L_3, \dots, L_{10}$), moguće je odrediti rasporede protoka na ovim linijama, a povezivanjem tačaka jednakih protoka, na ovim linijama, određuju se osrednjene meridijanske strujnice (na sl.4.7.b prikazane su isprekidanim linijama). Isprekidanim linijama prikazane su osrednjene meridijanske strujnice za $Q/Q_n=0,25$, $Q/Q_n=0,5$ i $Q/Q_n=0,75$. Granične meridijanske strujnice (za $Q/Q_n=0$ i $Q/Q_n=1$) definisane su meridijanskim graničnim konturama obrtnog kola i kućišta turbomašine.

Za određivanje osrednjenih meridijanskih strujnica, na sl.4.7.b izabrano je deset protočnih meridijanskih linija (L_k , $k=1,2,\dots,10$). Tri linije (L_1 , L_2 i L_3) su u bezlopatičnom prostoru ispred lopatičnog prostora radnog kola (gde je $k=1$), pet protočnih meridijanskih linija (L_4 , L_5 , L_6 , L_7 i L_8) su u lopatičnom prostoru kola (gde je $k<1$), a dve protočne meridijanske linije (L_9 i L_{10}) su u bezlopatičnom prostoru iza radnog kola (gde je $k=1$). Napomenimo da se zaobljeni deo lopatica na izlazu iz kola nalazi u vrtložnom tragu, koji prati svako realno oticanje sa lopatica radnog kola.

Zbog moguće veće greške pri određivanju koeficijenta smanjenja (suženja) protočnog preseka zbog debljine lopatica (k) na zaobljenim ivičnim delovima lopatica, nije preporučljivo da se protočne meridijanske linije u delu lopatičnog prostora postavljaju u oblastima zaobljenih delova lopatica na ulazu i izlazu lopatičnog prostora kola.

Zbog zaobljenih čela lopatica, koeficijent suženja protočnog preseka zbog debljine lopatica (k) se naglo (trenutno) ne menja po ulazu u lopatični prostor kola, pa se osrednjene meridijanske strujnice određene u bezlopatičnom delu ispred lopatičnog prostora kola, glatkim krivama povezuju sa osrednjenim meridijanskim strujnicama određenim u lopatičnom prostoru kola. Zbog vrtložnih tragova iza lopatica, osrednjene meridijanske strujnice u lopatičnom prostoru nastavljaju se kao glatke krive i u bezlopatičnom prostoru iza radnog kola.

Računske tačke osrednjavanja strujnih parametara, na proizvoljno izabranim linijama meridijanskih tragova preseka sa osnosimetričnim protočnim površinama, tragovi su prodora kružnih lukova, na kojima su gusto raspoređene tačke, u kojima su numeričkom simulacijom određeni strujni parametri (p , w_1 , w_2 , e ($p_{tot}=\rho \cdot e$), e_R), koji se osrednjavaju po kružnoj koordinati. Zbog jednačine kontinuiteta, u računskim tačkama osrednjavanja strujnih parametara, u lopatičnom prostoru se određuju i koeficijenti smanjenja protočnog preseka k ($k=\Delta\varphi^\circ/\tau^\circ=1-(\Delta\varphi_i^\circ/\tau^\circ)$, $\tau^\circ=360^\circ/z_l$).

Na svakoj liniji izabranog meridijanskog traga preseka sa osnosimetričnom protočnom površinom, računске tačke osrednjavanja su približno ravnomerno raspoređuju, a njihov broj treba da je dovoljno veliki, da omogućava linearnu aproksimaciju osrednjenih strujnih parametara između dve susedne računске tačke osrednjavanja. Na ovaj način se izbegava potreba crtanja grafika promena osrednjenih strujnih veličina duž meridijanskih protočnih kontrolnih linija, a moguća je i primena trapeznog pravila integraljenja. Za određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja, korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta,

dovoljno je, u računskim tačkama osrednjavanja, znati $\tilde{w}_1 = \tilde{w}_1(q_1, q_2)$ i $\tilde{w}_2 = \tilde{w}_2(q_1, q_2)$, a u lopatičnom prostoru i $k = k(q_1, q_2)$.

Zbog određivanja elementarnih jediničnih radova obrtnog kola i gubitka mehaničke energije u elementarnim stupnjevima obrtnog kola, o čemu se govori u odeljku 4.4.2.1, u računskim tačkama osrednjavanja strujnih parametara potrebno je znati još i $\tilde{w}_3 = \tilde{w}_3(q_1, q_2)$ ($r\tilde{c}_u = -r\tilde{c}_3 = -r\tilde{w}_3 + \omega r^2$, za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $r\tilde{c}_u = r\tilde{c}_3 = r\tilde{w}_3 + \omega r^2$, za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$) i $\vec{e}_R = \vec{e}_R(q_1, q_2)$. Zbog određivanja uglova lopatica β_{sr} i α_{sr} fiktivnog radnog kola sa beskonačnim brojem neizmerno tankih lopatica, u računskim tačkama osrednjenih strujnih parametara treba znati i veličine: $w_{j,a}^*(q_1, q_2) = w_j(q_1, q_2, q_{3,a}) - \tilde{w}_j(q_1, q_2)$, $w_{j,b}^*(q_1, q_2) = w_j(q_1, q_2, q_{3,b}) - \tilde{w}_j(q_1, q_2)$, za $j=1,2,3$, $e_{R,a}^*(q_1, q_2) = e_R(q_1, q_2, q_{3,a}) - \tilde{e}_R(q_1, q_2)$ i $e_{R,b}^*(q_1, q_2) = e_R(q_1, q_2, q_{3,b}) - \tilde{e}_R(q_1, q_2)$, gde se indeksima a i b označavaju strane lopatica u međulopatičnom kanalu obrtnog kola.

4.4.2. Osrednjena jednačina strujanja

Diferencijalna jednačina za ustaljeno relativno strujanje neviskoznog stišljivog fluida, zanemarujući uticaj zemljine teže,

$$\text{grad} \frac{w^2}{2} - [\vec{w}, \text{rot} \vec{w}] = -\text{grad} \frac{p}{\rho} + \text{grad} \frac{\omega^2 r^2}{2} + 2[\vec{w}, \vec{\omega}],$$

može da se piše u obliku

$$[\vec{w}, (\text{rot} \vec{w} + 2\vec{\omega})] = \text{grad}(e_R), \quad (4.20)$$

ili, s obzirom da je $\text{rot} \vec{c} = \text{rot} \vec{w} + 2\vec{\omega}$, u obliku

$$[\vec{w}, \text{rot} \vec{c}] = \text{grad}(e_R), \quad (4.20')$$

gde je

$$e_R = \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} - \frac{\omega^2 r^2}{2}, \quad (4.21)$$

integral Bernulija za relativno strujanje.

Integral Bernulija za apsolutno strujanje je:

$$e = \frac{p}{\rho} + \frac{c^2}{2} = \frac{p_{tot}}{\rho}, \quad p_{tot} = p + \frac{\rho c^2}{2}, \quad (4.22)$$

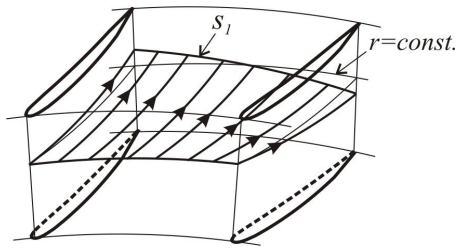
tako da, s obzirom na kosinusnu teoremu primenjenu na trougao brzine u turbomašini ($w^2 = c^2 + \omega^2 r^2 - 2\omega r c_u$), veza između Bernulijevih integrala može se opisati jednačinama:

$$e_R = e - \omega r c_u, \text{ odnosno } e = e_R + \omega r c_u. \quad (4.22')$$

Skalarnim množenjem vektorske jednačine (4.20) sa vektorom tangente na strujnu liniju relativnog strujanja $d\vec{s}_w$ ($d\vec{s}_w = \vec{w} \cdot dt$), dobija se:

$$d(e_R)_{S_w} = 0 \rightarrow e_R = \text{const. duž strujnice } S_w \quad (4.23)$$

odn. $e_R = \text{const. na strujnoj površini } S_l$



Sl.4.8. Strujna površina S_l

Strujna površina S_l , kako je na sl.4.8 prikazano, za lopatični prostor radnog kola aksijalne pumpe (ventilatora), ne mora biti osnosimetrična površina. U teoriji turbomašina obično se pretpostavlja da su strujne površine u radnom kolu osnosimetrične.

U slučaju da je u protočnom preseku ispred ulaza u lopatični prostor radnog kola $e_{R.1} = \text{const.}$ (1 – indeks za protočni presek ispred lopatičnog prostora kola) i da je $c_{u_1} = 0$ (kod pumpe i ventilatora), ili $r_1 c_{u_1} = \text{const.}$ (kod turbina), saglasno jednačini (4.22') je $e_{R.1} = \text{const.}$ U ovakvim slučajevima je, po modelu strujanja neviskoznog nestišljivog fluida, $e_R = \text{const.}$ u lopatičnom i bezlopatičnom prostoru radnog kola.

Uzimajući u obzir i viskozno trenje, jednačina $d(e_R)_{S_w} = 0$ (koja važi za neviskozan fluid), proširuje se i dobija oblik $d(e_R)_{S_w} = d(\Delta e_g)_{S_w}$, gde je Δe_g - jedinični (po masi) gubitak mehaničke energije fluida. Na putu od 1 do 2, na posmatranoj strujnici S_w je:

$$e_{R.2} = e_{R.1} - \Delta e_{g_{1-2}}, \quad (4.24)$$

gde je $\Delta e_{g_{1-2}}$ - jedinični gubitak mehaničke energije na posmatranoj strujnici S_w , na putu od 1 do 2.

Napominje se da deo $\Delta e_{g_{1-2}}$ može biti motorni rad za okolne strujnice (okolni fluid), kao što je deo gubitaka energije okolnih strujnica mogao, kao motorni rad, da utiče na promenu e_R kod posmatrane strujnice.

Kako se gubici mehaničke energije na strujnicama razlikuju, prema jednačini (4.24) može se zaključiti da kod strujanja realnog (viskozno) fluida jedinična mehanička energija

za relativno strujanje (e_R) nije konstantna na strujnoj površini, pa i uz pretpostavku da je ova strujna površina osnosimetrična.

O osrednjenim veličinama e_R po kružnoj koordinati (na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama) govori se u odeljku 4.4.2 ovog rada.

Kako je $\vec{w} = \vec{\tilde{w}} + \vec{w}^*$ i $\text{rot}\vec{c} = \widetilde{\text{rot}\vec{c}} + (\text{rot}\vec{c})^*$, osrednjena diferencijalna jednačina za relativno strujanje neviskoznog nestišljivog fluida (4.20') ima oblik:

$$\left[\vec{\tilde{w}}, \widetilde{\text{rot}\vec{c}} \right] + \left[\vec{w}^*, (\text{rot}\vec{c})^* \right] = \overline{\text{grad}(e_R)}.$$

S obzirom na formulu (4.14') za $\widetilde{\text{rot}\vec{c}}$ i $\overline{\text{grad}(e_R)}$ i činjenicu da je $\vec{c}^* = \vec{w}^*$, $(\text{rot}\vec{c})^* = \text{rot}\vec{c}^* - \widetilde{\text{rot}\vec{c}^*} = \text{rot}\vec{w}^* - \widetilde{\text{rot}\vec{w}^*}$, napred data jednačina svodi se na oblik:

$$\left[\vec{\tilde{w}}, \widetilde{\text{rot}\vec{c}} \right] + \vec{F}^{(1)} + \vec{F}^{(2)} + \vec{F}^{(3)} = \text{grad}(\tilde{e}_R), \quad (4.25)$$

gde su:

$$\vec{F}^{(1)} = \left[\vec{\tilde{w}}, \frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left[\frac{\vec{n}}{n_3}, \vec{w}^* \right] \right], \quad \vec{F}^{(2)} = -\frac{1}{L_3 \Delta q_3} \Delta \left(e_R^*, \frac{\vec{n}}{n_3} \right), \quad \vec{F}^{(3)} = \left[\vec{w}^*, \widetilde{\text{rot}\vec{w}^*} \right], \quad (4.25')$$

$$i \quad \tilde{e}_R = \frac{\tilde{p}}{\rho} + \frac{\tilde{w}^2}{2} - \frac{\omega^2 r^2}{2}.$$

Sile $\vec{F}^{(1)}$, $\vec{F}^{(2)}$ i $\vec{F}^{(3)}$ rezultat su osrednjavanja strujanja i mogu se posmatrati kao masene sile dejstva lopatica na osrednjeno osnosimetrično strujanje. Doduše, sila $\vec{F}^{(3)}$ predstavlja indirektno dejstvo lopatica, kao masena sila koja simulira dejstvo realnog strujanja na fiktivno osrednjeno osnosimetrično strujanje. Sila $\vec{F}^{(3)}$ postoji i u bezlopatičnom prostoru radnog kola, u kojem, pod dejstvom lopatica, realne strujne površine nisu osnosimetrične.

Sila $\vec{F}^{(3)}$ mnogo je manja od sile $\vec{F}^{(1)}$ i zanemaruje se [39]. Uzimajući da se komponente brzina \vec{w} linearno menjaju po kružnoj koordinati q_3 , lako je pokazati (na primeru aksijalne i radijalne pumpe) da su komponente sile $\vec{F}^{(3)}$ mnogo puta manje od komponenta sile $\vec{F}^{(1)}$, tako da se dejstvo sile $\vec{F}^{(3)}$ može zanemariti, što se u daljem tekstu i čini.

Pretpostavljajući da su strujne površine osnosimetrične, prema modelu strujanja neviskoznog nestišljivog fluida je $e_R = \text{const.}$ na ovim osnosimetričnim strujnim površinama ($e_R^* = 0$), pa je $\vec{F}^{(2)} = 0$. Iz navedenih razloga u literaturi [39] ova sila se i ne pominje.

Kako se osrednjeni strujni parametri određuju prema rezultatima numeričke simulacije strujanja, u kojima strujne površine, u opštem slučaju, nisu osnosimetrične, a e_R nije konstanta na strujnim površinama, sila $\vec{F}^{(2)}$ se ne zanemaruje. U numeričkim simulacijama strujanja uzima se u obzir i viskoznost fluida, pa prema rezultatima numeričke simulacije strujanja određene sile $\vec{F}^{(1)}$ i $\vec{F}^{(2)}$ uzimaju u obzir i viskozno trenje. Na ovaj način se primena jednačine (4.25), koja je izvedena za neviskoznan nestišljiv fluid, indirektno proširuje i na viskoznan fluid (na primarni deo turbulentnog toka).

U daljem tekstu uzima se da je $\vec{F} = \vec{F}^{(1)} + \vec{F}^{(2)}$, pa se jednačina (4.25) svodi na oblik:

$$\left[\tilde{w}, \text{rot} \tilde{c} \right] + \vec{F} = \text{grad}(\tilde{e}_R), \quad (4.26)$$

Prema jednačinama (4.25'), (4.11) i (4.12), a s obzirom da je $L_3 = r / r_o$, $\Delta q_3 = r_o \cdot \Delta \varphi$ ($\Delta \varphi$ [rad], $\Delta \varphi = (\pi / 180) \cdot \Delta \varphi [^\circ] = 0,01745 \cdot \Delta \varphi [^\circ]$), komponente sile \vec{F} su:

$$F_1 = F_1^{(1)} + F_1^{(2)}, F_2 = F_2^{(1)} + F_2^{(2)} \text{ i } F_3 = F_3^{(1)} + F_3^{(2)}, \quad (4.27)$$

$$\left. \begin{aligned} F_1^{(1)} &= \mp \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \left(\Delta \left((\tilde{w}_2 w_2^* + \tilde{w}_3 w_3^*) \text{ctg} \beta \right) - \tilde{w}_2 \Delta (w_1^* \text{ctg} \alpha) \pm \tilde{w}_3 \Delta w_1^* \right) \\ F_2^{(1)} &= \mp \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \left(\Delta \left((\tilde{w}_1 w_1^* + \tilde{w}_3 w_3^*) \text{ctg} \alpha \right) - \tilde{w}_1 \Delta (w_2^* \text{ctg} \beta) \pm \tilde{w}_3 \Delta w_2^* \right) \\ F_3^{(1)} &= \pm \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \left(\tilde{w}_1 \Delta (w_3^* \text{ctg} \beta) + \tilde{w}_2 \Delta (w_3^* \text{ctg} \alpha) \pm \tilde{w}_1 \Delta w_1^* \pm \tilde{w}_2 \Delta w_2^* \right) \end{aligned} \right\} \quad (4.27')$$

i

$$F_1^{(2)} = \pm \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \Delta (e_R^* \text{ctg} \beta), F_2^{(2)} = \pm \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \Delta (e_R^* \text{ctg} \alpha), F_3^{(2)} = - \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \Delta e_R^* \sum_{i=1}^n (X_i - \tilde{X})^2. \quad (4.27'')$$

Na mestima gde, u jednačinama (4.27') i (4.27''), figurišu dva predznaka, gornji predznaci su za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}$ (kada se $\Delta \varphi$ menja od leđne do grudne strane lopatica ($a=l, b=g$)), a donji predznaci su za $\vec{e}_3^o = \vec{u}$ (kada se $\Delta \varphi$ menja od grudne do leđne strane lopatica ($a=g, b=l$)).

Strujne površine \tilde{S}_l , normalne na polje sila \vec{F} , simuliraju dejstvo beskonačnog broja neizmerno tankih lopatica. Normale \vec{n}_{sr} na površine \tilde{S}_l kolinearne su sa silom \vec{F} , pa je $(n_1 / n_3)_{sr} = F_1 / F_3$ i $(n_2 / n_3)_{sr} = F_2 / F_3$. Označavajući sa $q_{3, sr}(q_1, q_2)$ jednačinu površine

\tilde{S}_l , a sa β_{sr} i α_{sr} njene uglove, kao i kod realnih lopatica, mogu se postaviti veze oblika (4.11) i (4.12), s tim da je u ovom slučaju:

$$\left(\frac{n_1}{n_3} \right)_{sr} = \frac{F_1}{F_3} = \mp ctg \beta_{sr} \quad i \quad \left(\frac{n_2}{n_3} \right)_{sr} = \frac{F_2}{F_3} = \mp ctg \alpha_{sr}, \quad (4.28)$$

gde su gornji predznaci za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}$, a donji predznaci su za $\vec{e}_3^o = \vec{u}$.

Pretpostavljajući da su strujne površine osnosimetrične (kada je $F = F^{(1)}$, $F^{(2)} = 0$), površine \tilde{S}_l , koje simuliraju dejstvo beskonačnog broja neizmerno tankih lopatica, normalne su na polje osrednjenih brzina \tilde{w} i u ovom slučaju je:

$$\left(\frac{n_1}{n_3} \right)_{sr}^{(1)} = \frac{F_1^{(1)}}{F_3^{(1)}} = \mp ctg \beta_{sr}^{(1)} \quad i \quad \left(\frac{n_2}{n_3} \right)_{sr}^{(1)} = \frac{F_2^{(1)}}{F_3^{(1)}} = \mp ctg \alpha_{sr}^{(1)}. \quad (4.28')$$

Koristeći prirodan ortogonalan krivolinijski koordinatni sistem, u kojem su koordinatne površine $q_2 = const.$ osnosimetrične strujne površine ($w_2 = 0$, odnosno $\tilde{w}_2 = 0$ i $w_2^* = 0$, prema jednačinama (4.27') je

$$\left. \begin{aligned} F_1^{(1)} &= \mp \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \tilde{w}_3 \left(\Delta (w_3^* ctg \beta) \pm \Delta w_1^* \right) \\ F_2^{(1)} &= \mp \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \Delta \left((\tilde{w}_1 w_1^* + \tilde{w}_3 w_3^*) ctg \alpha \right) \\ F_3^{(1)} &= \pm \frac{I}{r \cdot \Delta \varphi} \tilde{w}_1 \left(\Delta (w_3^* ctg \beta \pm \Delta w_1^*) \right) \end{aligned} \right\} \quad (4.28'')$$

pa se, prema jednačinama (4.28'), dobija

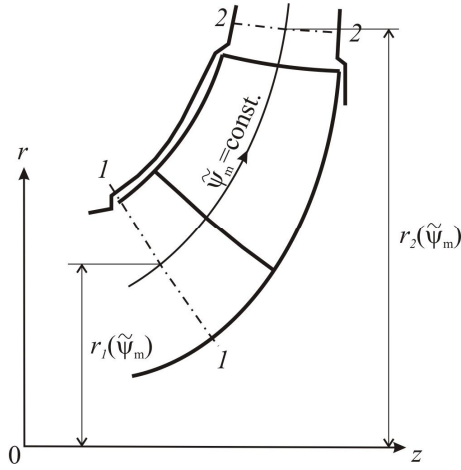
$$ctg \beta_{sr}^{(1)} = \pm \frac{\tilde{w}_3}{\tilde{w}_1} \quad i \quad ctg \alpha_{sr}^{(1)} = \pm \frac{\Delta \left((w_1^* + w_3^* (\tilde{w}_3 / \tilde{w}_1)) ctg \alpha \right)}{\Delta (w_3^* ctg \beta) \pm \Delta w_1^*}, \quad (4.28''')$$

gde je gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}$, a donji predznak je za $\vec{e}_3^o = \vec{u}$.

4.4.2.1 Elementarni jedinični radovi obrtnog (radnog) kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama

Na sl.4.9, linijama 1-1 i 2-2 označeni su meridijanski tragovi kontrolnih osnosimetričnih protočnih preseka na ulazu (1-1) i izlazu (2-2) iz radnog prostora obrtnog kola jedne centrifugalne pumpe. Sa $\tilde{\psi}_m = const.$ označena je jedna (posmatrana) osrednjena

meridijanska strujnica – meridijanski trag preseka osrednjene osnosimetrične strujne površine. Sve veličine vezane za posmatranu osrednjenu osnosimetričnu strujnu površinu označene su sa $(\tilde{\psi}_m)$, kako je na sl.4.9 urađeno za poluprečnike na ulazu ($r_1(\tilde{\psi}_m)$) i izlazu ($r_2(\tilde{\psi}_m)$) iz radnog prostora obrtnog (radnog) kola.



Sl.4.9. Meridijanski presek radnog kola centrifugalne pumpe

Meridijanski tragovi kontrolnih osnosimetričnih protočnih površina na ulazu (1-1) i izlazu (2-2) iz radnog prostora obrtnog (radnog) kola, moraju biti dovoljno udaljeni od lopatičnog prostora radnog kola, tako da se u ovim kontrolnim presecima ne oseća direktan uticaj lopatica na strujno skretanje. Po ovom uslovu, mora biti $r_1 \cdot c_{u1}(\tilde{\psi}_m) = r_1' \cdot c_{u1}'(\tilde{\psi}_m)$, gde je 1'-1' meridijanski trag protočnog kontrolnog preseka ispred 1-1, odnosno, mora biti $r_2 \cdot c_{u2}(\tilde{\psi}_m) = r_2' \cdot c_{u2}'(\tilde{\psi}_m)$, gde je 2'-2' meridijanski trag protočnog preseka iza preseka 2-2. U slučaju jednostepene pumpe, ili jednostepenog ventilatora,

bez regulacijskog pretkola, u kontrolnom preseku 1-1 mora biti $c_{u1} = 0$ ($c_3 = 0$).

Prema Euler-ovoj jednačini za turbomašine, jedinični rad kola pumpe (ili ventilatora) na posmatranj osrednjenoj osnosimetričnoj strujnoj površini je:

$$y_k^{(P)}(\tilde{\psi}_m) = \omega \left[(r_2 \tilde{c}_{u2})(\tilde{\psi}_m) - (r_1 \tilde{c}_{u1})(\tilde{\psi}_m) \right]. \quad (4.29)$$

Kod jednostepenih pumpi i ventilatora, bez regulacionog predkola, je $c_{u1} = 0$ ($\tilde{c}_{u1} = 0$), pa napred data jednačina dobija oblik:

$$y_k^{(P)}(\tilde{\psi}_m) = \omega \cdot (r_2 \tilde{c}_{u2})(\tilde{\psi}_m), \quad \text{za } \tilde{c}_{u1} = 0. \quad (4.29')$$

Za turbine je

$$y_k^{(T)}(\tilde{\psi}_m) = \omega \left[(r_1 \tilde{c}_{u1})(\tilde{\psi}_m) - (r_2 \tilde{c}_{u2})(\tilde{\psi}_m) \right]. \quad (4.30)$$

Jedinični rad pumpe definiše se kao razlika energija apsolutnog strujanja na izlazu i ulazu u pumpu. Koristeći indekse (oznake) I i II za usisni i potisni otvor pumpe (otvore u kojima se pumpa, preko prirubnica, povezuje sa usisnim i porisnim cevovodom), jedinični rad pumpe na posmatranj osrednjenoj osnosimetričnoj strujnoj površini je:

$$y_P(\tilde{\psi}_m) = (\tilde{e}_{II})(\tilde{\psi}_m) - (\tilde{e}_I)(\tilde{\psi}_m),$$

gde je:

$$\tilde{e}_{I,II} = \frac{I}{\rho} \tilde{p}_{tot,II} = \frac{I}{\rho} \tilde{p}_{I,II} + \frac{I}{2} (\widetilde{c^2})_{I,II}.$$

Kako se strujni prostor od I do II može podeliti na nepokretan prostor ispred obrtnog kola (I-1), radni prostor kola (1-2) i nepokretan prostor iza radnog kola (2-II), napred data jednačina, za $y_P(\tilde{\psi}_m)$, može da se svede na oblik:

$$y_P(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_2(\tilde{\psi}_m) - \tilde{e}_1(\tilde{\psi}_m) - (\Delta\tilde{e}_{g_{I-1}} + \Delta\tilde{e}_{g_{2-II}})(\tilde{\psi}_m),$$

a, konačno, s obzirom na jednačine (4.22') i (4.29), dobija se:

$$y_P(\tilde{\psi}_m) = y_k^{(P)}(\tilde{\psi}_m) - \Delta\tilde{e}_{g_{I-II}}(\tilde{\psi}_m), \quad (4.31)$$

gde je

$$\Delta\tilde{e}_{g_{I-II}}(\tilde{\psi}_m) = (\Delta\tilde{e}_{g_{I-1}} + \Delta\tilde{e}_{g_{1-2}} + \Delta\tilde{e}_{g_{2-II}})(\tilde{\psi}_m).$$

Jednačina (4.31) može se primeniti i za jedinične radove niskoptitisnih i srednjepritisnih ventilatora (kod kojih se promena gustine vazduga može zanemariti).

Za jedinični rad turbine, na posmatranoj osrednjenoj osnosimetričnoj strujnoj površini, dobilo bi se:

$$y_T(\tilde{\psi}_m) = y_k^{(T)}(\tilde{\psi}_m) + \Delta\tilde{e}_{g_{I-II}}(\tilde{\psi}_m). \quad (4.31')$$

Prema jednačinama (4.31) i (4.31') moguće je definisati hidrauličke stepene korisnosti, za posmatrane osrednjene osnosimetrične strujne površine u pumi (ili ventilatoru) i u turbini:

$$\begin{aligned} \eta_h^{(P)}(\tilde{\psi}_m) &= \frac{y_P(\tilde{\psi}_m)}{y_k^{(P)}(\tilde{\psi}_m)} = 1 - \frac{\Delta\tilde{e}_{g_{I-II}}(\tilde{\psi}_m)}{y_k^{(P)}(\tilde{\psi}_m)} \quad \text{i} \\ \eta_h^{(T)}(\tilde{\psi}_m) &= \frac{y_k^{(T)}(\tilde{\psi}_m)}{y_T(\tilde{\psi}_m)} = 1 - \frac{\Delta\tilde{e}_{g_{I-II}}(\tilde{\psi}_m)}{y_T(\tilde{\psi}_m)} \end{aligned} \quad (4.32)$$

Jedinični (po masi) osrednjeni gubitak mehaničke strujne energije, u radnom prostoru obrtnog kola, računa se kao razlika jediničnih mehaničkih energija relativnog strujanja, pa je:

$$\Delta\tilde{e}_{g_{I-2}}(\tilde{\psi}_m) = (\tilde{e}_{R,1} - \tilde{e}_{R,2})(\tilde{\psi}_m) = \left[\frac{I}{\rho} (\tilde{p}_1 - \tilde{p}_2) + \frac{I}{2} (\widetilde{w}_1^2 - \widetilde{w}_2^2) - \frac{I}{2} \omega (r_1^2 - r_2^2) \right] (\tilde{\psi}_m). \quad (4.33)$$

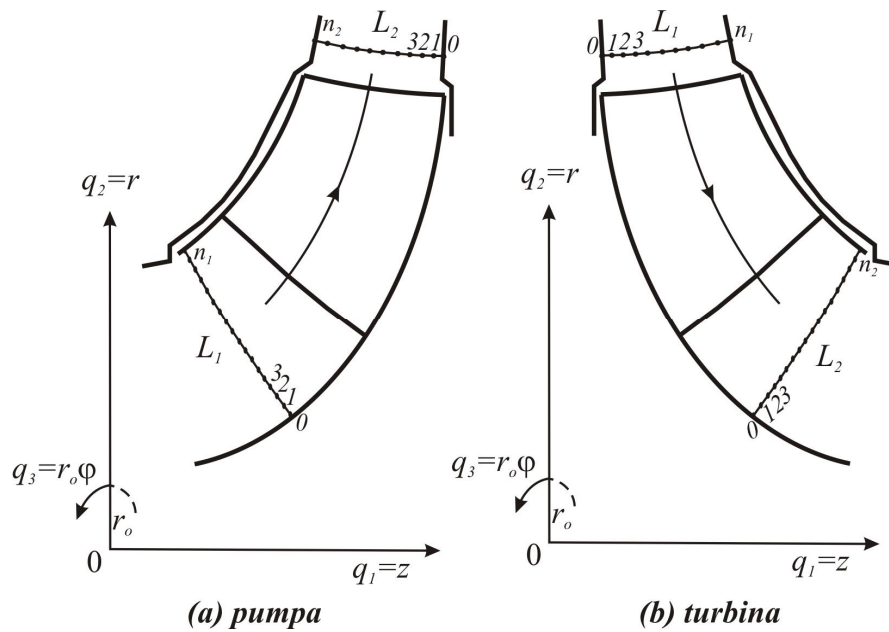
Jedinični osrednjeni gubitak mehaničke strujne energije, u nepokretnim elementima pumpi (ili ventilatora) i turbina, računaju se kao razlike jediničnih mehaničkih energija apsolutnih strujanja, pa je:

$$\Delta \tilde{e}_{g_{1-1}}(\tilde{\psi}_m) = (\tilde{e}_I - \tilde{e}_I)(\tilde{\psi}_m) = \left[\frac{1}{\rho}(\tilde{p}_I - \tilde{p}_I) + \frac{1}{2}(\tilde{c}_I^2 - \tilde{c}_I^2) \right] (\tilde{\psi}_m) \quad \text{i} \quad (4.33')$$

$$\Delta \tilde{e}_{g_{2-1}}(\tilde{\psi}_m) = (\tilde{e}_2 - \tilde{e}_{II})(\tilde{\psi}_m) = \left[\frac{1}{\rho}(\tilde{p}_2 - \tilde{p}_{II}) + \frac{1}{2}(\tilde{c}_2^2 - \tilde{c}_{II}^2) \right] (\tilde{\psi}_m).$$

4.4.2.2 Određivanje momenta obrtnog kola i jediničnog rada kola prema osrednjenim brzinama u kontrolnim protočnim presecima na ulazu (1-1) i izlazu (2-2) iz radnog prostora obrtnog kola

Meridijanski trag protočnog kontrolnog preseka na ulazu u radni prostor obrtnog kola (1-1) prikazan je na sl.4.10, linijom L_1 , dok je meridijanski trag protočnog kontrolnog preseka na izlazu iz radnog prostora obrtnog kola (2-2) prikazan linijom L_2 .



Sl.4.10. Meridijanski trag protočnog kontrolnog preseka na ulazu i izlazu radnog kola

Prema zakonu promene momenta količine kretanja, obrtni moment radnog kola pumpe $M_k^{(P)}$, pri njenom ustaljenom radu (pri ustaljenom relativnom strujanju u obrtnom kolu), može se izračunati korišćenjem formule:

$$M_k^{(P)} = \int_{A_2} \rho r \omega \tilde{c}_u (\tilde{c}_m, d\vec{A}) - \int_{A_1} \rho r \omega \tilde{c}_u (\tilde{c}_m, d\vec{A}),$$

gde su A_1 i A_2 kontrolne protočne osnosimetrične površine na ulazu (A_1) i izlazu (A_2) iz radnog prostora.

Kako je $\tilde{c}_m = \tilde{c}_z \tilde{e}_z^o + \tilde{c}_r \tilde{e}_r^o$, a usmeravajući $d\vec{A}$ nizvodno, dobija se da je $dA_z = r \cdot dr \cdot d\varphi$ i $dA_r = -r \cdot dz \cdot d\varphi$, pa je $(\tilde{c}_m, d\vec{A}) = \tilde{c}_z dA_z + \tilde{c}_r dA_r = r \tilde{c}_z dr d\varphi - r \tilde{c}_r dz d\varphi$. S obzirom na ovo, napred data formula za $M_k^{(P)}$ svodi se na oblik:

$$M_k^{(P)} = M_k(2) - M_k(1), \quad (4.34)$$

gde su:

$$\left. \begin{aligned} M_k(2) &= 2\pi\rho \int_{L_2} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z dr - 2\pi\rho \int_{L_2} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r dz, \quad (L_2 = L_2(z, r)) \\ M_k(1) &= 2\pi\rho \int_{L_1} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z dr - 2\pi\rho \int_{L_1} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r dz, \quad (L_1 = L_1(z, r)) \end{aligned} \right\} \quad (4.34')$$

Računske tačke osrednjavanja strujnih parametara na meridijanskim tragovima kontrolnih preseka L_1 i L_2 mogu se označiti sa $L_{1,j}, j=0,1,2,\dots,n_1$ i $L_{2,j}, j=0,1,2,\dots,n_2$, pri čemu je: $L_{1,j} = L_{1,j}(z_{1,j}, r_{1,j}), j=0,1,2,\dots,n_1$ i $L_{2,j} = L_{2,j}(z_{2,j}, r_{2,j}), j=0,1,2,\dots,n_2$

U slučaju da su računске tačke osrednjavanja strujnih parametara ravnomerno i dovoljno gusto ($n_1, n_2 \geq 10$) raspoređene po kontrolnim meridijanskim linijama L_1 i L_2 , integrali (4.33') mogu se, dovoljno tačno, izračunati korišćenjem trapeznog pravila.

Uvodeći oznake:

$$\begin{aligned} z_j^{(1)} &= z_{1,j}, \quad r_j^{(1)} = r_{1,j} \quad (j=0,1,2,\dots,n_1) \quad \text{i} \quad z_j^{(2)} = z_{2,j}, \quad r_j^{(2)} = r_{2,j} \quad (j=0,1,2,\dots,n_2), \\ g_j^{(1)} &= r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z = g_j^{(1)}(z_j^{(1)}, r_j^{(1)}), \quad G_j^{(1)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r = G_j^{(1)}(z_j^{(1)}, r_j^{(1)}) \quad (j=0,1,2,\dots,n_1), \\ g_j^{(2)} &= r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z = g_j^{(2)}(z_j^{(2)}, r_j^{(2)}), \quad G_j^{(2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r = G_j^{(2)}(z_j^{(2)}, r_j^{(2)}) \quad (j=0,1,2,\dots,n_2), \end{aligned}$$

prema trapezoidnom pravilu integraljenja dobija se:

$$\left. \begin{aligned} M_k(2) &= \pi\rho \sum_{j=1}^{n_2} (g_j^{(2)} + g_{j-1}^{(2)})(r_j^{(2)} - r_{j-1}^{(2)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_2} (G_j^{(2)} + G_{j-1}^{(2)})(z_j^{(2)} - z_{j-1}^{(2)}), \\ M_k(1) &= \pi\rho \sum_{j=1}^{n_1} (g_j^{(1)} + g_{j-1}^{(1)})(r_j^{(1)} - r_{j-1}^{(1)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_1} (G_j^{(1)} + G_{j-1}^{(1)})(z_j^{(1)} - z_{j-1}^{(1)}) \end{aligned} \right\} \quad (4.34'')$$

Moment kola turbine određuje se korišćenjem formule

$$M_k^{(T)} = M_k(1) - M_k(2), \quad (4.35)$$

gde se $M_k(1)$ i $M_k(2)$ određuju korišćenjem jednačina (4.34'), odnosno (4.34'').

Snaga kola pumpe ($P_k^{(P)}$) i snaga kola turbine ($P_k^{(T)}$) jednake su proizvodu ugaone brzine i momenta obrtnog (radnog) kola,

$$P_k^{(P)} = \omega_p M_k^{(P)} \quad \text{i} \quad P_k^{(T)} = \omega_T M_k^{(T)}, \quad (4.36)$$

a jedinični radovi kola pumpe ($Y_k^{(P)}$ [J/kg]) i kola turbine ($Y_k^{(T)}$ [J/kg]), definišu se odnosima:

$$Y_k^{(P)} = \frac{P_k^{(P)}}{\dot{m}} = \frac{\omega_p M_k^{(P)}}{\rho Q} \quad \text{i} \quad Y_k^{(T)} = \frac{P_k^{(T)}}{\dot{m}} = \frac{\omega_T M_k^{(T)}}{\rho Q}, \quad (4.37)$$

gde je $\dot{m} = \rho Q$ maseni protok kroz razmatranu turbomašinu.

4.4.2.3 Protok osrednjene mehaničke energije relativnog strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola. Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u radnom prostoru obrtnog kola.

Kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola su A_1 i A_2 , a protok osrednjene mehaničke energije relativnog strujanja kroz ove površine je:

$$\left(\dot{\tilde{E}}_R \right)_{A_{1,2}} = \int_{A_{1,2}} \rho \tilde{e}_R(\tilde{w}_m, d\vec{A}) \quad [\text{J/s}] .$$

Kako je $\tilde{w}_m = \tilde{w}_z \vec{e}_z^o + \tilde{w}_r \vec{e}_r^o$, a usmeravajući $d\vec{A}$ nizvodno, dobija se da je $dA_z = r \cdot dr \cdot d\varphi$ i $dA_r = -r \cdot dz \cdot d\varphi$, pa je $(\tilde{w}_m, d\vec{A}) = r\tilde{w}_z dr \cdot d\varphi - r\tilde{w}_r dz \cdot d\varphi$, pa se napred dat integral svodi na oblik:

$$\left(\dot{\tilde{E}}_R \right)_{A_{1,2}} = 2\pi\rho \int_{L_{1,2}} r \cdot \tilde{e}_R \tilde{w}_z dr - 2\pi\rho \int_{L_{1,2}} r \cdot \tilde{e}_R \tilde{w}_r dz, \quad (4.38)$$

gde je: $\tilde{e}_R = \frac{1}{\rho} \tilde{p} + \frac{1}{2}(\tilde{w}^2) - \frac{1}{2}\omega^2 r^2$, a L_1 i L_2 su meridijanski tragovi preseka površina A_1 i A_2 ,

na polovini meridijanskog preseka kola, kako je na sl.4.10 prikazano.

Kako su jednake brzine $\tilde{w}_z = \tilde{c}_z$ i $\tilde{w}_r = \tilde{c}_r$, u prvoj formuli (4.38) moguće je \tilde{w}_z i \tilde{w}_r zameniti sa \tilde{c}_z i \tilde{c}_r .

Jedinični gubitak, po kružnoj koordinati, osrednjene mehaničke energije u radnom prostoru obrtnog kola ($\Delta\tilde{e}_{g_{1-2}}$) izračunava se korišćenjem formule:

$$\Delta\tilde{e}_{g_{1-2}} = \frac{1}{\dot{m}} \left(\left(\dot{\tilde{E}}_R \right)_{A_1} - \left(\dot{\tilde{E}}_R \right)_{A_2} \right), \quad (\Delta\tilde{e}_{g_{1-2}} [\text{J/kg}]), \quad (4.39)$$

gde je $\dot{m} = \rho Q$ maseni protok [kg/s], kroz razmatranu turbomašinu.

Ako su, kako je već rečeno u odeljku 4.4.2.2, proračunske tačke osrednjavanja $L_{1,j} = L_{1,j}(z_{1,j}, r_{1,j})$, $j=0,1,2,\dots,n_1$ i $L_{2,j} = L_{2,j}(z_{2,j}, r_{2,j})$, $j=0,1,2,\dots,n_2$, na meridijanskim tragovima kontrolnih preseka L_1 i L_2 , približno ravnomerno i dovoljno gusto raspoređene ($n_1, n_2 \geq 10$), integral (4.38) može se dovoljno tačno izračunati korišćenjem trapeznog pravila integraljenja.

Uvodeći oznake:

$$f_j^{(1)} = (r\tilde{e}_R \tilde{w}_z)(z_j^{(1)}, r_j^{(1)}), \quad F_j^{(1)} = (r\tilde{e}_R \tilde{w}_r)(z_j^{(1)}, r_j^{(1)}), \quad j=0,1,2,\dots,n_1,$$

$$f_j^{(2)} = (r\tilde{e}_R \tilde{w}_z)(z_j^{(2)}, r_j^{(2)}), \quad F_j^{(2)} = (r\tilde{e}_R \tilde{w}_r)(z_j^{(2)}, r_j^{(2)}), \quad j=0,1,2,\dots,n_2,$$

prema trapeznom pravilu integraljenja dobija se:

$$\left. \begin{aligned} \left(\dot{\tilde{E}}_R\right)_{A_1} &= \pi\rho \sum_{j=1}^{n_1} (f_j^{(1)} + f_{j-1}^{(1)})(r_j^{(1)} - r_{j-1}^{(1)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_1} (F_j^{(1)} + F_{j-1}^{(1)})(z_j^{(1)} - z_{j-1}^{(1)}), \\ \left(\dot{\tilde{E}}_R\right)_{A_2} &= \pi\rho \sum_{j=1}^{n_2} (f_j^{(2)} + f_{j-1}^{(2)})(r_j^{(2)} - r_{j-1}^{(2)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_2} (F_j^{(2)} + F_{j-1}^{(2)})(z_j^{(2)} - z_{j-1}^{(2)}). \end{aligned} \right\}, \quad (4.40)$$

4.4.2.4 Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u nepokretnim elementima turbomašine

Jedinični (po masi) gubitak osrednjene mehaničke energije nestišljivog fluida u nepokretnim elementima razmatrane turbomašine, od njenog ulaznog otvora (I) do ulaza u radni prostor obrtnog kola (1), izračunava se korišćenjem formule:

$$\Delta\tilde{e}_{g_{I-1}} = \frac{I}{\dot{m}} \left(\left(\dot{\tilde{E}}\right)_{A_1} - \left(\dot{\tilde{E}}\right)_{A_I} \right), \quad (\Delta\tilde{e}_{g_{I-1}} [\text{J/kg}]), \quad (4.41)$$

gde su: $\left(\dot{\tilde{E}}\right)_{A_I}$ – protok osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz kontrolnu protočnu površinu (A_I) na ulazu u turbomašinu [J/s],

$\left(\dot{\tilde{E}}\right)_{A_1}$ – protok osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz kontrolnu protočnu površinu (A_1) na ulazu u radni prostor obrtnog kola [J/s].

Jedinični gubitak osrednjene mehaničke energije nestišljivog fluida u nepokretnim elementima razmatrane turbomašine, od izlaza iz radnog prostora obrtnog kola (2), do izlaznog otvora turbomašine (II), izračunava se korišćenjem formule:

$$\Delta \tilde{e}_{g_{2-II}} = \frac{1}{\dot{m}} \left(\left(\dot{\tilde{E}} \right)_{A_2} - \left(\dot{\tilde{E}} \right)_{A_{II}} \right), \quad (\Delta \tilde{e}_{g_{2-II}} \text{ [J/kg]}), \quad (4.42)$$

gde su: $\left(\dot{\tilde{E}} \right)_{A_2}$ – protok osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz kontrolnu protočnu površinu (A_2) na izlazu iz radnog prostora obrtnog kola [J/s],

$\left(\dot{\tilde{E}} \right)_{A_{II}}$ – protok osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz kontrolnu protočnu površinu (A_{II}) na izlazu iz turbomašine [J/s].

Da bi se prema formulama (4.41) i (4.42) mogli da izračunaju napred navedeni jedinični gubici osrednjene mehaničke energije nestišljivog fluida, u nepokretnim elementima turbomašine, potrebno je odrediti protoke mehaničke energije apsolutnog strujanja kroz odgovarajuće protočne kontrolne površine.

Označavajući sa A_k ($k=I, 1, 2, II$) osnosimetrične protočne kontrolne površine, a sa L_k ($k=I, 1, 2, II$) njihove meridijanske tragove preseka, na polovini meridijanskog preseka turbomašine, došlo bi se do formule:

$$\left(\dot{\tilde{E}} \right)_{A_k} = 2\pi\rho \int_{L_k} r \cdot \tilde{e} \cdot \tilde{c}_z \cdot dr - 2\pi\rho \int_{L_k} r \cdot \tilde{e} \cdot \tilde{c}_r \cdot dz, \quad k=I, 1, 2, II, \quad (4.43)$$

gde je: $\tilde{e} = \frac{1}{\rho} \tilde{p} + \frac{1}{2} (\tilde{c}^2)$.

Kao integral (4.38) i integral (4.43) može se, na sličan način, izračunati korišćenjem trapeznog pravila integraljenja.

4.4.2.5 Jedinični gubici osrednjene mehaničke strujne energije u turbomašinama.

Relativni gubici mehaničke strujne energije i hidraulički stepeni korisnosti.

Prema oznakama datim u odeljcima 4.4.2.3 i 4.4.2.4, jedinični gubitak mehaničke strujne energije u jednostupnoj hidrauličkoj turbomašini (pumpi i turbini) ili niskopritisnom ventilatoru je:

$$\Delta \tilde{e}_g (= \Delta \tilde{e}_{g_{I-1}}) = \Delta \tilde{e}_{g_{I-1}} + \Delta \tilde{e}_{g_{I-2}} + \Delta \tilde{e}_{g_{2-II}},$$

a relativan (bezdimenzijski) gubitak mehaničke strujne energije definiše se odnosom:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \tilde{e}_g}{Y_k} = \frac{\Delta \tilde{e}_{g_{I-1}}}{Y_k} + \frac{\Delta \tilde{e}_{g_{I-2}}}{Y_k} + \frac{\Delta \tilde{e}_{g_{2-II}}}{Y_k} = \varepsilon_{I-1} + \varepsilon_{I-2} + \varepsilon_{2-II},$$

gde je Y_k jedinični rad kola razmatrane jednostupne turbomašine.

Jedinični rad pumpi i ventilatora je $Y = \tilde{e}_{II} - \tilde{e}_I$, a kako je $Y = Y_k - \Delta\tilde{e}_g$, hidraulični stepen korisnosti ovih mašina je:

$$\eta_h = \frac{Y}{Y_k} = 1 - \frac{\Delta\tilde{e}_g}{Y_k} = 1 - \varepsilon.$$

Jedinični rad vodnih turbina je $Y = \tilde{e}_I - \tilde{e}_{II}$, a kako je $Y = Y_k + \Delta\tilde{e}_g$, njihov hidraulični stepen korisnosti:

$$\eta_h = \frac{Y_k}{Y} = \frac{Y_k}{Y_k + \Delta\tilde{e}_g} = \frac{1}{1 + \varepsilon}.$$

Niskopritisni ventilatori su obično jednostupni, a vodne turbine su po pravilu jednostupne mašine, pa se kao višestupne mašine mogu razmatrati samo pumpe.

Kod višestupnih pumpi je:

$$Y_k = \sum_{s=1}^N Y_{k,s},$$

gde su $Y_{k,s}$ jedinični radovi obrtnih kola stupnjeva, a N je broj stupnjeva.

Jedinični gubitak mehaničke strujne energije u višestupnoj pumpi jednak je zbiru gubitaka mehaničke strujne energije u stupnjevima pumpe,

$$\Delta\tilde{e}_g = \sum_{s=1}^N \Delta\tilde{e}_{g,s},$$

s tim da se u prvi stupanj računava i strujni prostor od ulaza U pumpu do ulaza u prvo obrtno kolo, a u zadnji stupanj računava se i strujni prostor od izlaza iz zadnjeg obrtnog kola do izlaza iz pumpe.

4.5. OSNOVNA JEDNAČINA OSREDNJENOG OSNOSIMETRIČNOG STRUJANJA U LOPATIČNOM PROSTORU OBRITNOG KOLA HIDRAULIČNE TURBOMAŠINE

Pretpostavljajući da su strujne površine osnosimetrične (kada je $F^{(2)} = 0$), osrednjena diferencijalna jednačina strujanja u lopatičnom prostoru radnog kola (4.26) ima oblik:

$$\left[\tilde{w}, \text{rot} \tilde{c} \right] + \bar{F}^{(1)} = \text{grad}(\tilde{e}_R), \quad (4.44)$$

gde je, prema prvoj jednačini (4.25'), masena sila dejstva lopatica $\bar{F}^{(1)}$ normalna na osrednjene relativne brzine strujanja \tilde{w} ($(\tilde{w}, \bar{F}^{(1)}) = 0$).

Površine $\tilde{S}_l^{(1)}$, normalne na polje masenih sila $\bar{F}^{(1)}$, simuliraju dejstvo beskonačnog broja neizmerno tankih lopatica, a vektori normala na ove površine $\vec{n}_{sr}^{(1)}$ kolinearni su sa silama $\bar{F}^{(1)}$, tako da je $[\vec{n}_{sr}^{(1)}, \bar{F}^{(1)}] = 0$ i $(\vec{n}_{sr}^{(1)}, \tilde{w}) = 0$.

Vektorskim množenjem jednačine (4.44) sa $\vec{n}_{sr}^{(1)}$ dobija se:

$$\left[\vec{n}_{sr}^{(1)}, \left[\tilde{w}, \text{rot} \tilde{c} \right] \right] = \left[\vec{n}_{sr}^{(1)}, \text{grad}(\tilde{e}_R) \right],$$

odnosno,

$$\tilde{w}(\vec{n}_{sr}^{(1)}, \text{rot} \tilde{c}) = \left[\vec{n}_{sr}^{(1)}, \text{grad}(\tilde{e}_R) \right].$$

S obzirom na formulu za $\text{grad}(\tilde{e}_R)$ i formule za komponente vektora $\text{rot} \tilde{c}$, napred data vektorska jednačina može da se napiše i u obliku:

$$\begin{aligned} & \left(\tilde{w}_1 \vec{e}_1^o + \tilde{w}_2 \vec{e}_2^o + \tilde{w}_3 \vec{e}_3^o \right) \left(\frac{n_{1sr}^{(1)}}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} - \frac{n_{2sr}^{(1)}}{rL_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{n_{3sr}^{(1)}}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) \right) + \\ & + n_{3sr}^{(1)} \frac{1}{L_2} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_2} \vec{e}_1^o - n_{3sr}^{(1)} \frac{1}{L_1} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_1} \vec{e}_2^o - \left(n_{1sr}^{(1)} \frac{1}{L_2} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_2} - n_{2sr}^{(1)} \frac{1}{L_1} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_1} \right) \vec{e}_3^o = 0 \end{aligned} \quad (4.45)$$

Vektorska jednačina (4.45) može da se izrazi i preko tri skalarnе jednačine (sa komponentama uz jedinične vektore \vec{e}_1^o , \vec{e}_2^o , \vec{e}_3^o). Članovi vektorske jednačine (4.45) uz \vec{e}_1^o definišu sledeću skalarnu jednačinu:

$$\left(\frac{n_1}{n_3} \right)_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} - \left(\frac{n_2}{n_3} \right)_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) + \frac{1}{\tilde{w}_1} \frac{1}{L_2} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_2} = 0. \quad (4.45')$$

Prema jednačini (4.44) je $(\tilde{w}, \text{grad}(\tilde{e}_R)) = 0$, pa se skalarne komponente vektorske jednačine (4.45) uz \tilde{e}_2^o i \tilde{e}_3^o mogu svesti na oblik jednačine (4.45'). Kao drugi oblici jedne jednačine, skalarne komponente vektorske jednačine (4.45) uz \tilde{e}_2^o i \tilde{e}_3^o se, u ovom tekstu, ne navode.

S obzirom na jednačinu (4.28') i činjenicu da je $\tilde{c}_1 = \tilde{w}_1$, $\tilde{c}_2 = \tilde{w}_2$, $\tilde{c}_3 = \tilde{w}_3 - \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$ i $\tilde{c}_3 = \tilde{w}_3 + \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$, jednačina (4.45') dobija oblik:

$$\left. \begin{aligned} & \mp \text{ctg} \beta_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} \pm \text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) + \frac{1}{\tilde{c}_1} \frac{1}{L_2} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_2} = 0, \\ \text{ili} \\ & \mp \text{ctg} \beta_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_2} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega r \frac{\partial r}{\partial q_2} \right) \pm \text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)} \frac{1}{rL_1} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_1} \mp 2\omega r \frac{\partial r}{\partial q_1} \right) + \\ & + \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{w}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{w}_1)}{\partial q_2} \right) + \frac{1}{\tilde{w}_1} \frac{1}{L_2} \frac{\partial \tilde{e}_R}{\partial q_2} = 0 \end{aligned} \right\} (4.45'')$$

gde je, na mestima dva predznaka, gornji predznak za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$, a donji predznak za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$.

Kod neviskoznog nestišljivog fluida je $\tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m) = \text{const.} = \tilde{e}_{R,0}(\tilde{\psi}_m)$, gde je $\tilde{e}_{R,0}(\tilde{\psi}_m)$ osrednjena mehanička energija relativnog strujanja na ulazu u lopatični prostor obrtnog kola. Kod viskozno fluida nastaju gubici mehaničke strujne energije, pa je:

$$\tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_{R,0}(\tilde{\psi}_m) - \Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m),$$

gde je $\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m)$ osrednjeni gubitak mehaničke strujne energije od ulaznog preseka (0) do razmatrane tačke na osrednjenjnoj osnosimetričnoj strujnoj površini ($\tilde{\psi}_m = \text{const.}$) u lopatičnom prostoru obrtnog kola.

S obzirom na vezu između mehaničke energije relativnog strujanja (e_R) i mehaničke energije apsolutnog strujanja (e), datu jednačinu (4.22'), možemo pisati:

$$\tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) - \omega (rc_u)_0(\tilde{\psi}_m) - \Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m),$$

gde je \tilde{e}_0 osrednjena mehanička energija apsolutnog strujanja na ulazu u lopatični prostor obrtnog kola,

$$\tilde{e}_0 = \frac{\tilde{P}_0}{\rho} + \frac{1}{2} \tilde{c}_0^2.$$

Kako je $\tilde{c}_u = -\tilde{c}_3 = -\tilde{w}_3 + \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$ i $\tilde{c}_u = \tilde{c}_3 = \tilde{w}_3 + \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$, napred data jednačina za $\tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)$ može da se piše i u obliku:

$$\left. \begin{aligned} \tilde{e}_R = \tilde{e}_Q(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) \pm \omega(r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m) - \Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m), \text{ ili} \\ \tilde{e}_R = \tilde{e}_Q(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) \pm \omega(r\tilde{w}_3)_0(\tilde{\psi}_m) - \omega^2 r_0^2(\tilde{\psi}_m) - \Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) \end{aligned} \right\} \quad (4.46)$$

gde je, na mestu sa dva predznaka, gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznak za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

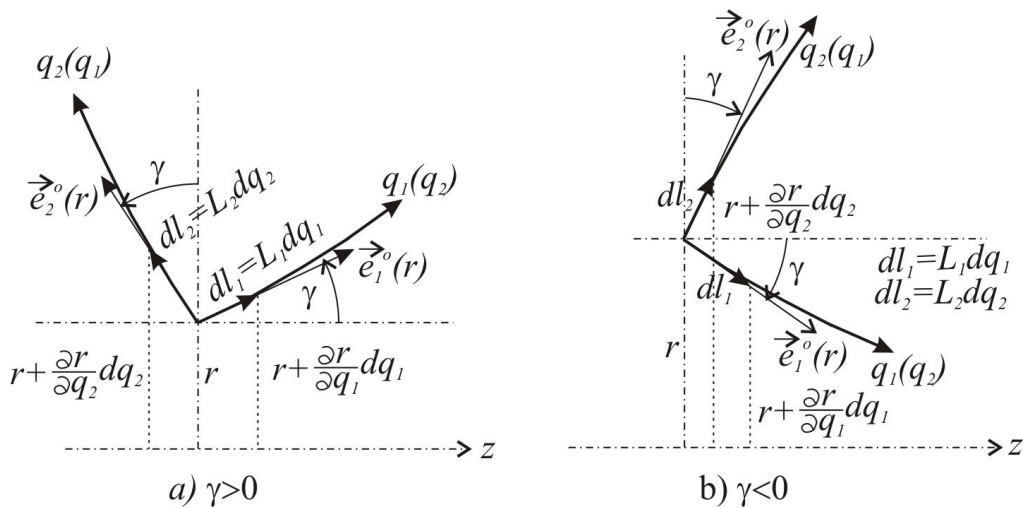
Prema jednačini (4.46) je:

$$\frac{\partial \tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} = \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} \pm \omega \frac{\partial (r\tilde{w}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \omega^2 \left(r \frac{\partial r}{\partial q_2} \right)_0(\tilde{\psi}_m) - \frac{\partial (\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2}. \quad (4.46')$$

Ako se, kako je na sl.4.11 prikazano, sa γ označi ugao između prave paralelne osi obrtnog kola i pravca jediničnog vektora \vec{e}_1^o , u posmatranoj tački meridijanskog preseka obrtnog kola ($r=r(q_1, q_2)$), lako je pokazati da je:

$$\frac{\partial r}{\partial q_1} = L_1 \sin \gamma \quad \text{i} \quad \frac{\partial r}{\partial q_2} = L_2 \cos \gamma, \quad (4.47)$$

gde je $\gamma > 0$, za $\partial r / \partial q_1 > 0$ i $\gamma < 0$, za $\partial r / \partial q_1 < 0$.



Sl.4.11.

Korišćenjem jednačina (4.46') i (4.47), osnovna diferencijalna jednačina osrednjenog osnosimetričnog strujanja nestišljivog fluida u lopatičnom prostoru obrtnog kola (4.45'') može da se svede na oblike:

$$\begin{aligned} \mp \frac{\text{ctg} \beta_{sr}^{(1)}}{rL_2} \frac{\partial (r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} \pm \frac{\text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)}}{rL_1} \frac{\partial (r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial (L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial (L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) + \\ + \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} \pm \frac{\omega}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial (r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial (\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0, \end{aligned} \quad (4.48)$$

ili

$$\begin{aligned}
 & \mp \frac{ctg\beta_{sr}^{(1)}}{rL_2} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega rL_2 \cos\gamma \right) \pm \frac{ctg\alpha_{sr}^{(1)}}{rL_1} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_1} \mp 2\omega rL_1 \sin\gamma \right) + \\
 & + \frac{1}{L_1L_2} \left(\frac{\partial(L_2\tilde{w}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1\tilde{w}_1)}{\partial q_2} \right) + \frac{1}{\tilde{w}_1L_2} \frac{\partial\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} \pm \frac{\omega}{\tilde{w}_1L_2} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} \mp \right. \\
 & \left. \mp 2\omega(rL_2 \cos\gamma)_0(\tilde{\psi}_m) \right) - \frac{1}{\tilde{w}_1L_2} \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0
 \end{aligned} \quad (4.48')$$

gde je gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznak za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Zamenjujući $ctg\beta_{sr}^{(1)}$ i $ctg\alpha_{sr}^{(1)}$ sa $ctg\beta_{sr}$ i $ctg\alpha_{sr}$, jednačina (4.48) može se primeniti i na strujanja kod kojih strujne površine nisu osnosimetrične.

Prema jednačinama (4.28) je:

$$ctg\beta_{sr} = \mp \frac{F_1}{F_3} = \mp \frac{F_1^{(1)} + F_1^{(2)}}{F_3^{(1)} + F_3^{(2)}} \quad i \quad ctg\alpha_{sr} = \mp \frac{F_2}{F_3} = \mp \frac{F_2^{(1)} + F_2^{(2)}}{F_3^{(1)} + F_3^{(2)}}, \quad (4.49)$$

gde su sile $F_j^{(1)}$ i $F_j^{(2)}$, za $j=1,2,3$, definisane jednačinama (4.27') i (4.27'').

Gornji predznaci u jednačini (4.49) su za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznaci su za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Uticaj viskoznog trenja u jednačini (4.48), opisuje se članom $\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m)$, a zamenom $ctg\beta_{sr}^{(1)}$ i $ctg\alpha_{sr}^{(1)}$ sa $ctg\beta_{sr}$ i $ctg\alpha_{sr}$ u jednačini (4.48) se dopunski uvodi uticaj viskoznog trenja.

Polazeći od jednačine (4.44) može se izvesti i drugi oblik osnovne diferencijalne jednačine osrednjenog osnosimetričnog strujanja nestišljivog fluida u lopatičnom prostoru obrtnog kola. Komponente vektorske jednačine (4.44) u pravcima jediničnih vektora \vec{e}_2^o i \vec{e}_3^o su:

$$\left. \begin{aligned}
 & \frac{\tilde{w}_3}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} - \frac{\tilde{w}_1}{L_1L_2} \left(\frac{\partial(L_2\tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1\tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) + F_2^{(1)} - \frac{1}{L_2} \frac{\partial\tilde{e}_R}{\partial q_2} = 0 \\
 & - \frac{\tilde{w}_1}{rL_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} - \frac{\tilde{w}_2}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} + F_3^{(1)} = 0
 \end{aligned} \right\} \quad (4.50)$$

Kako je, prema (4.28'), $F_2^{(1)} = \mp ctg\alpha_{sr}^{(1)} \cdot F_3^{(1)}$, korišćenjem druge jednačine (4.50), dobija se:

$$F_2^{(1)} = \mp \frac{ctg\alpha_{sr}^{(1)}}{r} \left(\frac{\tilde{w}_1}{L_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{\tilde{w}_2}{L_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} \right),$$

pa se prva jednačina (4.50) svodi na oblik:

$$\frac{\tilde{w}_1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) - \frac{\tilde{w}_3}{r L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_2} \pm \frac{\text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)}}{r} \left(\frac{\tilde{w}_1}{L_1} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{\tilde{w}_2}{L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_2} \right) + \frac{\partial \tilde{e}_R}{L_2 \partial q_2} = 0 \quad (4.50')$$

Koristeći prvu jednačinu (4.46), za $\tilde{e}_R = \tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)$ i stavljajući $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 + \omega \cdot r$ za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$ i $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 - \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$, jednačina (4.50') se, posle sređivanja, svodi na oblik:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) \pm \left(\frac{1}{L_1} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_1} + \frac{\tilde{c}_2}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_2} \right) \frac{\text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)}}{r} - \frac{\tilde{c}_3}{\tilde{c}_1} \frac{1}{r L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_2} \\ & \mp \frac{\omega}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3 - (r \tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} + \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial(\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0 \end{aligned} \quad (4.51)$$

gde na mestima dva predznaka, gornji predznaci su za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$, a donji za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$.

Jednačina (4.51) izvedena je za relativno strujanje u lopatičnom prostoru obrtnog kola, pa se stavljajući $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 + \omega \cdot r$ za $\tilde{e}_3^o = -\tilde{u}^o$ i $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 - \omega \cdot r$, za $\tilde{e}_3^o = \tilde{u}^o$ i uvođenjem ugla γ , jednačina (4.51) može svesti na oblik:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{w}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{w}_1)}{\partial q_2} \right) \pm \frac{\text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)}}{r} \left(\frac{\tilde{w}_2}{\tilde{w}_1} \frac{1}{L_2} \left(\frac{\partial(r \tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega r L_2 \cos \gamma \right) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{L_1} \left(\frac{\partial(r \tilde{w}_3)}{\partial q_1} \mp 2\omega r L_1 \sin \gamma \right) \right) - \frac{\tilde{w}_3}{\tilde{w}_1} \frac{1}{r L_2} \left(\frac{\partial(r \tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega r L_2 \cos \gamma \right) \pm \\ & \pm \frac{\omega}{\tilde{w}_1 L_2} \left(\frac{\partial(r \tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega r L_2 \cos \gamma \right) \mp \frac{\omega}{\tilde{w}_1 L_2} \frac{\partial((r \tilde{w}_3) - (r \tilde{w}_3)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} + \\ & + \frac{2\omega^2}{\tilde{w}_1 L_2} (r L_2 \cos \gamma - (r L_2 \cos \gamma)_0(\tilde{\psi}_m)) + \frac{1}{\tilde{w}_1 L_2} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{w}_1 L_2} \frac{\partial(\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0 \end{aligned} \quad (4.51')$$

Jednačina (4.51), ili (4.51'), je drugi oblik osnovne diferencijalne jednačine za osrednjeno osnosimetrično strujanje nestišljivog fluida u lopatičnom prostoru obrtnog kola. Za razliku od jednačine (4.48), u jednačini (4.51), odnosno (4.51'), ne figuriše ugao $\beta_{sr}^{(1)}$, ali figuriše član $r \tilde{c}_u$, odnosno članovi $r \tilde{w}_3$ i $r L_2 \cos \gamma$, u poređenju sa njihovim veličinama u ulaznom preseku $(r \tilde{c}_3 - (r \tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m))$, tj. $r \tilde{w}_3 - (r \tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)$ i $r L_2 \cos \gamma - (r L_2 \cos \gamma)_0(\tilde{\psi}_m)$.

Jednačina (4.51), odnosno (4.51'), izvedena je uz pretpostavku da su strujne površine osnosimetrične, a mogu se primeniti i na strujanja kod kojih strujne površine nisu osnosimetrične, s tim da se $\text{ctg} \alpha_{sr}^{(1)}$ zamenjuje sa $\text{ctg} \alpha_{sr}$.

Diferencijalna jednačina osrednjenog relativnog strujanja u bezlopatičnom prostoru obrtnog kola ($\vec{F} = 0$) je:

$$\left[\vec{w}, \text{rot} \vec{c} \right] = \text{grad}(\tilde{e}_R), \quad (4.52)$$

a komponente ove vektorske jednačine, u pravcu jediničnog vektora \vec{e}_2^o , definišu skalarnu jednačinu:

$$\frac{\tilde{w}_3}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} - \frac{\tilde{w}_1}{L_1L_2} \left(\frac{\partial(L_2\tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1\tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) - \frac{1}{L_2} \frac{\partial\tilde{e}_R}{\partial q_2} = 0. \quad (4.52')$$

Korišćenjem prve jednačine (4.46), za $\tilde{e}_R = \tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)$ i zamenom $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 + \omega \cdot r$ za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 - \omega \cdot r$, za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$, izraz (4.52') svodi se na oblik:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{L_1L_2} \left(\frac{\partial(L_2\tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1\tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) - \frac{\tilde{c}_3}{\tilde{c}_1} \frac{1}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} \mp \frac{\omega}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3 - (r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} + \\ & + \frac{1}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0 \end{aligned} \quad (4.53)$$

gde je na mestu dva predznaka, gornji predznaci su za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Veličine indeksirane sa 0 odnose se na presek na ulazu u posmatrani deo bezlopatičnog prostora obrtnog kola.

Jednačina (4.53) je osnovna diferencijalna jednačina osrednjenog osnosimetričnog strujanja u bezlopatičnom prostoru radnog kola. Kako je jednačina izvedena za relativno strujanje, zamenom $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 + \omega \cdot r$ za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3 - \omega \cdot r$, za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$, uzimajući u obzir i jednačine (4.47), jednačina (4.53) može se svesti i na oblik:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{L_1L_2} \left(\frac{\partial(L_2\tilde{w}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1\tilde{w}_1)}{\partial q_2} \right) - \frac{\tilde{w}_3}{\tilde{w}_1} \frac{1}{rL_2} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega rL_2 \cos \gamma \right) \pm \\ & \pm \frac{\omega}{\tilde{w}_1L_2} \left(\frac{\partial(r\tilde{w}_3)}{\partial q_2} \mp 2\omega rL_2 \cos \gamma \right) \mp \frac{\omega}{\tilde{w}_1L_2} \frac{\partial((r\tilde{w}_3) - (r\tilde{w}_3)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} + \\ & + \frac{2\omega^2}{\tilde{w}_1L_2} (rL_2 \cos \gamma - (rL_2 \cos \gamma)_0(\tilde{\psi}_m)) + \frac{1}{\tilde{w}_1L_2} \frac{\partial\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{w}_1L_2} \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0 \end{aligned} \quad (4.53')$$

gde je, na mestima dva predznaka (\pm ili \mp), gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznak za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Za $\text{ctg} \alpha_{sr} = 0$ ($\alpha_{sr} = 90^\circ$), jednačina (4.51) dobija oblik jednačine (4.53) i, naravno, jednačina (4.51') dobija oblik jednačine (4.53').

Radni prostor obrtnog kola definiše se kao prostor u kojem lopatice obrtnog kola izazivaju promenu momenta količine kretanja fluida, odnosno izazivaju promenu proizvoda $r\tilde{c}_u$, gde je \tilde{c}_u osrednjena kružna komponenta apsolutne brzine strujanja ($\tilde{c}_u = -\tilde{c}_3$ za $\bar{e}_3^o = -\bar{u}^o$ i $\tilde{c}_u = \bar{c}_3$ za $\bar{e}_3^o = \bar{u}^o$). Kako je u odeljku 4.4.2.2 rečeno, radni prostor obrtnog kola počinje u bezlopatičnom prostoru ispred ulaza u lopatični prostor radnog kola, a završava se u bezlopatičnom prostoru iza izlaza iz lopatičnog prostora obrtnog kola. U bezlopatičnim delovima prostora obrtnog kola, koji su u okviru radnog prostora obrtnog kola je $r\tilde{c}_u(\tilde{\psi}_m) \neq const$. Drugim rečima, po uslovu $r\tilde{c}_u(\tilde{\psi}_m) \neq const$. mogu se identifikovati delovi bezlopatičnog prostora ispred i iza lopatičnog prostora obrtnog kola, koji su u sastavu radnog prostora obrtnog kola.

Po analogiji sa radnim prostorom obrtnog kola, mogu se definisati i radni prostori nepokretnih lopatičnih rešetaka (usmerenih i sprovodnih kola turbomašina).

Stavljajući $\omega = 0$, osnovna jednačina za osrednjeno relativno strujanje u bezlopatičnoj oblasti obrtnog kola (4.53) svodi se na osnovnu jednačinu osrednjenog apsolutnog strujanja u nepokretnim delovima turbomašine.

$$\frac{1}{L_1 L_2} \left(\frac{\partial(L_2 \tilde{c}_2)}{\partial q_1} - \frac{\partial(L_1 \tilde{c}_1)}{\partial q_2} \right) - \frac{\tilde{c}_3}{\tilde{c}_1} \frac{1}{r L_2} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial q_2} + \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1 L_2} \frac{\partial(\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0, \quad (4.54)$$

gde je $\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) - \tilde{e}(\tilde{\psi}_m)$ gubitak osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja.

Do napred date jednačine dolazi se i zamenom $\omega = 0$, $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3$ u jednačini (4.53') i zamenom $\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m)$ sa $\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m)$.

Kako je $\tilde{e}_R = \tilde{e} - \omega r \tilde{c}_u$, $\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_{R,0}(\tilde{\psi}_m) - \tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)$ i $\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) - \tilde{e}(\tilde{\psi}_m)$, lako je pokazati da je $\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m) = \Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) - \omega(r \tilde{c}_u - (r(\tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m)))$. Zamenom $\tilde{c}_u = -\tilde{c}_3$ za $\bar{e}_3^o = -\bar{u}^o$ i $\tilde{c}_u = \bar{c}_3$ za $\bar{e}_3^o = \bar{u}^o$, dobija se $\Delta \tilde{e}_g^{(a)}(\tilde{\psi}_m) = \Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) \pm \omega(r \tilde{c}_3 - (r \tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m))$, pa je jednačina (4.54) praktično jednaka jednačini (4.53).

U nepokretnim elementima turbomašina posmatra se apsolutno strujanje, pa jednačina (4.54) važi i za strujanje u nepokretnim bezlopatičnim elementima turbomašina. Stavljajući $\omega = 0$, $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$, $\tilde{w}_2 = \tilde{c}_2$, $\tilde{w}_3 = \tilde{c}_3$ u jednačine (4.48) i (4.51'), u kojim se $\beta_{sr}^{(1)}$ i $\alpha_{sr}^{(1)}$ zamenjuju sa β_{sr} i α_{sr} , ove jednačine se transformišu u osnovne jednačine osrednjenog

osnosimetričnog strujanja u nepokretnim lopatičnim elementima turbomašina (usmernim ili sprovodnim lopatičnim sistemima).

Napomena: u nepokretnim protočnim elementima hidrauličnih turbomašina i ventilatora, meridijanske linije $\tilde{\psi}_m = const.$ su meridijanski tragovi preseka osnosimetričnih strujnih površina osrednjenog apsolutnog strujanja, a gubitak osrednjene mehaničke strujne energije $\Delta\tilde{e}_g^{(a)}$ je gubitak osrednjene mehaničke energije apsolutnog strujanja.

4.6. ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U OBRTNOM KOLU TURBOMAŠINA, KORIŠĆENJEM DIFERENCIJALNE JEDNAČINE KONTINUITETA I OSNOVNE DIFERENCIJALNE JEDNAČINE OSREDNJENOG STRUJANJA

U obrtnom kolu turbomašina osrednjene osnosimetrične strujne površine mogu da se posmatraju u lopatičnom prostoru obrtnog kola i u bezlopatičnim prostorima obrtnog kola. Bezlopatični prostor obrtnog kola nalazi se ispred i iza lopatičnog prostora obrtnog kola.

Zbog zaobljenih čela lopatica i vrtložnih tragova iza repa lopatica, osrednjene osnosimetrične strujne površine u lopatičnom prostoru obrtnog kola, kontinualno se povezuju sa osrednjenim osnosimetričnim površinama u bezlopatičnim prostorima obrtnog kola.

4.6.1. Određivanje osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina u lopatičnom prostoru obrtnog kola, korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta i osnovne diferencijalne jednačine osrednjenog strujanja

Prema osrednjenim brzinama, dobijenim numeričkom simulacijom strujanja u radnom kolu turbomašina, moguće je, korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, odrediti meridijanske strujnice osrednjenog strujanja u obrtnom kolu. Kako je u odeljku 4.4.1.1 izloženo, za određivanje ovih meridijanskih strujnica potrebno je znati $\tilde{w}_1(q_1, q_2)$, $\tilde{w}_2(q_1, q_2)$ i $k(q_1, q_2)$ u računskim tačkama osrednjavanja strujnih parametara, u nizu, proizvoljno izabranih, meridijanskih protočnih linija, kako kraće nazivamo linije meridijanskih tragova preseka osnosimetričnih protočnih površina.

Po određivanju meridijanskih strujnica, korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, u tačkama preseka ovih strujnica i izabranih meridijanskih protočnih linija, u lopatičnom prostoru obrtnog kola, mogu se odrediti masene sile dejstva lopatica na osrednjeno strujanje ($F_j^{(1)}$, $F_j^{(2)}$, $F_j = F_j^{(1)} + F_j^{(2)}$, za $j=1,2,3$), a zatim i uglove lopatica $\beta_{sr}(q_1, q_2)$ i $\alpha_{sr}(q_1, q_2)$ fiktivnog obrtnog kola sa beskonačnim brojem neizmerno tankih lopatica, koje simulira dejstvo obrtnog kola sa osrednjenim strujanjem. Masene sile dejstva lopatica izračunavaju se korišćenjem formula (4.27), (4.27') i (4.27''), a za izračunavanje uglova β_{sr} i α_{sr} koriste se formule (4.28).

Računske tačke su tačke preseka meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja i izabranih meridijanskih protočnih linija. Da ne bi došlo do zabune, računске tačke osrednjavanja strujnih parametara na izabranim meridijanskim protočnim linijama, u daljem tekstu nazivamo tačkama osrednjavanja strujnih parametara.

Računske tačke se, u opštem slučaju ne poklapaju sa tačkama osrednjavanja strujnih parametara na meridijanskim protočnim linijama. Iz ovog razloga se, traženi strujni parametri u računskim tačkama, određuju linearnom aproksimacijom traženog parametra u susjednim tačkama osrednjavanja (na istoj meridijanskoj protočnoj liniji).

Za poznato polje uglova $\beta_{sr}(q_1, q_2)$ i $\alpha_{sr}(q_1, q_2)$ moguće je (korišćenjem diferencijalne jednačine kontinuiteta i osnovne diferencijalne jednačine osrednjenog osnosimetričnog strujanja u lopatičnom prostoru obrtnog kola) odrediti rasporede brzina po izabranim meridijanskim protočnim linijama. Prema ovim raspodelama brzina, mogu se odrediti i meridijanske strujnice osrednjenog osnosimetričnog strujanja u obrtnom kolu.

Rešavanje ovog zadatka ima teorijski značaj, jer nema za cilj korekciju osrednjenih brzina dobijenih prema rezultatima numeričke simulacije strujanja u obrtnom kolu.

4.6.1.1 Formiranje diferencijalne jednačine za određivanje rasporeda osrednjenih brzina strujanja po izabranim meridijanskim protočnim linijama u lopatičnom prostoru obrtnog kola

Koristi se prirodan koordinatni sistem – ortogonalni krivolinijski koordinatni sistem u kojem su koordinatne površine $q_2 = const.$ osnosimetrične strujne površine osrednjenog strujanja. Koordinatne linije $q_1(q_2)$ su meridijanske strujne linije osrednjenog strujanja.

U prirodnom koordinatnom sistemu je $\tilde{c}_2 = \tilde{w}_2 = 0$, pa je osrednjeno strujanje definisano sa dve komponente brzine,

$$\tilde{c}_1 = \tilde{c}_1(q_1, q_2) \quad i \quad \tilde{c}_3 = \tilde{c}_3(q_1, q_2)$$

gde je:

$$\tilde{c}_1 = \tilde{w}_1, \quad \tilde{c}_3 = \tilde{w}_3 - \omega \cdot r, \quad \text{za } \vec{e}_3^o = -\vec{u}^o \quad i \quad \tilde{c}_3 = \tilde{w}_3 + \omega \cdot r, \quad \text{za } \vec{e}_3^o = \vec{u}^o.$$

Za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ je $\tilde{c}_3 = -\tilde{c}_u < 0, (\tilde{w}_3 > 0)$, a za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$ je $\tilde{c}_3 = \tilde{c}_u > 0, (\tilde{w}_3 < 0)$.

Diferencijalna jednačina kontinuiteta osrednjenog strujanja (4.16), za $L_3 = r/r_o$ i $\tilde{w}_1 = \tilde{c}_1$ u prirodnom koordinatnom sistemu ima oblik:

$$\frac{\partial}{\partial q_1} (krL_2\tilde{c}_1) = 0, \quad \text{tj.} \quad \frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial q_1} = -\tilde{c}_1 \left(\frac{1}{L_2} \frac{\partial L_2}{\partial q_1} + \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial q_1} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial q_1} \right), \quad (4.55)$$

dok osnovna diferencijalna jednačina osrednjenog osnosimetričnog strujanja u lopatičnom prostoru obrnog kola (4.48), za $\tilde{c}_2 = 0$, dobija oblik:

$$\begin{aligned} & \mp \frac{\text{ctg} \beta_{sr}}{rL_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_2} \pm \frac{\text{ctg} \alpha_{sr}}{rL_1} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial q_1} - \frac{1}{L_1L_2} \frac{\partial(L_1\tilde{c}_1)}{\partial q_2} + \frac{1}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial\tilde{e}_0(\bar{\psi}_m)}{\partial q_2} \pm \\ & \pm \frac{\omega}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)_0(\bar{\psi}_m)}{\partial q_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1L_2} \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial q_2} = 0, \end{aligned} \quad (4.56)$$

gde je gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznak za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Označavajući sa $ds_1 = dq_1(dq_2) = L_1dq_1$ elementarni deo meridijanske strujnice osrednjenog strujanja, a sa $ds_2 = dq_2(dq_1) = L_2dq_2$ elementarni deo linije normalne na meridijansku strujnicu, kako je na sl.4.12 i 4.13 prikazano, dobija se:

$$\frac{1}{L_1} \frac{\partial}{\partial q_1} = \frac{\partial}{\partial s_1} \quad \text{i} \quad \frac{1}{L_2} \frac{\partial}{\partial q_2} = \frac{\partial}{\partial s_2}. \quad (4.57)$$

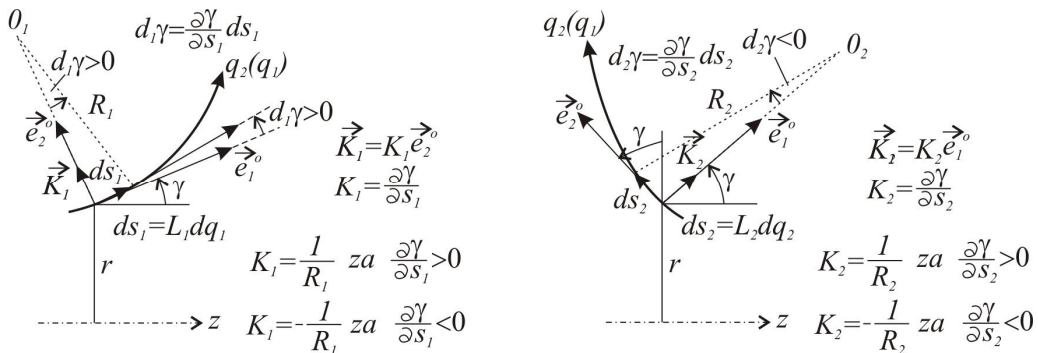
Uvođenjem krivina K_1 i K_2 linija $q_1(q_2)$ i $q_2(q_1)$, kako je na sl.4.12 prikazano, mogu se koristiti veze date jednačinama [39]:

$$K_1 = -\frac{1}{L_1L_2} \frac{\partial L_1}{\partial q_2} \quad \text{i} \quad K_2 = +\frac{1}{L_1L_2} \frac{\partial L_2}{\partial q_1}. \quad (4.58)$$

Uvodeći u razmatranje i ugao γ (ugao između prave paralelne osi kola z i tangente na liniju $q_1(q_2)$, u posmatanoj tački strujnog prostora), kako je na sl.4.12 prikazano, mogu se koristiti i jednačine (4.47), koje, s obzirom na (4.57), dobijaju oblik:

$$\frac{\partial r}{\partial s_1} = \sin \gamma \quad \text{i} \quad \frac{\partial r}{\partial s_2} = \cos \gamma, \quad (4.59)$$

gde je $r = r(q_1, q_2)$ radijus položaja posmatrane tačke u meridijanskom preseku obrtnog kola.



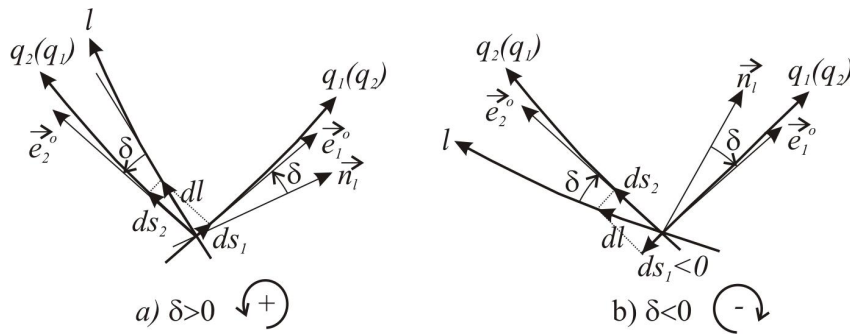
SL.4.12.

S obzirom na formule (4.57), (4.58) i (4.59), diferencijalna jednačina kontinuiteta osrednjenog strujanja (4.55) svodi se na oblik:

$$\frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial s_1} = -\tilde{c}_1 \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right), \quad (4.60)$$

dok se osnovna diferencijalna jednačina osrednjenog strujanja u lopatičnom prostoru obrtnog kola (4.56) može napisati u obliku:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial s_2} = K_1 \tilde{c}_1 \mp \frac{\operatorname{ctg} \beta_{sr}}{r} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial s_2} \pm \frac{\operatorname{ctg} \alpha_{sr}}{r} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)}{\partial s_1} + \frac{1}{\tilde{c}_1} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} \pm \\ \pm \frac{\omega}{\tilde{c}_1} \frac{\partial(r \tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} - \frac{1}{\tilde{c}_1} \frac{\partial(\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2} = 0. \end{aligned} \quad (4.61)$$



Sl.4.13.

U razmatranje se uvodi i ugao δ između normale \vec{n}_1 na izabranu meridijansku protočnu liniju l i tangentskog vektora \vec{e}_1^o na koordinatnoj liniji $q_1(q_2)$, ili, bolje rečeno, ugla između izabrane meridijanske protočne linije l i koordinatne linije $q_2(q_1)$, kako je na sl.4.13 prikazano.

Kako je

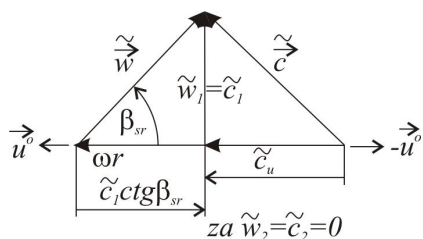
$$\cos \delta = \frac{ds_2}{dl} \quad \text{i} \quad \sin \delta = \frac{ds_1}{dl},$$

dobija se

$$\frac{d}{dl} = \frac{\partial}{\partial s_1} \frac{ds_1}{dl} + \frac{\partial}{\partial s_2} \frac{ds_2}{dl} = \sin \delta \frac{\partial}{\partial s_1} + \cos \delta \frac{\partial}{\partial s_2},$$

i konačno,

$$\frac{\partial}{\partial s_2} = \frac{1}{\cos \delta} \frac{d}{dl} - \operatorname{tg} \delta \frac{\partial}{\partial s_1}. \quad (4.62)$$



Sl. 4.15.

Pre transformacije ostalih članova diferencijalne jednačine (4.61), izrazimo brzinu \tilde{c}_3 preko \tilde{c}_1 , $\omega \cdot r$ i β_{sr} . Prema trouglu brzina strujanja u fiktivnom obrtnom kolu sa bezbroj neizmerno tankih lopatica (sl.4.15), koje simulira dejstvo realnog obrtnog kola na osrednjeno strujanje, brzina \tilde{c}_3 može se izračunati korišćenjem jednačine

$$\tilde{c}_3 = \mp \omega \cdot r \pm \tilde{c}_1 \cdot \text{ctg} \beta_{sr}, \quad (4.64)$$

gde je gornji predznak za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$, a donji predznak za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Korišćenjem jednačina (4.64) i (4.59) dobija se:

$$\frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial s_1} = \mp 2\omega \cdot r \sin \gamma \pm \tilde{c}_1 \sin \gamma \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \pm r \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial s_1} \mp \frac{r\tilde{c}_1}{\sin^2 \beta_{sr}} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_1},$$

da bi se, s obzirom na jednačinu kontinuiteta (4.60), napred data jednačina transformisala na oblik:

$$\frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial s_1} = \mp 2\omega \cdot r \sin \gamma \pm \tilde{c}_1 \sin \gamma \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \mp r \cdot \tilde{c}_1 \text{ctg} \beta_{sr} \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) \mp \frac{r\tilde{c}_1}{\sin^2 \beta_{sr}} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_1}. \quad (4.65)$$

Korišćenjem jednačina (4.64) i (4.59) dobija se:

$$\frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial s_2} = \mp 2\omega \cdot r \cos \gamma \pm \tilde{c}_1 \cos \gamma \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \pm r \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial s_2} \mp \frac{r\tilde{c}_1}{\sin^2 \beta_{sr}} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_2},$$

a korišćenjem i jednačine (4.62), za $\partial \tilde{c}_1 / \partial s_2$ i $\partial \beta_{sr} / \partial s_2$, dalje se dobija:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(r\tilde{c}_3)}{\partial s_2} &= \mp 2\omega \cdot r \cos \gamma \pm \tilde{c}_1 \cos \gamma \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \pm \frac{r \cdot \text{ctg} \beta_{sr}}{\cos \delta} \frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial l} \pm \\ &\pm r \cdot \tilde{c}_1 \cdot \text{tg} \delta \cdot \text{ctg} \beta_{sr} \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) \mp \frac{r\tilde{c}_1}{\sin^2 \beta_{sr}} \left(\frac{1}{\cos \delta} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial l} - \text{tg} \delta \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_1} \right). \end{aligned} \quad (4.66)$$

Na ulazu u lopatični prostor obrtnog kola je:

$$\frac{\partial(r\tilde{c}_3)(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_1} = 0 \quad i \quad \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_1} = 0,$$

pa se, korišćenjem jednačine (4.62) dobija:

$$\frac{\partial(r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} = \frac{1}{\cos \delta} \frac{d(r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)}{dl} \quad i \quad \frac{\partial\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} = \frac{1}{\cos \delta} \frac{d\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{dl}, \quad (4.67)$$

a, prema jednačini (4.62) je:

$$\frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2} = \frac{1}{\cos \delta} \frac{d(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{dl} - \operatorname{tg} \delta \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_1}. \quad (4.68)$$

Korišćenjem formula (4.62), (4.65), (4.66), (4.67) i (4.68), diferencijalna jednačina (4.61) se, posle sređivanja, svodi na oblik:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial\tilde{c}_1}{\partial l} + \tilde{c}_1 \left[\frac{1}{r} \cos \gamma \cos \delta \cos^2 \beta_{sr} - K_1 \cos \delta \sin^2 \beta_{sr} + \sin \delta \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) + \right. \\ & + \cos \delta \operatorname{ctg} \alpha_{sr} \operatorname{ctg} \beta_{sr} \sin^2 \beta_{sr} \left(K_2 + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) + (\sin \delta \operatorname{ctg} \beta_{sr} + \cos \delta \operatorname{ctg} \alpha_{sr}) \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_1} - \\ & \left. - \operatorname{ctg} \beta_{sr} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial l} \right] = 2\omega \cos \delta \sin^2 \beta_{sr} (\operatorname{ctg} \beta_{sr} \cos \gamma - \operatorname{ctg} \alpha_{sr} \sin \gamma) + \\ & \frac{1}{\tilde{c}_1} \sin^2 \beta_{sr} \left[\frac{d\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{dl} - \omega \frac{d(r\tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m)}{dl} - \frac{d(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{dl} + \sin \delta \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_1} \right] \end{aligned} \quad (4.69)$$

gde je $\tilde{c}_u = -\tilde{c}_3$ za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $\tilde{c}_u = \tilde{c}_3$ za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

U jednačini (4.69) uvedena je komponenta brzine \tilde{c}_u kako bi se izbegao dvostruki predznak (\pm) u slučaju da u jednačini figuriše član $d(r\tilde{c}_3)_0(\tilde{\psi}_m)/dl$.

U prirodnom koordinatnom sistemu je $\tilde{c}_1 = \tilde{c}_m$, pri čemu je brzina \tilde{c}_m – osrednjena meridijanska komponenta brzine ($\tilde{c}_m = \tilde{w}_m$), tako da se u daljem tekstu, umesto oznake \tilde{c}_1 koristi oznaka \tilde{c}_m .

Diferencijalna jednačina (4.69), za $\tilde{c}_1 = \tilde{c}_m$ može da se piše u obliku:

$$\frac{d\tilde{c}_m}{dl} + M(l) \cdot \tilde{c}_m = N(l), \quad (4.70)$$

gde su:

$$\begin{aligned} M(l) = & \frac{1}{r} \cos \gamma \cos \delta \cos^2 \beta_{sr} - K_1 \cos \delta \sin^2 \beta_{sr} + \\ & + \sin \delta \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) + \cos \delta \operatorname{ctg} \alpha_{sr} \operatorname{ctg} \beta_{sr} \sin^2 \beta_{sr} \left(K_2 + \frac{1}{k} \frac{\partial k}{\partial s_1} \right) + \\ & + (\sin \delta \operatorname{ctg} \beta_{sr} + \cos \delta \operatorname{ctg} \alpha_{sr}) \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial s_1} - \operatorname{ctg} \beta_{sr} \frac{\partial \beta_{sr}}{\partial l} \end{aligned} \quad (4.70')$$

$$N(l) = \frac{\sin^2 \beta_{sr}}{\tilde{c}_l} \left[\frac{d\tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{dl} - \omega \frac{d(r\tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m)}{dl} - \frac{d(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{dl} + \sin \delta \frac{\partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_l} \right] + \quad (4.70'')$$

$$+ 2\omega \cos \delta \sin^2 \beta_{sr} (\operatorname{ctg} \beta_{sr} \cos \gamma - \operatorname{ctg} \alpha_{sr} \sin \gamma)$$

Jednačina (4.70) je kvazilinearna diferencijalna jednačina osrednjene meridijanske brzine $\tilde{c}_l = \tilde{c}_m$ ($\tilde{c}_l = \tilde{w}_l = \tilde{w}_m$). Za svaku od izabranih meridijanskih protočnih linija l , diferencijalna jednačina (4.70) rešava se nezavisno i to za fiksirane geometrijske parametre osrednjenih meridijanskih strujnica (fiksiranih krivina $K_1(l)$ i $K_2(l)$ i fiksiranih uglova $\gamma(l)$ i $\delta(l)$). Zbog člana $N(l)$, sa desne strane jednačine (4.70), u kojoj, preko člana $1/\tilde{c}_l$, figuriše i tražena brzina \tilde{c}_l , diferencijalna jednačina (4.70) rešava se iterativnim postupkom po obliku osrednjenih meridijanskih strujnica.

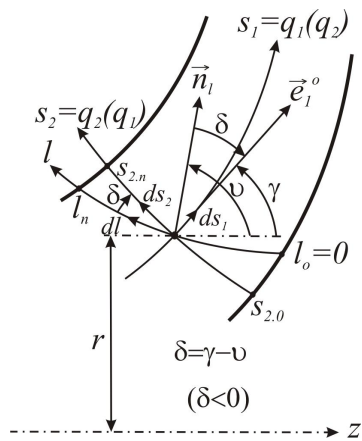
U svakoj iteraciji rešenje diferencijalne jednačine (4.70) je:

$$\tilde{c}_m = P(l) + L(l) \cdot \tilde{c}_{m,0}$$

gde su:

$$P(l) = \exp\left(-\int_{l_0 \neq \phi}^l M(l) \cdot dl\right) \left[\int_{l_0 \neq \phi}^l N(l) \cdot \exp\left(\int_{l_0 \neq \phi}^l M(l) \cdot dl\right) dl \right] \quad (4.71)$$

$$L(l) = \exp\left(-\int_{l_0 \neq \phi}^l M(l) \cdot dl\right)$$



Sl.4.16.

Pri čemu je $l_0 \neq \phi$ unutrašnja tačka na posmatranoj meridijanskoj protočnoj liniji l , kako je na sl.4.16 pokazano, a $\tilde{c}_{m,0}$ je osrednjena meridijanska brzina u ovoj tački ($\tilde{c}_{m,0} = \tilde{c}_m(l_0)$).

Formula za izračunavanje protoka kroz protočni presek normalan na osrednjene meridijanske strujnice (sl.4.16) glasi:

$$Q = 2\pi \int_{s_{2,0}}^{s_{2,n}} k \cdot r \cdot \tilde{c}_m \cdot ds_2, \quad (4.72)$$

gde su: $k = k(s_2)$, $r = r(s_2)$ i $\tilde{c}_m = \tilde{c}_m(s_2)$.

Kako je $ds_2 = dl \cdot \cos \delta$, napred data formula za Q može se svesti na oblik:

$$Q = 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} k \cdot r \cdot \tilde{c}_m \cos \delta \cdot dl, \quad (4.72')$$

gde su: $k = k(l)$, $r = r(l)$, $\tilde{c}_m = \tilde{c}_m(l)$ i $\delta = \delta(l)$.

Kako je $\tilde{c}_m = P(l) + L(l) \cdot \tilde{c}_{m.0}$, korišćenjem formule (4.72') dobija se:

$$Q = 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} P(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl + 2\pi \tilde{c}_{m.0} \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl,$$

odakle sleduje:

$$\tilde{c}_{m.0} = \frac{Q - 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} P(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}{2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}. \quad (4.73)$$

Prema poznatom protoku kroz turbomašinu (Q), korišćenjem formule (4.73), određuje se veličina osrednjene meridijanske brzine $\tilde{c}_{m.0}$ ($\tilde{c}_{m.0} = \tilde{c}_m(l = l_0 \neq \phi)$).

S obzirom na formulu (4.73), za izračunavanje $\tilde{c}_{m.0}$, funkcija raspodele osrednjenih meridijanskih brzina $\tilde{c}_m = P(l) + L(l) \cdot \tilde{c}_{m.0}$ (4.71), može se transformisati na oblik:

gde su:

$$\tilde{c}_m = A(l) + B(l) \cdot Q$$

$$A(l) = P(l) - L(l) \frac{\int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} P(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}{\int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}$$

$$B(l) = \frac{L(l)}{2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L(l) \cdot k \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}$$

(4.74)

Po određivanju rasporeda brzine $\tilde{c}_m(l)$ na posmatranoj meridijanskoj protočnoj liniji l , određuje se i raspored $\tilde{\psi}_m(l) = Q_{0,l} = Q(l)$,

$$\tilde{\psi}_m(l) (= Q(l)) = 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} k \cdot r \cdot \tilde{c}_{m.0} \cos \delta \cdot dl, \quad (4.75)$$

pri čemu je $\tilde{\psi}_m(l) = 0$ za $l = l_0$ i $\tilde{\psi}_m(l) = Q$ za $l = l_n$.

Povezivanjem tačaka $\tilde{\psi}_m(l_i) = const.$, na nizu l_i ($i = 1, 2, \dots, m$) izabраниh meridijanskih protočnih linija, definišu se meridijanske strujnice osrednjenog strujanja, u razmatranom iterativnom koraku rešavanja zadatka.

O iterativnom postupku određivanja meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja govori se u odeljku 4.6.3.

4.6.2. Formiranje diferencijalne jednačine za određivanje rasporeda osrednjenih brzina strujanja po izabranim meridijanskim protočnim linijama u bezlopatičnom prostoru obrtnog kola

U prirodnom koordinatnom sistemu, u kojem je $\tilde{c}_2 = \tilde{w}_2 = 0$, osnovna diferencijalna jednačina osrednjenog strujanja u bezlopatičnom prostoru obrtnog kola (4.53), s obzirom na jednačinu (4.57) i prvu jednačinu (4.58), dobija oblik:

$$\frac{\partial \tilde{c}_1}{\partial s_2} - K_1 \tilde{c}_1 = -\frac{r \tilde{c}_u}{r^2 \tilde{c}_1} \frac{\partial (r \tilde{c}_u)}{\partial s_2} + \frac{\omega}{\tilde{c}_1} \frac{\partial (r \tilde{c}_u - (r \tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2} + \frac{I}{\tilde{c}_1} \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} - \frac{I}{\tilde{c}_1} \frac{\partial (\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2},$$

gde je $\tilde{c}_u = -\tilde{c}_3$ za $\vec{e}_3^o = -\vec{u}^o$ i $\tilde{c}_u = \tilde{c}_3$ za $\vec{e}_3^o = \vec{u}^o$.

Napomena: donji indeks 0 odnosi se na veličine na ulazu i da je $\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) = \tilde{e}_{R,0}(\tilde{\psi}_m) - \tilde{e}_R(\tilde{\psi}_m)$.

Zamenjujući $\partial \tilde{c}_1 / \partial s_2$ prema jednačini (4.61), u kojoj je (jer je u bezlopatičnom prostoru $k=1$) i stavljajući $\tilde{c}_1 = \tilde{c}_m$ ($\tilde{c}_m = \tilde{w}_m$), napred data diferencijalna jednačina svodi se na oblik:

$$\frac{d\tilde{c}_m}{dl} + M_b(l) \cdot \tilde{c}_m = N_b(l), \quad (4.76)$$

gde su:

$$\left. \begin{aligned} M_b(l) &= \sin \delta \left(K_2 + \frac{\sin \gamma}{r} \right) - K_1 \cos \delta \quad \text{i} \\ N_b(l) &= \frac{\cos \delta}{\tilde{c}_m} \left[-\frac{r \tilde{c}_u}{r^2} \frac{\partial (r \tilde{c}_u)}{\partial s_2} + \omega \frac{\partial (r \tilde{c}_u - (r \tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2} + \frac{\partial \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m)}{\partial s_2} - \frac{\partial (\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m))}{\partial s_2} \right] \end{aligned} \right\} (4.76')$$

Kao i jednačina (4.70) i jednačina (4.76) je kvazilinearna diferencijalna jednačina osrednjene meridijanske brzine \tilde{c}_m . Za svaku izabranu meridijansku protočnu liniju l diferencijalna jednačina (4.76) rešava se nezavisno, a zbog linearnog člana $N_b(l)$ (u kojem figuriše tražena brzina \tilde{c}_m) rešavanje ove jednačine (određivanje rasporeda $\tilde{c}_m(l)$) vrši se iterativnim postupkom.

U svakom iterativnom koraku rešavanja diferencijalne jednačine (4.76) je:

gde su:

$$\left. \begin{aligned} \tilde{c}_m(l) &= P_b(l) + L_b(l) \cdot \tilde{c}_{m,0} \\ P_b(l) &= \exp\left(-\int_{l_0=0}^{l_n} M_b(l) \cdot dl\right) \left[\int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} N_b(l) \cdot \exp\left(\int_{l_0=0}^{l_n} M_b(l) \cdot dl\right) dl \right] \\ L_b(l) &= \exp\left(-\int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} M_b(l) \cdot dl\right) \end{aligned} \right\} (4.77)$$

pri čemu za $l_0 = 0$ i $\tilde{c}_{m,0} = \tilde{c}_m(l_0 = 0)$ važe napomene date iza jednačine (4.71).

Protok kroz osnosimetričnu protočnu površinu, čiji je meridijanski trag preseka razmatrana meridijanska linija l (od $l = l_0 = 0$ do $l = l_n$, kako je na sl.4.16 prikazano) računa se korišćenjem formule (4.72'), za $k = 1$,

$$Q = 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} r \cdot \tilde{c}_m \cos \delta \cdot dl, \quad (4.78)$$

gde su $r = r(l)$, $\tilde{c}_m = \tilde{c}_m(l)$ i $\delta = \delta(l)$.

Kako je $\tilde{c}_m(l) = P_b(l) + L_b(l) \cdot \tilde{c}_{m,0}$, korišćenjem formule (4.78) dobija se:

$$\tilde{c}_{m,0} = \frac{Q - 2\pi \int_{l_0=0}^{l_n} P_b(l) \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}{2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L_b(l) \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl},$$

pa se funkcija rasporeda osrednjenih meridijanskih brzina $\tilde{c}_m(l)$ može napisati i u obliku:

$$\left. \begin{aligned} \tilde{c}_m(l) &= A_b(l) + B_b(l) \cdot Q \\ A_b(l) &= P_b - L_b(l) \frac{\int_{l_0=0}^{l_n} P_b(l) \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl}{\int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L_b(l) \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl} \quad i \quad B_b(l) = \frac{L_b(l)}{2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} L_b(l) \cdot r \cdot \cos \delta \cdot dl} \end{aligned} \right\} (4.79)$$

Po određivanju rasporeda brzina $\tilde{c}_m(l)$, korišćenjem formule (4.77), za $k = 1$, određuje se i raspored $\tilde{\psi}_m(l)$,

$$\tilde{\psi}_m(l) (= Q(l)) = 2\pi \int_{l_0 \neq \phi}^{l_n} r \cdot \tilde{c}_m \cos \delta \cdot dl, \quad (4.80)$$

pri čemu je $\tilde{\psi}_m = 0$ za $l = l_0 = 0$ i $\tilde{\psi}_m = Q$ za $l = l_n$.

O iterativnom postupku određivanja meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja govori se u sledećem odeljku (4.6.3).

4.6.3. Iterativni postupak određivanja meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja u obrtnom kolu turbomašine. Algoritmi proračuna.

Da bi se odredile meridijanske strujnice osrednjenog strujanja u lopatičnom i bezlopatičnim prostorima obrnog kola, potrebno je izabrati niz meridijanskih protočnih linija, kako je na sl.4.7.b (odeljak 4.4.1.1) prikazano.

Zadatak se rešava iterativnim postupkom, a u početnom (prvom) približenju koriste se meridijanske strujnice osrednjenog strujanja određene korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, o čemu se govori u odeljku 4.4.1.1. Zbog navedenog razloga, pri rešavanju zadatka koriste se meridijanske protočne linije izabrane pri određivanju osrednjenih meridijanskih strujnica korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta. Radi ilustracije, na sl.4.7.b prikazane su izabrane meridijanske protočne linije u obrtnom kolu jedne centrifugalne pumpe. Tri meridijanske protočne linije (L_1 , L_2 i L_3) su u bezlopatičnom prostoru ispred lopatičnog prostora, pet meridijanskih linija (L_4 , L_5 , L_6 , L_7 i L_8) su u lopatičnom prostoru i dve meridijanske protočne linije (L_9 i L_{10}) su u bezlopatičnom prostoru iza lopatičnog prostora obrnog kola.

Prema geometrijskim parametrima lopatica i rezultatima numeričke simulacije strujanja u obrtnom kolu, moguće je na izabranim meridijanskim protočnim linijama u lopatičnom prostoru obrtnog kola odrediti:

$$k(l), \beta_{sr}(l), \alpha_{sr}(l) \text{ i } r\tilde{c}_u(l), \quad (4.81)$$

a u bezlopatičnom prostoru obrtnog kola, gde je $k = 1$, moguće je odrediti $r\tilde{c}_u(l)$.

Grafike funkcija (4.81) moguće je interpolirati prema veličinama određenim u računskim tačkama osrednjavanja na izabranim meridijanskim protočnim linijama l , veličine (4.81) mogu se, dovoljno tačno, odrediti linearnom aproksimacijom odgovarajućih veličina izračunatih u dve susedne računске tačke osrednjavanja.

Veličine (4.81) ne zavise od oblika osrednjenih meridijanskih strujnica (koje tražimo kao rešenje zadatka). Veličine koje zavise od oblika osrednjenih meridijanskih strujnica su:

$$\left. \begin{aligned} K_1(l), K_2(l), \gamma(l), \delta(l), \partial\beta_{sr} / \partial s_1 = f_1(l), \partial k / \partial s_1 = f_2(l), \tilde{e}_0(\tilde{\psi}_m) = f_3(l), \\ (r\tilde{c}_u)_0(\tilde{\psi}_m) = f_4(l), \Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m) = f_5(l), \text{ i } \partial(\Delta\tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m)) / \partial s_1 = f_6(l). \end{aligned} \right\}, \quad (4.82)$$

Zbog veličina (4.82) zadatak (određivanja osrednjenih meridijanskih strujnica) se rešava iterativnim postupkom. U prvom iterativnom rešavanju zadatka veličine (4.82) određuju se prema osrednjenim meridijanskim strujnicama određenim korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta (odjeljak 4.4.1.1).

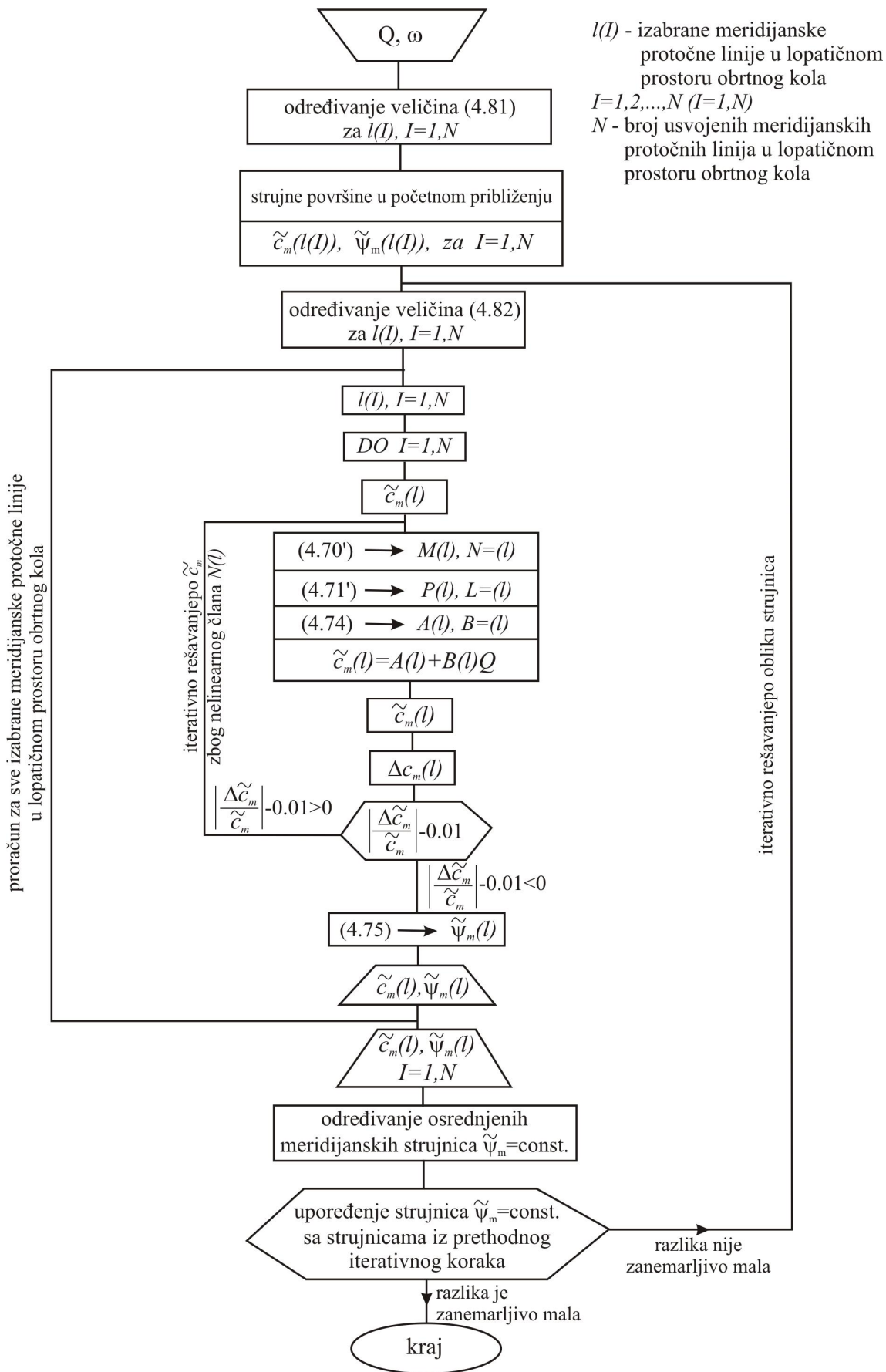
Zbog nelinearnog člana $N(l)$, odnosno $N_b(l)$, u jednačinama (4.70) i (4.76) u kojima figuriše i tražena brzina \tilde{c}_m , postupak rešavanja zadatka je dvostruko iterativan. U svakom iterativnom koraku rešavanja zadatka prema obliku osrednjenih meridijanskih strujnica, rasporedi brzina $\tilde{c}_m(l)$ određuju se iterativnim postupkom po \tilde{c}_m . Ovo se jasno vidi iz algoritma proračuna datim na sl.4.17 i sl.4.18.

Pri rešavanju zadatka koristi se najmanje pet osrednjenih meridijanskih strujnica, uračunavajući i granične meridijanske strujnice, kako je na sl.4.7.b prikazano. Označavajući sa n_s broj osrednjenih meridijanskih strujnica, a sa željom da između susednih osrednjenih meridijanskih strujnica prolazi jednak protok ($\Delta Q = Q / (n_s - 1)$), osrednjene meridijanske strujnice definisane su strujnim funkcijama:

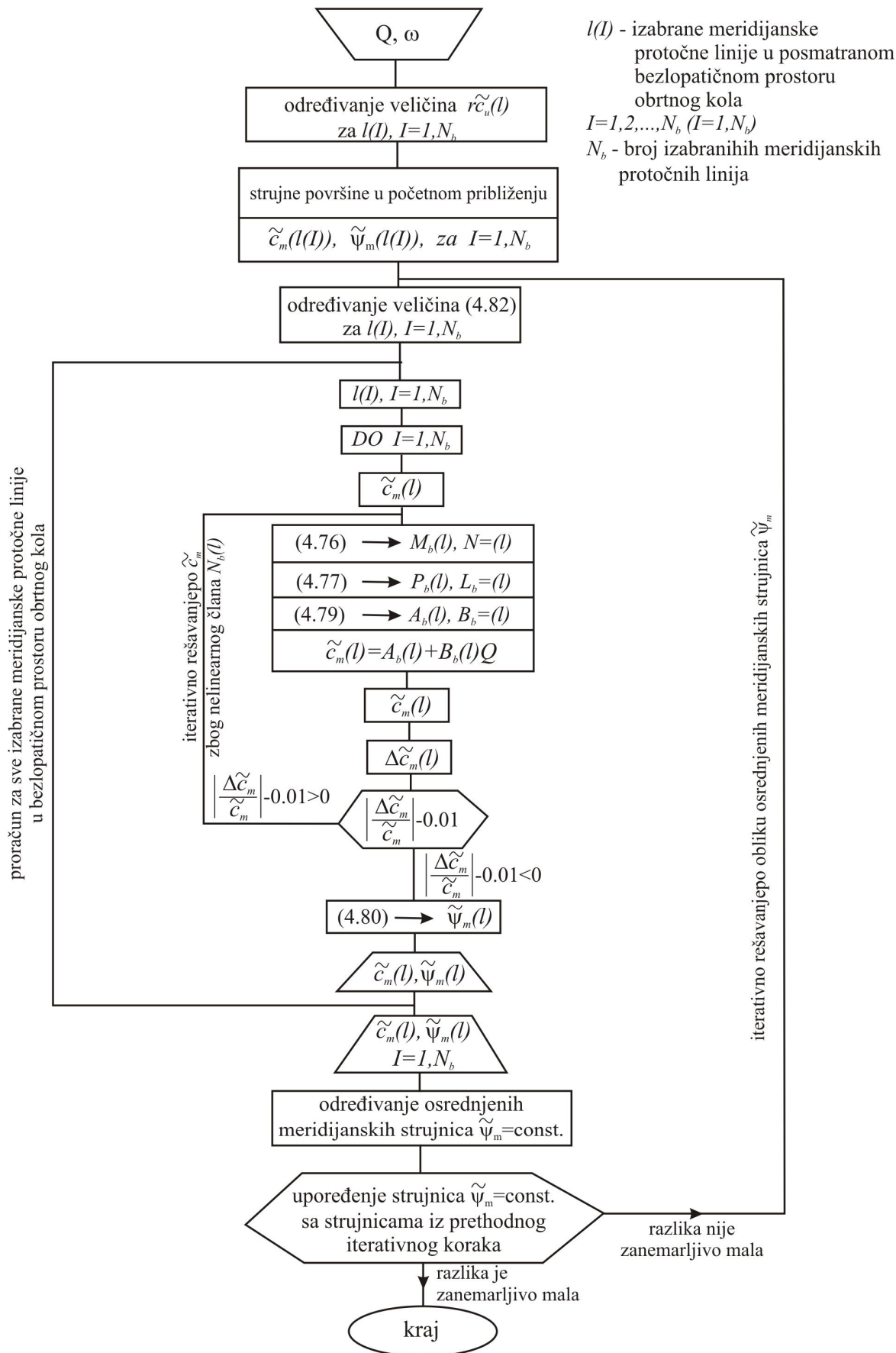
$$\tilde{\psi}_m = j \frac{Q}{n_s - 1}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, (n_s - 1)$$

Za $n_s = 5$, prema napred datoj jednačini, dobija se: $\tilde{\psi}_m = 0$, $\tilde{\psi}_m = Q/4$, $\tilde{\psi}_m = Q/2$, $\tilde{\psi}_m = 3Q/4$ i $\tilde{\psi}_m = Q$.

Na sl.4.17 dat je globalni algoritam određivanja osrednjenih meridijanskih strujnica ($\tilde{\psi}_m = const.$) u lopatičnom prostoru obrtnog kola, a na sl.4.18 dat je globalni algoritam određivanja strujnica $\tilde{\psi}_m = const.$ u bezlopatičnim delovima turbomašina (ispred i iza lopatičnog prostora). Govori se o globalnim algoritmima, jer su u njima navedeni samo redni brojevi formula koje se koriste u proračunu.



Sl.4.17. Algoritam proračuna u lopatičnom prostoru obrtnog kola



Sl.4.18. Algoritam proračuna u bezlopatičnom prostoru obrtnog kola

U daljem tekstu koristimo oznake:

- $l = l(I)$, $I = 1, 2, \dots, N$, za usvojene meridijanske protočne linije,
- $l_j = l_j(I)$, $j = 0, 1, 2, \dots, n$, za računске tačke osrednjavanja strujnih parametara na linijama l ,
- $z(l_j) = z_j$ i $r(l_j) = r_j$, za meridijanske koordinate računskih tačaka osrednjavanja (u polarnom koordinatnom sistemu).

Da bi se osrednjeni strujni parametri mogli, dovoljno tačno, linearno aproksimirati između računskih tačaka osrednjavanja, a i da bi se, dovoljno tačno, moglo primeniti trapezno pravilo integraljenja po linji l , računске tačke osrednjavanja se postavljaju gusto ($n \geq 10$) i približno ravnomerno duž izabrane meridijanske protočne linije l .

Oznaka l koristi se i za proizvoljni položaj tačke na posmatranoj meridijanskoj protočnoj površini l .

Ako se tačka l nalazi između računskih tačaka osrednjavanja l_i i l_{i+1} , veličina osrednjenog strujanja ili geometrijskog parametra f u ovoj tački, može se odrediti linearnom aproksimacijom:

$$f = f_i + (f_{i+1} - f_i) \frac{l - l_i}{l_{i+1} - l_i}, \text{ za } l_i < l < l_{i+1}, \quad (4.83)$$

gde su: $f_i = f(l_i)$ i $f_{i+1} = f(l_{i+1})$.

Prema formuli (4.83) mogu se linearno aproksimirati veličine $k(l)$, $\beta_{sr}(l)$, $\alpha_{sr}(l)$ i $r\tilde{c}_u(l)$, koje su navedene u (4.81), kao i veličine $K_1(l)$, $K_2(l)$, $\gamma(l)$, $\delta(l)$, $f_1(l)$, $f_2(l)$, $f_3(l)$, $f_4(l)$ i $f_5(l)$, koje su navedene u (4.82).

Funkcija $f(l)$ može biti i oblika

$$f(l) = f^{(1)}(l) \cdot f^{(2)}(l),$$

gde su $f^{(1)}(l)$ i $f^{(2)}(l)$ funkcije koje se, za $l_i < l < l_{i+1}$, mogu linearno aproksimirati korišćenjem formule (4.83). Ovo se navodi kao ilustracija da se na svaku funkciju $f(l)$ ne može primeniti zakon linearne aproksimacije definisan formulom (4.83).

Sa $J_0 = J(l_0)$, $J_1 = J(l_1)$, ..., $J_n = J(l_n)$ označavaju se veličine integrala

$$J(l) = \int_{l_0}^l F(l) \cdot dl,$$

u računskim tačkama osrednjavanja strujnih parametara (l_j , $j = 1, 2, \dots, n$).

Očigledno je $J_0 = J(l_0) = 0$, a korišćenjem pravila trapezne integracije dobija se:

$$J_j = J(l_j) = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^j (F_{i+1} + F_i)(l_{i+1} - l_i), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n, \quad (4.84)$$

gde su $F_i = F(l_i)$ i $F_{i+1} = F(l_{i+1})$, a $(l_{i+1} - l_i)$ se izračunava prema meridijanskim koordinatama tačaka $l_j(z_j, r_j)$,

$$l_{i+1} - l_i = \sqrt{(z_{i+1} - z_i)^2 + (r_{i+1} - r_i)^2}. \quad (4.84')$$

Kako je $J_0 = 0$, korišćenjem pravila trapezne integracije, može se pisati:

$$\left. \begin{aligned} J_0 &= 0, \\ J_1 &= J_0 + \frac{1}{2}(F_1 + F_0)(l_1 - l_0), \\ J_2 &= J_1 + \frac{1}{2}(F_2 + F_1)(l_2 - l_1), \\ &\dots \\ J_i &= J_{i-1} + \frac{1}{2}(F_i + F_{i-1})(l_i - l_{i-1}), \\ &\dots \\ J_n &= J_{n-1} + \frac{1}{2}(F_n + F_{n-1})(l_n - l_{n-1}). \end{aligned} \right\}, \quad (4.85)$$

Za $l_i < l < l_{i+1}$ je:

$$J(l) = J_i + \frac{1}{2}(F(l) + F_i)(l - l_i). \quad (4.85')$$

Prema veličinama integrala u računskim tačkama osrednjavanja strujnih parametara ($J_0, J_1, J_2, \dots, J_n$) može se nacrtati grafik funkcije $J(l)$. Veličina $J(l)$ u tački $l_i < l < l_{i+1}$ može se izračunati i korišćenjem formule (4.85'), s tim da je prethodno potrebno odrediti veličinu podintegralne funkcije $F(l)$. Treba imati u vidu da se na svaku funkciju $F(l)$ ne može primeniti linearna aproksimacija između računskih tačaka osrednjavanja (pa se mora koristiti grafik funkcije $F(l)$).

U formulama koje se koriste u proračunu, figurišu i funkcije $f_1(l) = \partial \beta_{sr} / \partial s_l$, $f_2(l) = \partial k / \partial s_l$ i $f_6(l) = \partial(\Delta \tilde{e}_g(\tilde{\psi}_m)) / \partial s_l$. Za određivanje funkcija ovih izvoda potrebno je prethodno odrediti grafike funkcija $k(s_l)$, $\beta_{sr}(s_l)$ i $\Delta \tilde{e}_g(s_l)$ duž osrednjenih meridijanskih strujnih linija $s_l = q_l(q_2)$.

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA PUMPI I VENTILATORA

U ovom poglavlju su prikazani rezultati određivanja osrednjenih strujnica u radnom kolu turbomašina (kako je prikazano u poglavlju 4), odnosno osrednjenih osnosimetričnih strujnih površina.

U tu svrhu iskorišćene su strujne veličine dobijene numeričkim simulacijama strujanja (kako je prikazano u poglavlju 3 ovog rada).

Redosledom kako je prikazano u poglavlju 3, u ovom poglavlju dati su rezultati sledećih primera razmatranih hidrauličnih turbomašina i niskopritisnog ventilatora:

- niskopritisni reverzibilni osni ventilatora
- aksijalna propelerna pumpa
- centrifugalna pumpa

U definisanim presecima radnih kola razmatranih turbomašina prikazani su u tabelarnom obliku

- osrednjeni protoci u presecima;
- proračunati moment i snaga kola,
- protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulaznom i izlznom preseku razmatrane turbomašine

na osnovu numerički dobijenih veličina u diskretnim tačkama razmatranih preseka, koji su najpre osrednjeni, a prikazani su, takođe u tabelarnom obliku, u Prilogu rada.

5.1. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNOM KOLU OSNOG REVERZIBILNOG VENTILATORA

Primer numeričke simulacije niskopritisnog aksijalnog ventilatora prikazan je u poglavlju 3.1, gde je data i geometrija razmatranog ventilatora. Na osnovu rezultata strujnih parametara dobijenih numeričkom simulacijom strujanja u radnom kolu ovog ventilatora, izvršeno je osrednavanje strujnih parametara po kružnoj koordinati (prikazano u Prilogu rada) i na osnovu tih vrednosti određene su, osrednjene meridijanske strujnice, odnosno osrednjene osnosimetrične strujne površine u ventilatorskom kolu.

Razmatrani osni reverzibilni ventilatora je, prema priraštaju totalnog pritiska u radnom kolu, niskopritisni ventilator, i, kako je već pomenuto, promena gustine vazduha kod ovakvih ventilatora se može zanemariti u praksi ($\rho = \text{const.}$). Ventilator ima 6 pravih neprofilisanih lopatica konstantne debljine, koji su konstantnih debljina u svim cilindričnim presecima ($\delta = 5 \div 12 \text{ mm}$).

U poglavlju 3.1 je bilo više reči, kako o njegovim geometrijskim karakteristikama, tako i o numeričkim simulacijama strujanja u radnom kolu ventilatora, kojim je dobijena radna karakterisitka i upoređena sa eksperimentalno dobijenom radnom karakteristikom ovog ventilatora. Nakon izvršene validacije numerički dobijenih rezultata, može se smatrati da su numerički dobijeni strujni parametri u diskretnim tačkama strujnog prostora zadovoljavajuće tačnosti, i da se kao takvi mogu koristiti u praksi. U konkretnom slučaju dobijeni strujni parametri su osrednjeni po kružnoj koordinati i iskorišćeni za određivanje meridijanskih strujnica.

5.1.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta

Radi određivanja meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja, radno kolo aksijalnog reverzibilnog ventilatora podeljeno je, u toku rada, na čak 20 cilindričnih (osnosimetričnih) strujnih površina, počev od glavčine (na poluprečniku $r = 150 \text{ mm}$) do preseka na oklopu razmatranog ventilatora ($r = 315 \text{ mm}$) (rezultati su dati u Prilogu rada). Od prikazanih 20 preseka, u poglavlju 3 prikazane su vrednosti geometrijskih parametara lopatica u 10 preseka,

što je dovoljno za projektovanje bilo koje aksijalne turbomašine, u ovom slučaju i više nego dovoljno, s obzirom da su lopatice ovog ventilatora ravne i neprofilisane.

Posmatra se devet protočnih preseka, od kojih se četiri nalaze u bezlopatičnom delu obrtnog kola (dva preseka ispred ($a-a$ i $a'-a'$) i dva preseka iza lopatičnog dela radnog kola ($g'-g'$ i $g-g$)), a pet preseka se nalazi u lopatičnom delu radnog kola (označeni sa $b-b$, $c-c$, $d-d$, $e-e$ i $f-f$).

Analiziran je radni režim protoka $Q=3,25 \text{ m}^3/\text{s}$, koji ostvaruje porast totalnog pritiska u ventilatoru $\Delta p_{tot}=254 \text{ Pa}$, pri radu sa brojem obrtaja $n=1405 \text{ min}^{-1}$.

Razmatrana je šestina radnog kola, s obzirom da ventilator ima 6 lopatica, i to tako da razmatrani prostor sadrži lopaticu i po pola međulopatičnog prostora sa grudne i leđne strane lopatice. Osrednjavanje strujnih parametara se vrši prema maksimalnom uglu od 60 stepeni u bezlopatičnom delu radnog kola, dok se ovaj ugao u lopatičnom delu smanjuje, s obzirom na debljinu lopatice u tom preseku.

Dakle, linije po kojima se vrši osrednjavanje predstavljaju kružne lukove, a osrednjavanje se vrši u 10 tačaka, s obzirom da je utvrđeno da veći broj tačaka ne utiče značajno na dobijene rezultate osrednjavanja.

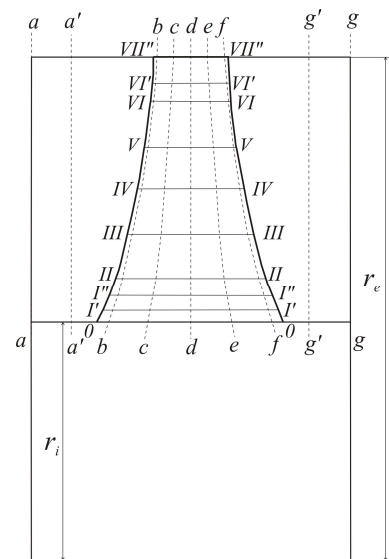
Na slici 5.1 prikazan je meridijanski presek radnog kola sa predhodno definisanih deset cilindričnih preseka i devet protočnih preseka.

Označavajući sa L_k meridijanski trag proizvoljno izabrane osnosimetrične protočne površine u radnom kolu propelerne pumpe, pri čemu je $k = a, a', b, c, d, e, f, g'$ i g (sl.5.1), a sa $L_{k,j}$ ($j=0,1,2,\dots,10$) proračunske tačke na meridijanskom tragu L_k , zapreminski protok do računске tačke $L_{k,j}$, saglasno jednačini (4.19), može se izračunati

$$Q_j^{(L_k)} = 2\pi \int_{r(L_{k,0})}^{r(L_{k,j})} kr\tilde{w}_z \cdot dr + \left(-2\pi \int_{z(L_{k,0})}^{z(L_{k,j})} kr\tilde{w}_r \cdot dz \right), \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, n.$$

odnosno,

$$Q_1(j) = 2\pi \left[\int_{r_0(l)}^{r_j(l)} k\tilde{w}_z r dr - \int_{z_0(r_0)}^{z_j(r_j)} k\tilde{w}_r r dz \right],$$



Sl.5.1 Razmatrani preseki radnog kola u meridijanskoj projekciji.

gde je: k - koeficijent smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatica ($k = z_l \Delta\varphi / 2\pi$, $z_l=6$, a $\Delta\varphi \leq 60^\circ$), a skraćeno se može pisati $z_j=z(L_{k,j})$ i $r_j= r(L_{k,j})$ ($j=0,1,2,\dots,n$).

U bezlopatičnim delovima kola je $k=1$ ($z_l=6$ i $\Delta\varphi = 60^\circ$).

Kada je $j=n$, tada je $Q_l(n) = Q_l$, a zapreminski protok kroz osnosimetričnu površinu čiji je meridijanski trag linija l izračunava se korišćenjem sledećeg izraza:

$$Q_l = 2\pi \left[\int_{r_o(l)}^{r_n(l)} k\tilde{w}_z r dr - \int_{z_o(r_o)}^{z_n(r_n)} k\tilde{w}_r r dz \right],$$

Proračunom protoka do različitih računskih tačaka na liniji l može se postaviti funkcionalna zavisnost promene protoka duž kontrolne meridijanske linije ($Q = Q_l$). Ako se ova funkcionalna zavisnost utvrdi za sve meridijanske kontrolne linije, meridijanske strujnice se dobijaju linijom koja prolazi kroz tačke na kontrolnim linijama l ispod kojih prolazi isti protok.

Ako se računске tačke na kontrolnim meridijanskim linijama postave u gustom nizu, rešavanje integrala može se, sa zadovoljavajućom tačnošću, obaviti i trapeznom metodom numeričke integracije, (u polavlju 4 prikazane jednačinama (4.19') i (4.19'')):

$$Q_j^{(L_k)} = \pi \sum_{i=1}^j (f_i + f_{i-1})(r_i - r_{i-1}) + \pi \left(- \sum_{i=1}^j (F_i + F_{i-1})(z_i - z_{i-1}) \right), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n.,$$

odnosno,

$$Q_j = Q_{j-1} + \pi (f_j + f_{j-1})(r_j - r_{j-1}) + \pi (-(F_j + F_{j-1})(z_j - z_{j-1})), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n.,$$

gde je $Q_0=0$, a funkcije date u predhodnim izrazima su:

$$f_j = (kr\tilde{w}_z)_{L_{k,j}} = f(z_j, r_j) = k(z_j, r_j) \cdot r(z_j, r_j) \cdot \tilde{w}_z(z_j, r_j), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n$$

$$F_j = (kr\tilde{w}_r)_{L_{k,j}} = F(z_j, r_j) = k(z_j, r_j) \cdot r(z_j, r_j) \cdot \tilde{w}_r(z_j, r_j), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n.$$

Funkcije f_j i F_j dobijene su na osnovu osrednjenih vrednosti osne ($\tilde{w}_z(z_j, r_j)$) i radijalne ($\tilde{w}_r(z_j, r_j)$) relativne brzine (dobijene numeričkom simulacijom strujanja za nominalni radni režim, kao i izračunate vrednosti $k(z_j, r_j)$, koja definiše smanjenje protočnog preseka zbog konačne debljine lopatice u odgovarajućem preseku lopatičnog prostora obrtnog kola. Sve osrednjene strujne vrednosti koje se koriste u proračunu prikazane su u Prilogu, na kraju rada.

Izračunavanjem vrednosti protoka za svaki definisani presek, dobijaju se vrednosti prikazane u sledećoj tabeli:

TABELA VIII

j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a	0	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
$\Delta\varphi_l$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
c_z	12.82	13.52	13.57	13.63	13.65	13.66	13.66	13.65	13.59	13.56	13.54	13.50	13.45	13.42	13.37	13.32	13.30	13.28
c_r	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05
c_m	12.82	13.52	13.57	13.63	13.65	13.66	13.66	13.65	13.59	13.56	13.54	13.50	13.45	13.42	13.37	13.32	13.30	13.28
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
f_j	1.923	2.068	2.145	2.276	2.430	2.596	2.731	2.798	3.166	3.255	3.330	3.510	3.700	3.864	4.011	4.090	4.148	4.170
F_j	0.000	0.003	0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.004	-0.004	-0.005	-0.007	-0.011	-0.017
a_j	0.000	0.038	0.066	0.125	0.163	0.189	0.167	0.087	0.525	0.141	0.124	0.301	0.340	0.309	0.297	0.178	0.129	0.052
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.038	0.104	0.229	0.391	0.581	0.748	0.835	1.360	1.501	1.625	1.926	2.266	2.575	2.871	3.050	3.179	3.231
Q_j/Q_n	0.000	0.012	0.032	0.071	0.121	0.180	0.232	0.258	0.421	0.465	0.503	0.596	0.701	0.797	0.889	0.944	0.984	1.000
a'	0	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
$\Delta\varphi_l$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
c_z	8.82	13.62	13.95	13.99	14.00	13.98	13.96	13.93	13.60	13.81	13.78	13.73	13.67	13.62	13.38	13.58	13.56	13.05
c_r	0.00	0.12	0.11	0.07	0.02	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
c_m	8.82	13.62	13.95	13.99	14.00	13.98	13.96	13.94	13.60	13.81	13.78	13.73	13.67	13.62	13.38	13.58	13.56	13.05
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075
f_j	1.323	2.083	2.204	2.337	2.492	2.656	2.793	2.857	3.168	3.315	3.391	3.569	3.758	3.922	4.014	4.169	4.231	4.097
F_j	0.000	0.018	0.017	0.012	0.004	-0.004	-0.009	-0.011	-0.017	-0.020	-0.022	-0.024	-0.025	-0.025	-0.022	-0.022	-0.022	-0.021
a_j	0.000	0.032	0.067	0.128	0.167	0.194	0.171	0.089	0.530	0.143	0.126	0.306	0.345	0.314	0.299	0.180	0.132	0.052
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.032	0.099	0.228	0.395	0.589	0.760	0.849	1.379	1.521	1.648	1.954	2.299	2.613	2.912	3.092	3.224	3.276
Q_j/Q_n	0.000	0.010	0.030	0.070	0.120	0.180	0.232	0.259	0.421	0.464	0.503	0.596	0.702	0.798	0.889	0.944	0.984	1.000
b	0	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	59.75	59.76	59.06	59.76	59.76	59.76	59.66	59.66	59.76	59.46	59.76	59.66	59.46	59.66	59.66	59.76	59.66	59.66
$\Delta\varphi_l$	5.48	5.36	5.08	4.87	4.53	4.15	3.87	3.72	3.13	2.96	2.87	2.65	2.38	2.22	2.00	1.88	1.85	1.81
k	0.908	0.910	0.914	0.918	0.924	0.931	0.935	0.938	0.948	0.950	0.952	0.956	0.960	0.963	0.966	0.969	0.969	0.970
c_z	8.24	14.55	14.30	14.88	14.78	14.68	14.35	14.16	13.74	14.02	14.01	13.68	13.29	12.87	13.00	12.70	12.36	8.34
c_r	0.00	-0.36	0.12	0.02	0.09	0.16	0.30	0.36	0.51	0.32	0.27	0.31	0.45	0.49	0.21	0.42	0.03	0.96
c_m	8.24	14.55	14.30	14.88	14.78	14.68	14.36	14.16	13.75	14.02	14.01	13.68	13.30	12.88	13.00	12.71	12.36	8.39
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.051	-0.051	-0.049	-0.046	-0.043	-0.040	-0.037	-0.036	-0.031	-0.030	-0.029	-0.027	-0.025	-0.024	-0.022	-0.022	-0.021	-0.021
f_j	1.236	2.226	2.260	2.486	2.630	2.789	2.871	2.902	3.202	3.364	3.447	3.557	3.654	3.706	3.901	3.900	3.857	2.618
F_j	0.000	-0.055	0.019	0.003	0.016	0.030	0.060	0.074	0.119	0.076	0.067	0.081	0.124	0.142	0.062	0.128	0.009	0.302
a_j	0.000	0.030	0.064	0.123	0.163	0.189	0.166	0.085	0.506	0.137	0.122	0.294	0.326	0.289	0.277	0.166	0.118	0.039
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.003	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.030	0.094	0.217	0.380	0.569	0.734	0.819	1.322	1.458	1.580	1.873	2.197	2.485	2.761	2.926	3.044	3.083
Q_j/Q_n	0.000	0.010	0.031	0.070	0.123	0.184	0.238	0.265	0.429	0.473	0.512	0.607	0.713	0.806	0.895	0.949	0.987	1.000
c	0	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	59.76	59.66	59.46	59.76	59.76	59.66	59.66	59.46	59.66	59.66	59.76	59.76	59.46	59.66	59.86	59.46	59.65	59.46
$\Delta\varphi_l$	5.75	5.60	5.48	5.35	5.19	5.03	4.91	4.72	4.19	3.96	3.93	3.72	3.42	3.18	2.77	2.48	2.31	2.21
k	0.904	0.906	0.908	0.910	0.913	0.916	0.918	0.921	0.930	0.934	0.934	0.938	0.942	0.947	0.954	0.958	0.961	0.963
c_z	8.17	13.68	14.92	14.79	14.68	14.66	14.52	14.53	14.61	14.20	14.09	13.80	14.20	13.95	13.91	14.01	12.24	8.62
c_r	0.00	0.29	0.10	0.19	0.26	0.35	0.37	0.40	0.41	0.50	0.50	0.43	0.34	0.22	0.12	0.05	0.20	0.61
c_m	8.17	13.68	14.92	14.79	14.68	14.67	14.52	14.53	14.61	14.21	14.09	13.81	14.20	13.96	13.91	14.01	12.25	8.64
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.026	-0.025	-0.025	-0.023	-0.021	-0.020	-0.019	-0.018	-0.016	-0.015	-0.015	-0.014	-0.013	-0.012	-0.011	-0.011	-0.010	-0.010
f_j	1.225	2.093	2.357	2.470	2.612	2.786	2.904	2.978	3.404	3.407	3.465	3.589	3.905	4.019	4.172	4.301	3.820	2.705

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

F_j	0.000	0.044	0.016	0.032	0.047	0.066	0.075	0.081	0.096	0.119	0.123	0.112	0.093	0.063	0.035	0.015	0.062	0.192
a_j	0.000	0.028	0.063	0.124	0.160	0.186	0.164	0.085	0.520	0.140	0.121	0.290	0.332	0.306	0.293	0.178	0.122	0.039
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.028	0.092	0.215	0.375	0.561	0.724	0.809	1.327	1.466	1.587	1.877	2.208	2.513	2.807	2.985	3.107	3.147
Q_j/Q_n	0.000	0.009	0.029	0.068	0.119	0.178	0.230	0.257	0.422	0.466	0.504	0.596	0.702	0.799	0.892	0.949	0.987	1.000
d	0	I	I'	I''	II	II''	II'''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	59.46	59.46	59.46	59.46	59.46	59.76	59.46	59.26	59.46	59.46	59.66	59.46	59.66	59.46	59.86	59.66	59.46	59.46
$\Delta\varphi_l$	5.62	5.65	5.60	5.36	5.28	4.98	4.72	4.68	4.20	4.00	3.93	3.71	3.42	3.22	2.73	2.48	2.33	2.21
k	0.905	0.905	0.906	0.910	0.911	0.917	0.921	0.921	0.929	0.933	0.934	0.938	0.943	0.946	0.954	0.959	0.961	0.963
c_z	8.71	13.24	14.69	14.71	14.68	14.55	14.28	14.41	14.17	14.24	14.24	14.09	13.97	14.08	13.94	14.04	11.79	8.69
c_r	0.00	0.18	0.25	0.23	0.27	0.34	0.36	0.38	0.48	0.42	0.42	0.40	0.34	0.24	0.07	-0.23	0.09	0.26
c_m	8.71	13.24	14.69	14.71	14.69	14.55	14.29	14.41	14.18	14.24	14.25	14.09	13.97	14.08	13.94	14.04	11.79	8.69
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_j	1.306	2.025	2.321	2.456	2.614	2.764	2.856	2.953	3.303	3.417	3.504	3.663	3.842	4.055	4.183	4.310	3.679	2.727
F_j	0.000	0.027	0.039	0.039	0.047	0.064	0.073	0.078	0.112	0.102	0.103	0.103	0.093	0.070	0.020	-0.069	0.027	0.082
a_j	0.000	0.028	0.062	0.123	0.160	0.185	0.162	0.084	0.509	0.138	0.122	0.295	0.332	0.305	0.295	0.179	0.120	0.039
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.028	0.090	0.213	0.372	0.558	0.720	0.804	1.313	1.451	1.573	1.867	2.200	2.505	2.800	2.978	3.099	3.137
Q_j/Q_n	0.000	0.009	0.029	0.068	0.119	0.178	0.229	0.256	0.419	0.462	0.501	0.595	0.701	0.798	0.892	0.949	0.988	1.000
e	0	I	I'	I''	II	II''	II'''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	59.66	59.66	59.46	59.76	59.86	59.66	59.46	59.86	59.46	59.66	59.66	59.66	59.76	59.46	59.46	59.76	59.66	59.76
$\Delta\varphi_l$	5.68	5.69	5.52	5.45	5.28	5.01	4.81	4.74	4.24	4.03	3.93	3.73	3.42	3.18	2.78	2.48	2.26	2.21
k	0.905	0.905	0.907	0.909	0.912	0.916	0.919	0.921	0.929	0.932	0.934	0.937	0.943	0.946	0.953	0.959	0.962	0.963
c_z	8.81	12.89	14.57	14.70	14.45	14.51	14.53	14.39	14.46	14.46	14.27	14.21	14.17	14.19	14.32	14.14	11.19	8.27
c_r	0.00	0.09	0.22	0.23	0.24	0.24	0.27	0.26	0.30	0.29	0.28	0.28	0.22	0.12	-0.07	-0.15	0.01	0.36
c_m	8.81	12.89	14.57	14.71	14.45	14.51	14.53	14.40	14.47	14.47	14.27	14.22	14.18	14.19	14.32	14.14	11.19	8.28
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	0.026	0.025	0.025	0.023	0.021	0.020	0.019	0.018	0.016	0.015	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010
f_j	1.322	1.973	2.301	2.456	2.571	2.757	2.905	2.951	3.370	3.471	3.511	3.695	3.898	4.088	4.295	4.340	3.491	2.598
F_j	0.000	0.014	0.035	0.038	0.043	0.046	0.054	0.053	0.071	0.071	0.070	0.073	0.060	0.033	-0.022	-0.046	0.002	0.114
a_j	0.000	0.028	0.061	0.122	0.158	0.184	0.163	0.085	0.514	0.140	0.123	0.297	0.336	0.308	0.300	0.182	0.118	0.037
b_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.028	0.089	0.211	0.370	0.554	0.718	0.802	1.317	1.458	1.581	1.878	2.215	2.523	2.823	3.004	3.122	3.159
Q_j/Q_n	0.000	0.009	0.028	0.067	0.117	0.175	0.227	0.254	0.417	0.461	0.500	0.594	0.701	0.799	0.894	0.951	0.988	1.000
f	0	I	I'	I''	II	II''	II'''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	59.46	59.46	59.46	59.46	59.46	50.62	59.66	59.46	59.46	59.66	59.46	59.46	59.66	59.46	59.46	59.46	59.66	59.66
$\Delta\varphi_l$	5.48	5.35	5.06	4.78	4.46	4.15	3.88	3.74	3.15	2.96	2.85	2.60	2.38	2.20	1.98	1.88	1.82	1.81
k	0.908	0.910	0.915	0.920	0.925	0.918	0.935	0.937	0.947	0.950	0.952	0.956	0.960	0.963	0.967	0.968	0.970	0.970
c_z	8.35	12.32	13.72	14.87	14.46	14.40	14.15	14.18	14.13	14.18	13.69	13.70	14.14	14.24	14.21	14.12	10.96	8.20
c_r	0.01	0.24	0.50	0.26	0.02	-0.01	0.02	0.03	0.11	0.11	0.18	0.18	0.08	0.03	-0.16	-0.24	-0.13	-0.08
c_m	8.35	12.33	13.73	14.87	14.46	14.40	14.15	14.18	14.13	14.18	13.69	13.70	14.14	14.24	14.21	14.13	10.96	8.20
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	0.051	0.051	0.049	0.046	0.043	0.040	0.037	0.036	0.031	0.030	0.029	0.027	0.025	0.024	0.022	0.022	0.021	0.021
f_j	1.253	1.886	2.169	2.483	2.575	2.736	2.830	2.907	3.292	3.403	3.368	3.563	3.889	4.100	4.262	4.336	3.420	2.576
F_j	0.001	0.036	0.079	0.043	0.004	-0.002	0.005	0.005	0.026	0.026	0.044	0.047	0.023	0.008	-0.047	-0.072	-0.039	-0.025
a_j	0.000	0.027	0.058	0.121	0.161	0.184	0.162	0.084	0.514	0.140	0.121	0.291	0.336	0.314	0.304	0.183	0.118	0.037
b_j	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q_j	0.000	0.027	0.086	0.207	0.369	0.553	0.716	0.800	1.314	1.454	1.576	1.867	2.204	2.518	2.822	3.005	3.122	3.159
Q_j/Q_n	0.000	0.009	0.027	0.066	0.117	0.175	0.227	0.253	0.416	0.460	0.499	0.591	0.698	0.797	0.893	0.951	0.988	1.000
g'	0	I	I'	I''	II	II''	II'''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
$\Delta\varphi_r$	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
$\Delta\varphi_l$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
c_z	7.66	11.45	13.15	14.28	13.60	13.40	13.45	13.49	13.58	13.57	13.56	13.60	13.84	14.01	14.18	13.51	10.95	9.22
c_r	0.00	-0.06	-0.22	-0.25	-0.11	-0.15	-0.16	-0.15	0.07	0.14	0.18	0.26	0.28	0.26	0.19	0.14	0.07	0.04
c_m	7.66	11.45	13.15	14.29	13.60	13.40	13.45	13.49	13.58	13.57	13.56	13.60	13.84	14.02	14.18	13.51	10.95	9.22
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

z	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
f _j	1.149	1.751	2.078	2.385	2.422	2.547	2.690	2.766	3.165	3.257	3.335	3.535	3.806	4.036	4.253	4.146	3.417	2.894
F _j	0.000	-0.009	-0.034	-0.041	-0.020	-0.028	-0.031	-0.030	0.017	0.032	0.045	0.069	0.078	0.074	0.057	0.043	0.023	0.012
a _j	0.000	0.027	0.060	0.126	0.166	0.187	0.165	0.086	0.522	0.141	0.124	0.302	0.346	0.320	0.312	0.185	0.119	0.040
b _j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q _j	0.000	0.027	0.087	0.214	0.380	0.567	0.732	0.817	1.339	1.480	1.604	1.907	2.253	2.573	2.885	3.070	3.189	3.229
Q _j /Q _n	0.000	0.008	0.027	0.066	0.118	0.176	0.227	0.253	0.415	0.458	0.497	0.591	0.698	0.797	0.894	0.951	0.988	1.000
g	0	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
Δφ _r	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Δφ _t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
c _z	8.25	11.89	13.26	14.06	13.80	13.32	13.30	13.31	13.37	13.40	13.42	13.52	13.84	14.17	14.48	13.88	11.52	10.15
c _r	0.00	-0.12	-0.18	-0.15	-0.30	-0.25	-0.23	-0.20	0.10	0.19	0.25	0.39	0.51	0.54	0.46	0.34	0.21	0.12
c _m	8.25	11.89	13.26	14.06	13.81	13.32	13.30	13.32	13.37	13.40	13.42	13.52	13.85	14.18	14.49	13.89	11.52	10.15
r	0.150	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
f _j	1.237	1.819	2.096	2.348	2.457	2.530	2.660	2.729	3.114	3.215	3.300	3.515	3.807	4.081	4.345	4.262	3.595	3.188
F _j	0.000	-0.018	-0.028	-0.025	-0.053	-0.048	-0.047	-0.041	0.024	0.045	0.062	0.102	0.141	0.155	0.139	0.105	0.065	0.038
a _j	0.000	0.029	0.061	0.126	0.166	0.188	0.163	0.085	0.514	0.139	0.123	0.300	0.345	0.322	0.318	0.189	0.123	0.043
b _j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q _j	0.000	0.029	0.090	0.216	0.382	0.570	0.733	0.818	1.332	1.471	1.594	1.894	2.239	2.561	2.878	3.068	3.191	3.234
Q _j /Q _n	0.000	0.009	0.028	0.067	0.118	0.176	0.227	0.253	0.412	0.455	0.493	0.586	0.692	0.792	0.890	0.949	0.987	1.000

Iz prikazane tabele VIII uočava se malo odstupanje od projektovanog protoka ventilatora ($Q=3,25 \text{ m}^3/\text{s}$), koje je manje u presecima bezlopatičnog dela radnog kola, a veće u presecima koji se nalaze u lopatičnom delu radnog kola.

U lopatičnom delu je protočni presek samanjn za debljinu profila lopatice u odgovarajućem preseku.

Konkretno, veličina protoka u presecima koji se nalaze u bezlopatičnom delu radnog kola se od projektovanog protoka razlikuje za manje od 1%, dok je najveće odstupanje protoka u lopatičnim presecima radnog kola manje od 5%. Obe vrednosti odstupanja protoka od proračunskog protoka reverzibilnog osnog ventilatora su u granicama vrednosti koje se, u tehničkoj praksi, mogu smatrati zadovoljavajuće tačnim.

Prema podacima za Q_j , datim u tabeli VIII, takođe se može zaključiti da su, po kružnoj koordinati osrednjene osnosimetrične strujne površine približne cilindričnim površinama ($r=const.$).

Prema podacima za meridijanske brzine c_m , koje su date u tabeli VIII, može se zaključiti da su, isključujući tanke strujne oblasti uz glavčinu i kućište obrtnog kola, meridijanske brzine približno konstantne za prečnike $0,185 \leq r[m] \leq 0,307$, u kontrolnim presecima a, a', b, c, d, e, f, g i g' (kako je prikazano i na sl.5.2).

5.1.2. Jedinični radovi elementarnih stupnjeva osnog reverzibilnog ventilatora

Prema podacima za obimske komponente apsolutne brzine c_u , u kontrolnim presecima a i g (ispred i iza radnog kola) datim u tabeli IX (datoj u sledećem poglavlju 5.1.3.), jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva

$$y_k(S_j) = \omega r_j (\tilde{c}_{ug} - \tilde{c}_{ua})_j,$$

prikazani su na sl.5.2.

Kako je na ulazu u radno kolo aksijalnog reverzibilnog ventilatora $c_{u1} = 0$ ($\tilde{c}_{u1} = 0$), jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva su:

$$y_k(S_j) = \omega r (\tilde{c}_{ug})_j,$$

gde je g - indeks za kontrolni meridijanski presek na izlazu iz radnog kola, prema oznakama prikazanim na sl.5.1 i sl.5.2. Ugaona brzina jednaka je $\omega = 147,131 \text{ rad/s}$.

Na sl.5.2 prikazane su meridijanske strujnice osrednjenog strujanja, utvrđene na konkretnom primeru propelerne pumpe, prikazane u poglavlju 3.3, pri čemu su strujnice označene sa S_2, S_3, \dots, S_{10} meridijanske strujnice osrednjenog strujanja, određene korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, a S_1 i S_{11} su granične meridijanske strujnice.

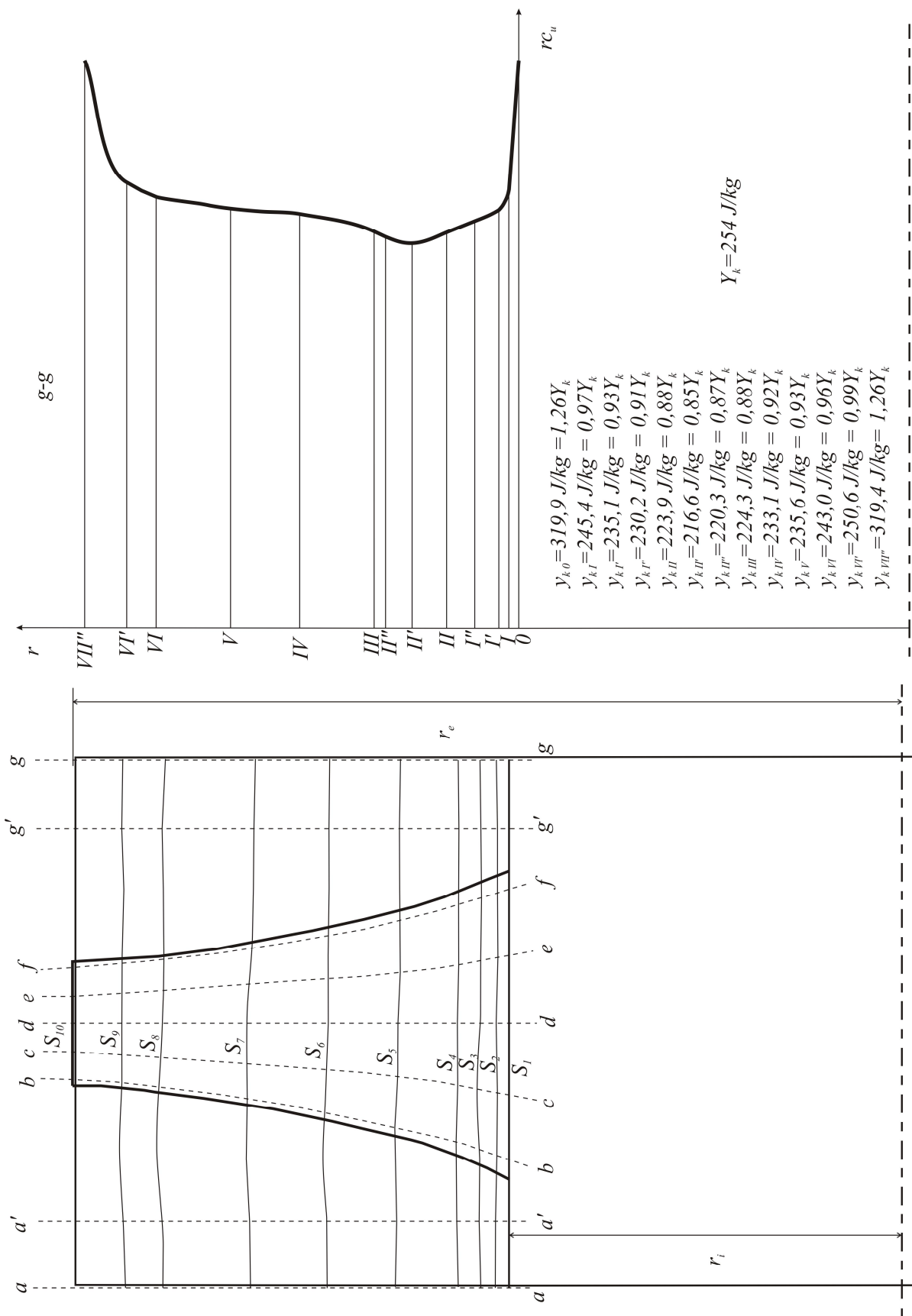
S obzirom na jednačinu (4.18') koja glasi:

$$\Delta Q = \Delta \tilde{\psi}_m = K_2 - K_1, \quad (K_2 > K_1).$$

Pri tom se usvaja da je meridijanska strujnica na glavčini (tj. na unutrašnjem disku radnog kola) $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = 0$, dok je meridijanska strujnica na oklopu (tj. na spoljašnjem disku radnog kola) je $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = Q$.

Takođe su na slici 5.2. date i izračunate vrednosti jediničnih radova elementarnih stupnjeva radnog kola.

Na osnovu dobijenih vrednosti jediničnih radova elementarnih stupnjeva, može se zaključiti da su jedinični radovi relativno izjednačeni u svim elementarnim stupnjevima, izuzev onih koji se nalaze uz glavčinu i oklop aksijalnog ventilatora (gde vrednosti jediničnih radova naglo rastu).



Sl.5.2 Meridijanske strujnice osrednjenog strujanja u radnom kolu osnovog reverzibilnog ventilatora i raspodela $r c_u$ od glavčine do oklopa

5.1.3. Moment i snaga kola

Određivanje momenta radnog kola hidrauličnih turbomašina i niskopritisnih ventilatora vrši se pomoću izraza (4.34), tj. (4.34'), koji glasi:

$$M_k^{(P)} = M_k(2) - M_k(1) = 2\pi\rho \left[\left(\int_{L_2} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z dr - \int_{L_2} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r dz \right) - \left(\int_{L_1} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z dr - \int_{L_1} r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r dz \right) \right].$$

U slučaju dovoljno velikog broja tačaka osrednjavanja strujnih parametara na meridijanskim tragovima kontrolnih preseka L_1 i L_2 , kako je bilo reči u poglavlju 4.4.2.2, na predhodni izraz može se primeniti trapezno pravilo numeričke integracije:

$$M_k(1,2) = \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (g_j^{(1,2)} + g_{j-1}^{(1,2)}) (r_j^{(1,2)} - r_{j-1}^{(1,2)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (G_j^{(1,2)} + G_{j-1}^{(1,2)}) (z_j^{(1,2)} - z_{j-1}^{(1,2)})$$

ako su uvedene odgovarajuće funkcije:

$$g_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z = g_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \quad \text{i} \quad G_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r = G_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \quad (j=0,1,2,\dots,n_{1,2}).$$

U tabeli IX prikazane su vrednosti momenta kola u presecima $a-a$, na ulazu u radno kolo, i $g-g$, na izlazu iz radnog kola, razmatranog osnog niskopritisnog ventilatora u 18 preseka osrednjenih strujnih veličina (od 20 razmatranih preseka prikazanih u Prilogu).

TABELA IX

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a	0'	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
c_z	12.82	13.52	13.57	13.63	13.65	13.66	13.66	13.65	13.59	13.56	13.54	13.50	13.45	13.42	13.37	13.32	13.30	13.28
c_r	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05
c_u	1.08	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
r	0.151	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
g_j	-0.315	0.001	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.005	-0.022	-0.009	-0.006
G_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_j	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000
N_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_{c_j}	0.000	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003
g	0'	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
c_z	8.02	14.35	14.69	14.76	14.70	14.59	14.48	14.42	14.06	13.99	13.95	13.84	13.67	13.49	13.62	13.71	12.39	7.85
c_r	0.00	-0.18	-0.05	0.00	0.07	0.15	0.20	0.22	0.26	0.24	0.22	0.21	0.18	0.12	-0.01	-0.19	-0.13	0.47
c_u	14.40	10.90	10.11	9.37	8.55	7.75	7.49	7.44	6.80	6.60	6.45	6.16	5.96	5.73	5.68	6.50	7.28	6.91
r	0.151	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
g_j	2.631	3.661	3.707	3.857	3.980	4.081	4.334	4.507	5.188	5.320	5.444	5.760	6.163	6.418	6.959	8.403	8.784	5.348
G_j	0.000	-0.045	-0.012	-0.001	0.020	0.041	0.060	0.068	0.095	0.090	0.084	0.086	0.079	0.057	-0.003	-0.115	-0.090	0.320
M_j	0.000	0.047	0.137	0.253	0.321	0.360	0.313	0.165	1.011	0.274	0.240	0.584	0.666	0.609	0.598	0.400	0.320	0.105
N_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_{c_j}	0.000	0.047	0.184	0.437	0.758	1.119	1.432	1.596	2.607	2.881	3.121	3.705	4.371	4.980	5.577	5.978	6.298	6.403

Ukupni moment kola dobijen na ovaj način (prema tabeli IX) iznosi: $M_k = 6,406 \text{ Nm}$.

Kako je numeričkom simulacijom strujanja, za razmatrani režim rada ventilatora, dobijen moment kola $M_{k,num} = 6,305 \text{ Nm}$, greška izračunatog momenta kola, na osnovu veličina dobijenih osrednjavanjem po kružnoj koordinati, iznosi 1,6%, što je zanemarljivo u tehničkoj praksi.

Snaga ventilatorskog kola se može dobiti korišćenjem prve jednačine (4.36):

$$P_k = \omega \cdot M_k = 943,5 \text{ W} = 0,9425 \text{ kW},$$

gde je ugaona brzina ventilatora $\omega = 1405 [\text{min}^{-1}] \cdot \pi/30 = 147,131 \text{ rad/s}$.

Korišćenjem prve jednačine (4.37), može se izračunati i jedinični rad ventilatorskog kola, odnosno porast pritiska u radnom kolu ventilatora:

$$\Delta p_k = \rho \frac{P_k}{\dot{m}} = \frac{P_k}{Q} = \frac{942,5}{3,25} = 290 \text{ Pa}.$$

5.1.1.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola.

Prištačaj, po kružnoj koordinati, osrednjene mehaničke energije u radnom prostoru obrtnog kola, od ulaznog $a-a$ do izlaznog kontrolnog preseka $g-g$ ($\Delta \tilde{e}_{a-g}$) izračunava se korišćenjem formule (4.39), a prema podacima osrednjavanja, prikazanim u tabeli X, ovaj gubitak jediničnog rada iznosi:

$$\Delta \tilde{e}_{a-g} = \frac{1}{\dot{m}} \left(\left(\dot{E} \right)_g - \left(\dot{E} \right)_a \right) \approx 219 \text{ J/kg},$$

gde je $\dot{m} = \rho \cdot Q = 3,85 \text{ kg/s}$ maseni protok [kg/s], kroz razmatranu turbomašinu.

TABELA X

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a	0'	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII'
c_z	12.82	13.52	13.57	13.63	13.65	13.66	13.66	13.65	13.59	13.56	13.54	13.50	13.45	13.42	13.37	13.32	13.30	13.28
c_r	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.05
p_m	0.076	-0.018	-0.022	-0.012	-0.023	-0.009	-0.008	-0.005	0.005	0.010	0.006	0.015	0.015	0.015	0.023	0.081	0.139	0.328
r	0.151	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
f_j^*	0.146	-0.038	-0.047	-0.026	-0.055	-0.023	-0.023	-0.013	0.017	0.031	0.019	0.054	0.055	0.059	0.094	0.330	0.576	1.369
F_j^*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.005
a_j^*	0.000	0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	-0.001	-0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	0.005	0.005	0.006	0.009	0.014	0.012
b_j^*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ej	0.000	0.001	-0.001	-0.003	-0.006	-0.008	-0.010	-0.010	-0.010	-0.009	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.011	0.020	0.034	0.047

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

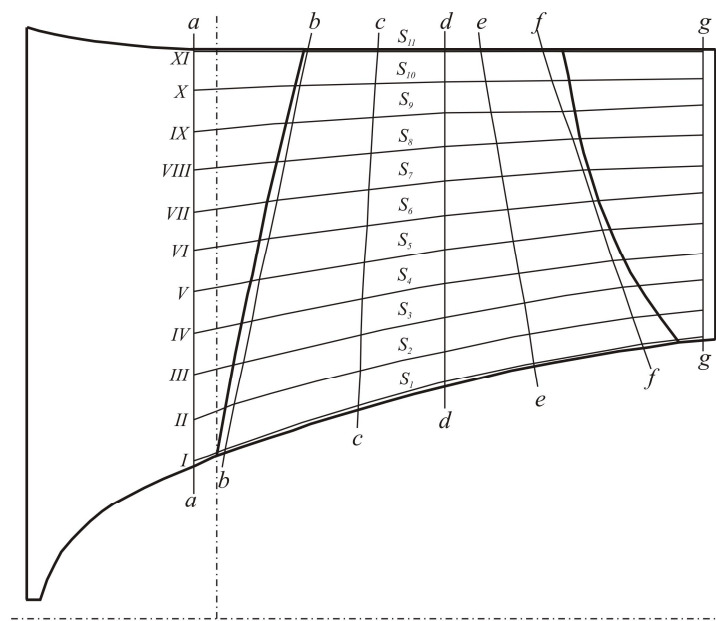
g	0'	I	I'	I''	II	II'	II''	III	IV	IV'	IV''	V	V'	VI	VI'	VI''	VII	VII''
c_z	8.02	14.35	14.69	14.76	14.70	14.59	14.48	14.42	14.06	13.99	13.95	13.84	13.67	13.49	13.62	13.71	12.39	7.85
c_r	0.00	-0.18	-0.05	0.00	0.07	0.15	0.20	0.22	0.26	0.24	0.22	0.21	0.18	0.12	-0.01	-0.19	-0.13	0.47
p_m	235.1	236.6	249.5	262.1	256.4	247.6	249.2	251.2	255.7	255.5	255.1	254.8	257.7	259.3	261.9	256.4	227.0	206.2
r	0.151	0.153	0.158	0.167	0.178	0.190	0.200	0.205	0.233	0.240	0.246	0.260	0.275	0.288	0.300	0.307	0.312	0.314
z	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
f_j^*	284.50	519.33	578.86	646.09	670.64	686.52	721.44	742.47	837.26	858.11	875.55	916.56	968.60	1007.8	1069.8	1079	877.59	507.85
F_j^*	0.04	-6.38	-1.94	-0.16	3.29	6.92	9.91	11.25	15.36	14.44	13.59	13.64	12.45	9.01	-0.48	-14.82	-8.95	30.35
a_j^*	0.00	5.05	17.25	34.63	45.50	51.16	44.23	22.99	138.96	37.28	32.68	78.82	88.84	80.72	78.32	47.25	30.73	8.71
b_j^*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E_j	0.00	5.05	22.30	56.94	102.44	153.60	197.83	220.83	359.79	397.07	429.75	508.57	597.41	678.12	756.45	803.7	834.43	843.14

5.2. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENJIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA AKSIJALNE PROPELERNE PUMPE

Na osnovu rezultata dobijenih numeričkom simulacijom strujanja u radnom kolu aksijalne propelerne pumpe (prema metodologiji prikazanoj u poglavlju 3 ovog rada), izvršeno je osrednjavanje strujnih parametara po kružnoj koordinati (prema jednačinama (4.4), odnosno (4.5'), datih u poglavlju 4.2). U prilogu ovog rada dat je tabelarni prikaz osrednjenih strujnih parametara u različitim tačkama radnog prostora obrtnog kola, a ovako dobijene vrednosti strujnih parametara koriste se za određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja u radnom kolu razmatrane pumpe.

5.2.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta

Za određivanje osrednjenih parametara strujanja u radnom kolu analizirane aksijalne (osne) propelerne pumpe sa četiri lopatice, korišćeno je sedam kontrolnih meridijanskih linija, od kojih su dve u bezlopatičnom prostoru ($a-a$ ispred i $g-g$ iza lopatica), a pet su u lopatičnom prostoru ($b-b$, $c-c$, $d-d$, $e-e$ i $f-f$ na sl.5.3).



Sl.5.3 Razmatrani preseki radnog kola pumpe u meridijanskoj projekciji

($a-a$ i $g-g$ u bezlopatičnom a preseki $b-b$, $c-c$, $d-d$, $e-e$ i $f-f$ u lopatičnom prostoru obrtnog kola).

Na svakoj meridijanskoj kontrolnoj liniji je raspoređeno po 11 tačaka osrednjavanja, a na kružnim lukovima koji prolaze kroz ove tačke, ravnomerno je raspoređeno po 10 tačaka očitavanja strujnih parametara u međulopatičnom kanalu. Broj tačaka može biti veći od 10, ali je pokazano da veći broj tačaka ne utiče značajno na dobijene rezultate osrednjavanja.

Ako je L_k meridijanski trag proizvoljno izabrane osnosimetrične protočne površine u radnom kolu pumpe, pri čemu je $k = a, b, c, d, e, f$ i g (sl.5.3), a $L_{k,j}$ ($j=0,1,2,\dots,10$) su proračunske tačke na meridijanskom tragu L_k , tada se zapreminski protok do računске tačke $L_{k,j}$, može izračunati pomoću jednačine (4.19), odnosno jednačine

$$Q_l(j) = 2\pi \left[\int_{r_o(l)}^{r_j(l)} k\tilde{w}_z r dr - \int_{z_o(r_o)}^{z_j(r_j)} k\tilde{w}_r r dz \right],$$

gde je: k - koeficijent smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatica pumpe ($k = z_l \Delta\varphi / 2\pi$, $z_l=4$, a $\Delta\varphi \leq 90^\circ$), a $j=0,1,2,\dots,n$. U bezlopatičnim delovima kola je $k=1$.

Primenom trapezne metode numeričke integracije, (u polavlju 4 prikazane jednačinama (4.19') i (4.19'')), dobija se izraz koji se koristi za određivanje protoka u izabranim protočnim presecima obrtnog kola:

$$Q_j = Q_{j-1} + \pi (f_j + f_{j-1})(r_j - r_{j-1}) + \pi (-(F_j + F_{j-1})(z_j - z_{j-1})), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n.,$$

gde je $Q_0=0$, a funkcije $f(z_j, r_j)$ i $F(z_j, r_j)$ su definisane u poglavlju 4.

Kako je pokazano i u prethodnim primerima, funkcije f_j i F_j dobijene su na osnovu osrednjenih vrednosti osne ($\tilde{w}_z(z_j, r_j)$) i radijalne ($\tilde{w}_r(z_j, r_j)$) relativne brzine (dobijene numeričkom simulacijom strujanja za nominalni radni režim), kao i izračunate vrednosti koeficijenta smanjenja protočnog preseka $k(z_j, r_j)$

Izračunavanjem vrednosti protoka za svaki definisani presek, dobijaju se vrednosti prikazane u sledećoj tabeli:

TABELA XI

a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
k	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
c_z	4.69542	5.10584	5.23324	5.35138	5.45756	5.62149	5.89030	6.10549	5.97579	5.41573	4.76961
c_r	1.90116	1.57232	1.11763	0.74104	0.46513	0.26672	0.11682	0.01805	-0.02846	-0.05245	-0.03829
c_m	5.06571	5.34245	5.35125	5.40245	5.47734	5.62781	5.89146	6.10552	5.97585	5.41598	4.76977
r	0.04170	0.05230	0.06380	0.07480	0.08570	0.09650	0.10720	0.11780	0.12840	0.13890	0.14940
z	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600	-0.00600
f_j	0.19580	0.26704	0.33388	0.40028	0.46771	0.54247	0.63144	0.71923	0.76729	0.75224	0.71258
F_j	0.07928	0.08223	0.07130	0.05543	0.03986	0.02574	0.01252	0.00213	-0.00365	-0.00729	-0.00572

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

a_j	0.00000	0.01541	0.02171	0.02537	0.02972	0.03427	0.03946	0.04498	0.04950	0.05012	0.04832
b_j	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Q_j	0.00000	0.01541	0.03712	0.06249	0.09222	0.12649	0.16595	0.21093	0.26043	0.31056	0.35888
	0.00000	0.04295	0.10344	0.17414	0.25696	0.35246	0.46242	0.58775	0.72569	0.86536	1.00000
b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	8.15234	7.24783	7.28070	8.15547	8.15282	8.01747	6.48357	6.34122	5.43419	3.62331	3.62370
k	0.90942	0.91947	0.91910	0.90938	0.90941	0.91092	0.92796	0.92954	0.93962	0.95974	0.95974
c_z	4.75360	5.43824	5.78550	6.06259	6.11579	6.23801	6.32644	6.42177	6.26036	5.73925	5.06322
c_r	1.79761	1.41307	0.91503	0.61413	0.40643	0.27808	0.29306	0.35067	0.31506	0.27086	0.09510
c_m	5.08214	5.61883	5.85741	6.09362	6.12928	6.24421	6.33323	6.43134	6.26828	5.74564	5.06411
r	0.04374	0.05566	0.06723	0.07832	0.08916	0.09969	0.11000	0.12010	0.13002	0.13981	0.14937
z	0.00184	0.00425	0.00667	0.00889	0.01123	0.00889	0.01554	0.01758	0.01956	0.02154	0.02349
f_j	0.20794	0.30268	0.38898	0.47481	0.54529	0.62187	0.69591	0.77123	0.81400	0.80239	0.75630
F_j	0.07863	0.07865	0.06152	0.04810	0.03624	0.02772	0.03224	0.04211	0.04097	0.03787	0.01420
a_j	0.00000	0.01749	0.02312	0.02749	0.03160	0.03515	0.03926	0.04322	0.04621	0.04718	0.04495
b_j	0.00000	-0.00109	-0.00098	-0.00070	-0.00056	0.00043	-0.00115	-0.00044	-0.00048	-0.00046	-0.00031
Q_j	0.00000	0.01641	0.03855	0.06534	0.09637	0.13195	0.17005	0.21283	0.25856	0.30528	0.34992
	0.00000	0.04688	0.11017	0.18672	0.27540	0.37707	0.48597	0.60823	0.73892	0.87242	1.00000
c	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	16.33690	15.48885	14.50169	13.53624	12.69771	11.73438	11.75057	10.87554	9.04660	9.07345	7.25448
k	0.81848	0.82790	0.83887	0.84960	0.85891	0.86962	0.86944	0.87916	0.89948	0.89918	0.91939
c_z	6.45686	6.78605	6.90298	6.85177	6.76080	6.71084	6.82318	6.85818	6.60148	6.26517	5.76268
c_r	1.87126	1.55652	1.24061	1.01344	0.83848	0.72112	0.57962	0.41622	0.31374	0.15909	0.12268
c_m	6.72255	6.96227	7.01358	6.92632	6.81260	6.74947	6.84776	6.87080	6.60893	6.26719	5.76398
r	0.05591	0.06496	0.07480	0.08445	0.09404	0.10346	0.11280	0.12208	0.13128	0.14044	0.14940
z	0.03589	0.03678	0.03753	0.03818	0.03885	0.03944	0.03998	0.04057	0.04116	0.04175	0.04228
f_j	0.36102	0.44085	0.51633	0.57864	0.63578	0.69427	0.76964	0.83725	0.86664	0.87987	0.86094
F_j	0.10463	0.10112	0.09280	0.08559	0.07885	0.07460	0.06538	0.05081	0.04119	0.02234	0.01833
a_j	0.00000	0.01878	0.02466	0.02804	0.03125	0.03402	0.03736	0.04098	0.04380	0.04519	0.04456
b_j	0.00000	-0.00047	-0.00038	-0.00031	-0.00030	-0.00025	-0.00021	-0.00019	-0.00015	-0.00011	-0.00006
Q_j	0.00000	0.01831	0.04258	0.07032	0.10128	0.13505	0.17220	0.21300	0.25664	0.30173	0.34623
	0.00000	0.05288	0.12298	0.20310	0.29252	0.39005	0.49736	0.61519	0.74125	0.87148	1.00000
d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	13.65305	12.62364	10.85365	10.88338	10.09626	9.04605	8.15388	7.24726	5.68304	6.34087	5.15961
k	0.84830	0.85974	0.87940	0.87907	0.88782	0.89949	0.90940	0.91947	0.93686	0.92955	0.94267
c_z	6.81981	7.03987	6.96858	6.89180	6.76366	6.78938	6.82527	6.79426	6.53038	6.21536	5.77709
c_r	1.76600	1.46827	1.14578	0.90141	0.75752	0.58797	0.44921	0.31220	0.24643	0.09432	0.08947
c_m	7.04475	7.19136	7.06214	6.95049	6.80595	6.81479	6.84003	6.80143	6.53503	6.21608	5.77778
r	0.06218	0.07039	0.07944	0.08838	0.09722	0.10603	0.11482	0.12355	0.13224	0.14092	0.14893
z	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000	0.06000
f_j	0.42407	0.49555	0.55358	0.60906	0.65758	0.71990	0.78366	0.83943	0.86361	0.87588	0.86040
F_j	0.10981	0.10335	0.09102	0.07966	0.07365	0.06235	0.05158	0.03857	0.03259	0.01329	0.01333
a_j	0.00000	0.02027	0.02594	0.02870	0.03111	0.03409	0.03753	0.04073	0.04318	0.04425	0.04090
b_j	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Q_j	0.00000	0.02027	0.04621	0.07491	0.10602	0.14010	0.17764	0.21837	0.26155	0.30579	0.34670
	0.00000	0.05846	0.13329	0.21607	0.30579	0.40411	0.51236	0.62984	0.75439	0.88202	1.00000
e	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	9.98618	8.16859	7.20351	7.22846	7.25427	5.47137	4.59458	4.52212	3.55721	4.52312	4.51935
k	0.88904	0.90924	0.91996	0.91968	0.91940	0.93921	0.94895	0.94975	0.96048	0.94974	0.94979
c_z	7.03772	7.07110	6.93976	6.83500	6.76325	6.69908	6.74142	6.72333	6.44691	6.11466	5.71444
c_r	1.51340	1.25618	0.96347	0.74912	0.58237	0.49176	0.34376	0.25467	0.24592	0.08416	0.09333

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

c_m	7.19861	7.18181	7.00632	6.87593	6.78828	6.71711	6.75018	6.72815	6.45160	6.11524	5.71520
r	0.06759	0.07500	0.08324	0.09145	0.09962	0.10790	0.11616	0.12445	0.13282	0.14117	0.14954
z	0.08345	0.08234	0.08098	0.07952	0.07801	0.07657	0.07511	0.07366	0.07216	0.07074	0.06935
f_j	0.47565	0.53032	0.57768	0.62503	0.67373	0.72281	0.78311	0.83670	0.85631	0.86322	0.85455
F_j	0.10229	0.09421	0.08020	0.06850	0.05801	0.05306	0.03993	0.03169	0.03266	0.01188	0.01396
a_j	0.00000	0.02107	0.02625	0.02851	0.03066	0.03377	0.03693	0.04002	0.04256	0.04307	0.04290
b_j	0.00000	0.00061	0.00068	0.00063	0.00055	0.00047	0.00040	0.00031	0.00029	0.00019	0.00011
Q_j	0.00000	0.02169	0.04862	0.07776	0.10897	0.14321	0.18054	0.22087	0.26372	0.30698	0.34998
	0.00000	0.06197	0.13892	0.22217	0.31135	0.40918	0.51585	0.63108	0.75352	0.87712	1.00000
f	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	4.53055	2.72024	2.71868	2.71790	1.81154	1.81184	1.81237	1.81165	0.72882	1.81150	1.81229
k	0.94966	0.96978	0.96979	0.96980	0.97987	0.97987	0.97986	0.97987	0.99190	0.97987	0.97986
c_z	7.09130	7.14781	6.95599	6.85749	6.77168	6.88540	6.84479	6.72211	6.44214	5.98100	5.35068
c_r	1.05608	0.86594	0.69812	0.57014	0.45113	0.30086	0.16383	0.09483	0.11557	0.05270	0.01458
c_m	7.16951	7.20007	6.99094	6.88115	6.78669	6.89197	6.84675	6.72278	6.44317	5.98124	5.35070
r	0.07166	0.07914	0.08673	0.09437	0.10207	0.10981	0.11763	0.12550	0.13322	0.14148	0.14951
z	0.11191	0.10941	0.10680	0.10422	0.10163	0.09896	0.09638	0.09376	0.09114	0.08839	0.08581
f_j	0.49846	0.56568	0.60332	0.64717	0.69116	0.75609	0.80513	0.84365	0.85820	0.84617	0.79997
F_j	0.05003	0.06853	0.06055	0.05381	0.04605	0.03304	0.01927	0.01190	0.01540	0.00746	0.00218
a_j	0.00000	0.02402	0.02705	0.02911	0.03154	0.03450	0.03756	0.03998	0.04066	0.04360	0.04070
b_j	0.00000	0.00089	0.00103	0.00090	0.00079	0.00065	0.00041	0.00025	0.00022	0.00020	0.00008
Q_j	0.00000	0.02491	0.05299	0.08299	0.11531	0.15047	0.18845	0.22868	0.26956	0.31335	0.35413
	0.00000	0.07035	0.14962	0.23435	0.32563	0.42490	0.53214	0.64575	0.76118	0.88485	1.00000
g	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
$\Delta\varphi_t$	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000	90.00000
$\Delta\varphi_l$	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
k	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
c_z	7.27437	7.47745	7.44167	7.26600	7.07593	7.03741	6.97123	6.91976	6.56826	5.90961	5.52153
c_r	0.77429	0.51581	0.26465	0.09857	0.11693	0.21479	0.27294	0.19047	-0.05658	-0.18981	-0.22510
c_m	7.31547	7.49522	7.44638	7.26667	7.07690	7.04068	6.97658	6.92238	6.56850	5.91266	5.52611
r	0.07362	0.08118	0.08880	0.09641	0.10401	0.11162	0.11923	0.12684	0.13442	0.14203	0.14956
z	0.12800	0.12801	0.12800	0.12800	0.12800	0.12801	0.12803	0.12800	0.12800	0.12800	0.12799
f_j	0.54788	0.60705	0.66079	0.70050	0.73600	0.78552	0.83118	0.87767	0.88290	0.83934	0.82580
F_j	0.01948	0.04188	0.02350	0.00950	0.01216	0.02397	0.03254	0.02416	-0.00761	-0.02696	-0.03367
a_j	0.00000	0.02743	0.03032	0.03255	0.03433	0.03636	0.03865	0.04083	0.04194	0.04117	0.03940
b_j	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
Q_j	0.00000	0.02743	0.05775	0.09030	0.12463	0.16099	0.19963	0.24047	0.28242	0.32359	0.36299
	0.00000	0.07558	0.15911	0.24878	0.34336	0.44352	0.54997	0.66248	0.77803	0.89147	1.00000

Na sl.5.3 prikazani su tragovi osnosimetričnih strujnih površina u meridijanskoj ravni, koje predstavljaju prvo približenje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja, (označene sa S_2, S_3, \dots, S_{10} , pri čemu su S_I i S_{II} granične meridijanske strujnice.

S obzirom na jednačinu (4.18') dobija se da je $\Delta Q = \Delta\tilde{\psi}_m = K_2 - K_1$, ($K_2 > K_1$).

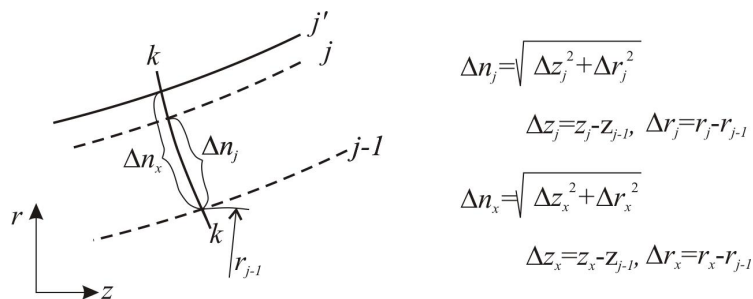
Pri tom se usvaja da je meridijanska strujnica na glavčini (tj. na unutrašnjem disku radnog kola) $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = 0$, dok je meridijanska strujnica na oklopu (tj. na spoljašnjem disku radnog kola) je $\tilde{\psi}_m(q_1, q_2) = Q$.

5.2.1.1. Korekcija osrednjenih strujnih površina, odnosno osrednjenih meridijanskih strujnica

Prema podacima datim u tabeli XI, osrednjene osnosimetrične strujne površine, pretpostavljene u početnom približenju, a čiji su meridijanski tragovi (tj. osrednjene meridijanske strujnice) prikazane na slici 5.3 punim, a na slici 5.4 isprekidanim linijama.

Prema podacima za Q_j ($j=II, III, IV, \dots, X$), u kontrolnim protočnim presecima k ($k=a, b, c, d, e, f$ i g) zaključuje se da pretpostavljene osnosimetrične površine u početnom približenju nisu osrednjene strujne površine, s obzirom da u posmatranim protočnim kontrolnim presecima protoci između glavčine kola i ovih preseka nisu jednaki.

U daljem tekstu prikazana je metodologija korekcije osrednjenih meridijanskih strujnica iz početnog približenja u osrednjene meridijanske strujnice u prvom približenju.



Sl.5.4 Ilustracija uz izvođenje formule za korekciju osrednjene meridijanske strujnice.

Oznake: $j-1, j$ su pretpostavljene osrednjene strujnice u početnom približenju,

j' je korigovana meridijanska strujnica j ,

k je meridijanski trag izabrane kontrolne površine ($k=a, b, c, d, e, f, g$).

Prema oznakama na slici 5.4, protoci $\Delta Q_j = Q_j - Q_{j-1}$ i $\Delta Q_x = Q_x - Q_{j-1}$ mogu se, za $r_{j-1} \gg \Delta n_j$ i Δn_x , dovoljno tačno izračunati korišćenjem sledećih formula:

$$\Delta Q_j = 2\pi r_{j-1} \cdot \Delta n_j \cdot c_{m.sr}^{(j)}, \quad \text{gde je } c_{m.sr}^{(j)} = \frac{1}{2}(c_{m.j-1} + c_{m.j}) \text{ i}$$

$$\Delta Q_x = 2\pi r_{j-1} \cdot \Delta n_x \cdot c_{m.sr}^{(j)}, \quad \text{gde je } c_{m.sr}^{(j)} = \frac{1}{2}(c_{m.j-1} + c_{m.x}).$$

Prema napred datim formulama, sleduje:

$$\frac{\Delta Q_x}{\Delta Q_j} = \frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} \cdot \frac{c_{m.sr}^{(j)}}{c_{m.sr}^{(j)}}. \quad (5.1)$$

Pretpostavljajući da se osrednjene meridijanske brzine c_m linearno menjaju duž meridijanskih tragova Δn_j i Δn_x , može se pisati:

$$c_{m,j} = c_{m,j-1} + E \cdot \Delta n_j \quad \text{i} \quad c_{m,x} = c_{m,j-1} + E \cdot \Delta n_x, \quad \text{gde je} \quad E = \frac{c_{m,j} - c_{m,j-1}}{\Delta n_j},$$

pa je

$$\frac{c_{m,sr}^{(x)}}{c_{m,sr}^{(j)}} = \frac{2 + A \cdot \frac{\Delta n_x}{\Delta n_j}}{2 + A}, \quad (5.2)$$

gde je

$$A = (c_{m,j} / c_{m,j-1}) - 1, \quad (5.2')$$

Zamenjujući izraze (5.2) u (5.1), dobija se:

$$\frac{\Delta Q_x}{\Delta Q_j} = \frac{2 \left(\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} \right) + A \cdot \left(\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} \right)^2}{2 + A}. \quad (5.3)$$

Kako je $Q_x - Q_j = \Delta Q_x - \Delta Q_j$, dobija se:

$$\frac{\Delta Q_x}{\Delta Q_j} = 1 + \frac{Q_x - Q_j}{\Delta Q_j}. \quad (5.4)$$

Izjednačavanjem desnih strana jednačina (5.3) i (5.4), dobija se:

$$A \cdot \left(\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} \right)^2 + 2 \left(\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} \right) - B = 0, \quad (5.5)$$

gde je

$$B = (2 + A) \left(1 + \frac{Q_x - Q_j}{\Delta Q_j} \right). \quad (5.5')$$

Za $A \neq 0$ ($c_{m,j} \neq c_{m,j-1}$), rešenje jednačine (5.5) je:

$$\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} = \frac{1}{A} \left(-1 \pm \sqrt{1 + AB} \right), \quad (5.6)$$

a kao rešenje se uzima realan pozitivan broj.

Za $A = 0$ ($c_{m,j} = c_{m,j-1}$), rešenje jednačine (5.5) je:

$$\frac{\Delta n_x}{\Delta n_j} = 1 + \frac{Q_x - Q_j}{\Delta Q_j}. \quad (5.6')$$

Uzimajući da su $Q_x = Q_x^{(II)} = Q_{d.II} = 0,02 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x = Q_x^{(III)} = Q_{d.III} = 0,046 \text{ m}^3 / \text{s}$,
 $Q_x = Q_x^{(IV)} = Q_{d.IV} = 0,0749 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x = Q_{d.V} = 0,106 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x = Q_{d.VI} = 0,14 \text{ m}^3 / \text{s}$,
 $Q_x = Q_x^{(VII)} = Q_{d.VII} = 0,1776 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x = Q_{d.VIII} = 0,218 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x = Q_{d.IX} = 0,262 \text{ m}^3 / \text{s}$,
 $Q_x = Q_x^{(X)} = Q_{d.X} = 0,3058 \text{ m}^3 / \text{s}$, korigovane osrednjene meridijanske strujnice $j=II, III, \dots, X$
 prolaze kroz kontrolnu protočnu površinu d u istim tačkama u kojima prolaze i
 pretpostavljene meridijanske strujnice iz početnog približenja.

Veličine $Q_j = Q_{k.j}$, $Q_{j-1} = Q_{k.j-1}$, $c_{m.j} = c_{m.k.j}$ i $c_{m.j-1} = c_{m.k.j-1}$, potrebne za
 izračunavanje odnosa $\Delta n_x / \Delta n_j$, očitavaju se iz tabele XI. Korektivne vrednosti ovog
 odnosa, za osrednjene meridijanske strujnice $j=II, III, \dots, X$, u kontrolnim protočnim
 površinama $k (k=a, b, c, d, e, f \text{ i } g)$ dati su u tabeli XII. Osrednjene meridijanske strujnice
 dobijene u prvom približenju nacrtane su punim linijama na slici 5.5.

TABELA XII

II	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Q_j	0.01541	0.01641	0.01831	0.02	0.02169	0.02491	0.02743
Q_{j-1}	0	0	0	0	0	0	0
ΔQ_j	0.01541	0.01641	0.01831	0.02	0.02169	0.02491	0.02743
$c_{m.j}$	5.34245	5.61883	6.96227	7.19136	7.18181	7.20007	7.49522
$c_{m.j-1}$	5.06571	5.08214	6.72255	7.04475	7.19861	7.16951	7.31547
A	0.05463	0.1056	0.03566	0.02081	-0.00233	0.00426	0.02457
B	2.66614	2.56692	2.22375	2.02081	1.84214	1.60903	1.47599
$\Delta n_x / \Delta n_j$	-37.8972	-20.1452	-57.1784	-97.1055	856.327	-469.931	-82.1264
$\Delta n_x / \Delta n_j$	1.28777	1.20659	1.09067	1	0.92206	0.80314	0.73142
III	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
Q_j	0.03712	0.03855	0.04258	0.046	0.04862	0.05299	0.05775
Q_{j-1}	0.01541	0.01641	0.01831	0.02	0.02169	0.02491	0.02743
ΔQ_j	0.02171	0.02214	0.02427	0.026	0.02693	0.02807	0.03032
$c_{m.j}$	5.35125	5.85741	7.01358	7.06214	7.00632	6.99094	7.44638
$c_{m.j-1}$	5.34245	5.61883	6.96227	7.19136	7.18181	7.20007	7.49522
A	0.00165	0.04246	0.00737	-0.01797	-0.02444	-0.02905	-0.00652
B	2.82011	2.72964	2.29018	1.98203	1.78339	1.48052	1.22069
$\Delta n_x / n_j$	-1215.74	-48.4303	-272.507	110.31	80.9464	68.1068	306.299
$\Delta n_x / n_j$	1.40842	1.32741	1.1403	1	0.90163	0.7484	0.61156
IV	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.0749	0.0749	0.0749	0.0749	0.0749	0.0749	0.0749
Q_j	0.06249	0.06534	0.07032	0.0749	0.07776	0.08299	0.0903
Q_{j-1}	0.03712	0.03855	0.04258	0.046	0.04862	0.05299	0.05775
ΔQ_j	0.02537	0.02679	0.02774	0.0289	0.02914	0.03	0.03255
$c_{m.j}$	5.40245	6.09362	6.92632	6.95049	6.87593	6.88115	7.26667
$c_{m.j-1}$	5.35125	5.85741	7.01358	7.06214	7.00632	6.99094	7.44638
A	0.00957	0.04033	-0.01244	-0.01581	-0.01861	-0.0157	-0.02413
B	2.99224	2.76863	2.31582	1.98419	1.7871	1.44934	1.04078
$\Delta n_x / \Delta n_j$	-210.511	-50.9433	159.578	125.506	106.565	126.63	82.3486
$\Delta n_x / \Delta n_j$	1.48556	1.34769	1.16637	1	0.90111	0.72884	0.5237

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

V	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106	0.106
Q_j	0.09222	0.09637	0.10128	0.106	0.10897	0.11531	0.12463
Q_{j-1}	0.06249	0.06534	0.07032	0.0746	0.07776	0.08299	0.0903
ΔQ_j	0.02972	0.03103	0.03096	0.0314	0.03121	0.03233	0.03433
$c_{m,j}$	5.47734	6.12928	6.8126	6.80595	6.78828	6.78669	7.0769
$c_{m,j-1}$	5.40245	6.09362	6.92632	6.95049	6.87593	6.88115	7.26667
A	0.01386	0.00585	-0.01642	-0.0208	-0.01275	-0.01373	-0.02611
B	2.94773	2.62834	2.28618	1.9792	1.79821	1.41393	0.90243
$\Delta n_x/\Delta n_j$	-145.728	-343.033	120.663	95.1678	155.988	144.98	76.1308
$\Delta n_x/\Delta n_j$	1.45911	1.30916	1.15402	1	0.90432	0.71043	0.45391
VI	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Q_j	0.12649	0.13195	0.13505	0.14	0.14321	0.15047	0.16099
Q_{j-1}	0.09222	0.09637	0.10128	0.1059	0.10897	0.11531	0.12463
ΔQ_j	0.03427	0.03558	0.03377	0.0341	0.03424	0.03515	0.03636
$c_{m,j}$	5.62782	6.24421	6.74947	6.81479	6.71711	6.89197	7.04068
$c_{m,j-1}$	5.47734	6.12928	6.8126	6.80595	6.78828	6.78669	7.0769
A	0.02747	0.01875	-0.00927	0.0013	-0.01048	0.01551	-0.00512
B	2.82653	2.47583	2.28283	2.0013	1.80324	1.41529	0.84306
$\Delta n_x/n_j$	-74.1895	-107.889	214.687	-1539.76	189.857	-129.633	390.365
$\Delta n_x/n_j$	1.38685	1.22387	1.14752	1	0.90592	0.7038	0.42199
VII	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.1776	0.1776	0.1776	0.1776	0.1776	0.1776	0.1776
Q_j	0.16595	0.17005	0.1722	0.1776	0.18054	0.18845	0.19963
Q_{j-1}	0.12649	0.13195	0.13505	0.1399	0.14321	0.15047	0.16099
ΔQ_j	0.03946	0.03811	0.03716	0.0377	0.03734	0.03798	0.03864
$c_{m,j}$	5.89146	6.33323	6.84776	6.84003	6.75018	6.84675	6.97658
$c_{m,j-1}$	5.62782	6.24421	6.74947	6.81479	6.71711	6.89197	7.04068
A	0.04685	0.01426	0.01456	0.0037	0.00492	-0.00656	-0.00911
B	2.65098	2.41325	2.30733	2.0037	1.847	1.42412	0.85568
$\Delta n_x/\Delta n_j$	-43.9796	-141.483	-138.491	-540.988	-407.193	304.121	219.225
$\Delta n_x/\Delta n_j$	1.28671	1.19642	1.14414	1	0.92141	0.71373	0.42868
VIII	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218
Q_j	0.21093	0.21283	0.213	0.218	0.22087	0.22868	0.24047
Q_{j-1}	0.16595	0.17005	0.1722	0.1773	0.18054	0.18845	0.19963
ΔQ_j	0.04498	0.04278	0.0408	0.0407	0.04033	0.04023	0.04084
$c_{m,j}$	6.10552	6.43134	6.8708	6.80143	6.72815	6.72278	6.92238
$c_{m,j-1}$	5.89146	6.33323	6.84776	6.84003	6.75018	6.84675	6.97658
A	0.03633	0.01549	0.00337	-0.00564	-0.00326	-0.01811	-0.00777
B	2.35636	2.25894	2.2491	1.99436	1.85465	1.45588	0.89597
$\Delta n_x/\Delta n_j$	-56.1986	-130.228	-595.448	353.417	612.059	109.723	257.014
$\Delta n_x/\Delta n_j$	1.15399	1.11976	1.12243	1	0.92873	0.7328	0.44876
IX	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262
Q_j	0.26043	0.25856	0.25664	0.262	0.26372	0.26956	0.28242
Q_{j-1}	0.21093	0.21283	0.213	0.218	0.22087	0.22868	0.24047
ΔQ_j	0.0495	0.04573	0.04365	0.044	0.04285	0.04088	0.04194
$c_{m,j}$	5.97585	6.26828	6.60893	6.84003	6.4516	6.44317	6.5685
$c_{m,j-1}$	6.10552	6.43134	6.8708	6.80143	6.72815	6.72278	6.92238
A	-0.02124	-0.02535	-0.03811	0.00568	-0.0411	-0.04159	-0.05112
B	2.04138	2.123	2.20268	2.00568	1.88031	1.59638	1.00021
$\Delta n_x/\Delta n_j$	93.1417	77.8093	51.3497	-353.417	47.6983	47.2757	38.6163
$\Delta n_x/\Delta n_j$	1.032	1.07618	1.12548	1	0.95906	0.8119	0.50667

X	a	b	c	d	e	f	g
Q_x	0.3058	0.3058	0.3058	0.3058	0.3058	0.3058	0.3058
Q_j	0.31056	0.30528	0.30173	0.3058	0.30698	0.31335	0.32359
Q_{j-1}	0.26043	0.25856	0.25664	0.265	0.26372	0.26956	0.28242
ΔQ_j	0.05012	0.04671	0.04509	0.0408	0.04326	0.0438	0.04118
$c_{m,j}$	5.41598	5.74564	6.26719	6.21608	6.11524	5.98124	5.91266
$c_{m,j-1}$	5.97585	6.26828	6.60893	6.53503	6.4516	6.44317	6.5685
A	-0.09369	-0.08338	-0.05171	-0.04881	-0.05214	-0.07169	-0.09985
B	1.72535	1.938	2.12406	1.95119	1.89483	1.59576	1.07906
$\Delta n_x/\Delta n_j$	20.4466	22.9754	37.5855	39.9777	37.3894	27.0743	19.4759
$\Delta n_x/\Delta n_j$	0.90068	1.01167	1.09291	1	0.97205	0.82211	0.5549

Korekcija izvršena na gore prikazan način omogućava dobijanje realnijih osrednjenih strujnih površina, odnosno meridijanskih strujnica. Dobijene strujnice su označene punim linjama na slici 5.5 kako bi se moglo izvršiti upoređivanje ovako dobijenih strujnica sa strujnicama koje su pretpostavljene u početnom približenju (a koje su prikazane isprekidanim linijama). Na slici 5.5 se zapaža izrazito odstupanje meridijanskih strujnica u početnom približenju u odnosu na korigovane strujnice.

Na slici 5.5 je takođe predstavljen i dijagram $(r\tilde{c}_u)_g$ na izlaznom preseku (g), o čemu će biti više reči u sledećem poglavlju rada.

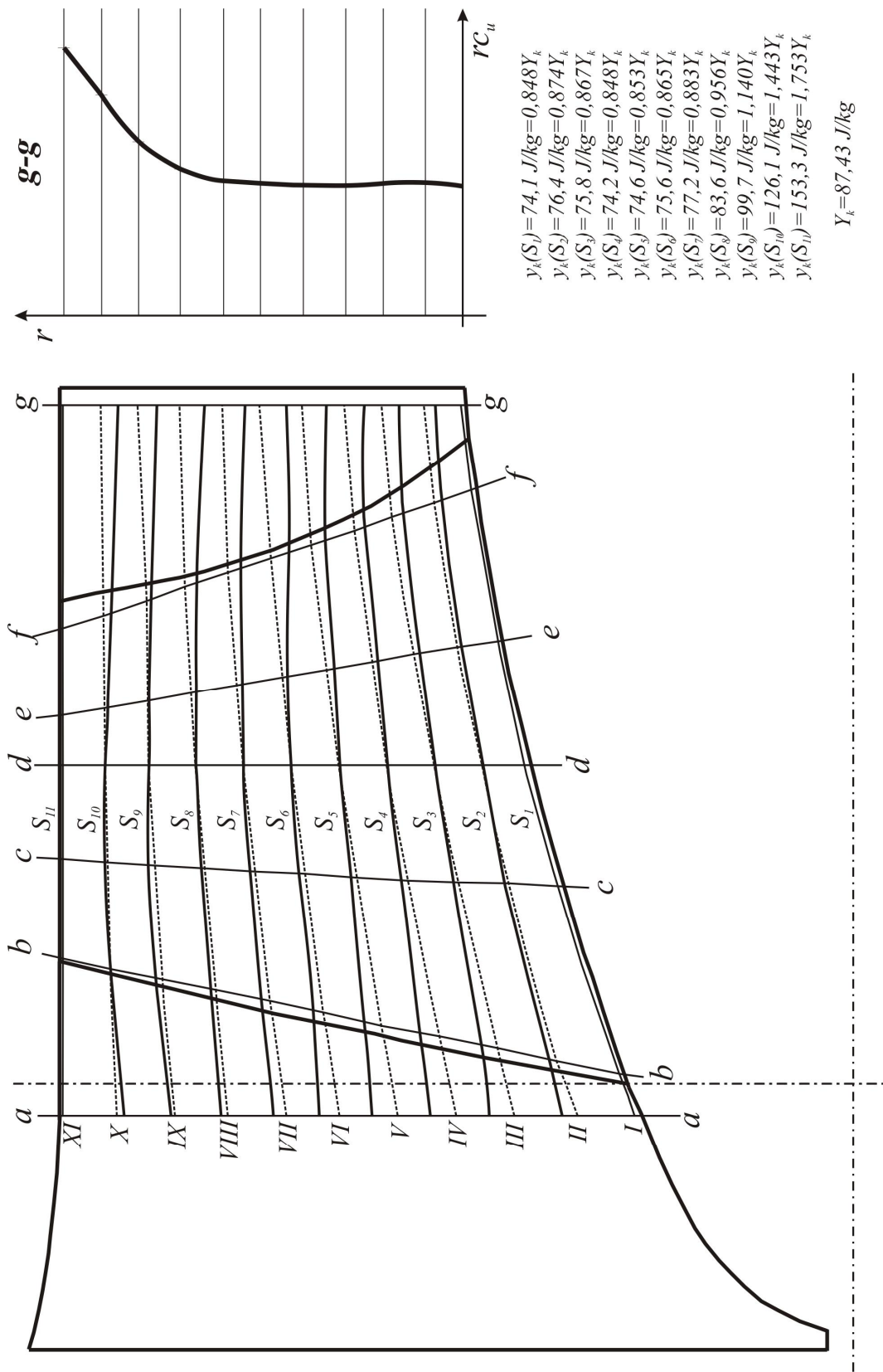
5.2.2. Elementarni jedinični radovi obrtnog kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama propelerne pumpe

Kao što je bilo reči i u prethodnim primerima, jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva se određuju iz izraza

$$y_k(S_j) = \omega(r\tilde{c}_u)_g,$$

gde je g indeks kontrolni meridijanski presek na izlazu iz radnog kola (sl.5.3 i sl.5.5).

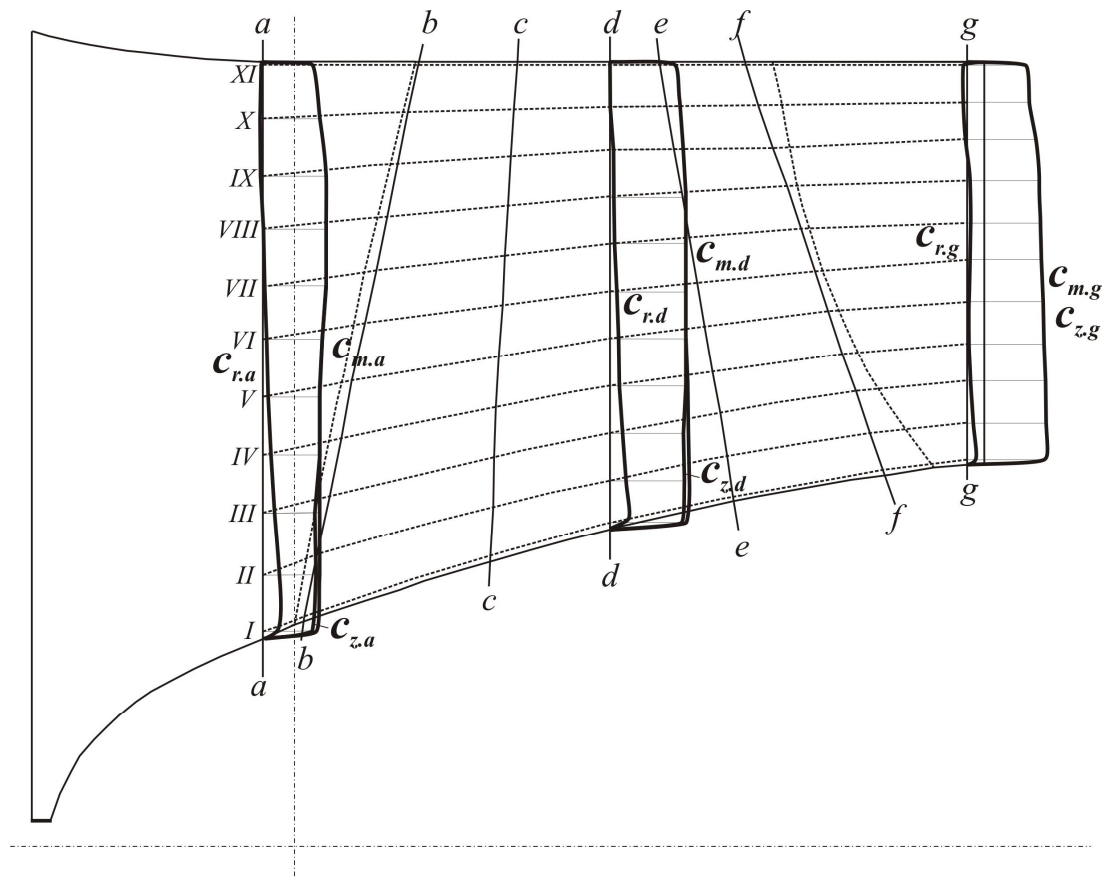
Na sl.5.5 dat je i grafik funkcije $(r\tilde{c}_u)_g = f(r)$, koji je proporcionalan jediničnim radovima elementarnih stupnjeva.



SI.5.5 Meridijanske strujnice osrednjenog strujanja i raspodela rc_u od glavčine do oklopa aksijalne propelerne pumpe

Sa dijagrama se jasno vidi da jedinični radovi elementarnih stupnjeva nisu jednaki, iako je uobičajena pretpostavka pri projektovanju turbomašina, da su jedinični radovi u svim elementarnim stupnjevima isti.

Na samoj slici prikazane su i vrednosti dobijenih jediničnih radova elementarnih stupnjeva, na osnovu osrednjenih vrednosti obimskih komponenti apsolutnih brzina na izlaznom preseku (g-g) elementarnih stupnjeva radnog kola pumpe.



Sl.5.6 Osrednjene brzine c_r , c_z i c_m u kontrolnim poprečnim presecima a-a, d-d i g-g

Na slici 5.6 prikazani su dijagrami osrednjenih brzina c_r , c_z i c_m u tri kontrolna poprečna preseka a-a, d-d i g-g.

Na dijagramima se jasno zapaža da je radijalna komponenta apsolutne brzine c_r značajno manja od aksijalne komponente c_z , tako da se brzina c_z i meridijanska komponenta apsolutne brzine c_m malo razlikuju. Na sl.5.6 primećuje se malo odstupanje brzina c_z i c_m u presecima blizu glavčine, dok se prema periferiji radnog kola ove dve brzine gotovo izjednačavaju (radijalna brzina je približno jednaka nuli).

5.2.3. Moment i snaga kola

Određivanje momenta radnog kola pumpe vrši se pomoću izraza (4.34), odn. (4.34'), da bi se dalje ovaj izraz, primenom trapezne metode, sveo na sledeći oblik:

$$M_k(1,2) = \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (g_j^{(1,2)} + g_{j-1}^{(1,2)}) (r_j^{(1,2)} - r_{j-1}^{(1,2)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (G_j^{(1,2)} + G_{j-1}^{(1,2)}) (z_j^{(1,2)} - z_{j-1}^{(1,2)}),$$

gde su $j=0,1,2,\dots,n$ tačke osrednjavanja strujnih parametara na meridijanskim tragovima kontrolnih preseka L_1 i L_2 , kako je bilo reči u poglavlju 4.4.2.2, a funkcije g_j i G_j :

$$g_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z = g_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \text{ i } G_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r = G_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \quad (j=0,1,2,\dots,n_{1,2}).$$

TABELA XIII

a - a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
c_z	4.695	5.106	5.233	5.351	5.458	5.621	5.890	6.105	5.976	5.416	4.770
c_r	1.901	1.572	1.118	0.741	0.465	0.267	0.117	0.018	-0.028	-0.052	-0.038
c_u	-0.123	0.009	0.021	0.031	0.030	0.025	0.032	0.038	0.000	-0.295	-0.982
r	0.042	0.052	0.064	0.075	0.086	0.097	0.107	0.118	0.128	0.139	0.149
z	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
g_j	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	0.000	0.031	0.104
G_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001
M_j	0.000	0.029	-0.021	-0.048	-0.073	-0.085	-0.116	-0.179	-0.108	1.014	4.451
N_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_{cj}	0.000	0.029	0.008	-0.040	-0.113	-0.199	-0.315	-0.494	-0.602	0.411	4.863
g - g	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
c_z	7.274	7.477	7.442	7.266	7.076	7.037	6.971	6.920	6.568	5.910	5.522
c_r	0.774	0.516	0.265	0.099	0.117	0.215	0.273	0.190	-0.057	-0.190	-0.225
c_u	-6.595	-6.213	-5.611	-5.089	-4.724	-4.445	-4.271	-4.333	-4.863	-5.850	-6.751
r	0.074	0.081	0.089	0.096	0.104	0.112	0.119	0.127	0.135	0.142	0.150
z	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128
g_j	0.260	0.306	0.329	0.344	0.362	0.390	0.423	0.482	0.578	0.697	0.834
G_j	0.028	0.021	0.012	0.005	0.006	0.012	0.017	0.013	-0.005	-0.022	-0.034
M_j	0.000	13.478	15.129	16.017	16.785	17.880	19.344	21.545	25.562	29.950	36.455
N_j	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_{cj}	0.000	13.478	28.607	44.624	61.409	79.289	98.633	120.178	145.740	175.690	212.145

U tabeli XIII prikazane su vrednosti momenta kola u presecima $a-a$, na ulazu u radno kolo, i $g-g$, na izlazu iz radnog kola, razmatrane pumpe.

Dakle, ukupni moment kola dobijen na ovaj način iznosi $M_k=207,281$ Nm.

Moment kola dobijen numeričkom simulacijom, za razmatrani režim rada pumpe je $M_{k.num}=201,868$ Nm, tako da greška izračunatog momenta kola, na osnovu veličina dobijenih osrednjavanjem po kružnoj koordinati, iznosi 2,6%.

Snaga kola pumpe se može dobiti korišćenjem prve jednačine (4.36):

$$P_k = \omega \cdot M_k = 31474,293 \text{ W} = 31,474 \text{ kW} ,$$

gde je ugaona brzina $\omega = 1450 [\text{min}^{-1}] \cdot \pi/30 = 151,8436 \text{ rad/s}$.

Korišćenjem prve jednačine (4.37), može se izračunati i jedinični rad kola pumpe:

$$Y_k = \frac{P_k}{\dot{m}} = \frac{31474,293}{360} = 87,43 \text{ J/kg} .$$

5.2.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola aksijalne pumpe.

U tabeli XIV prikazani su rezultati protoka osrednjene mehaničke energije strujanja kroz osnosimetrične protočne površine, na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola aksijalne propelerne pumpe.

TABELA XIV

a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
c_z	4.695	5.106	5.233	5.351	5.458	5.621	5.890	6.105	5.976	5.416	4.770
c_r	1.901	1.572	1.118	0.741	0.465	0.267	0.117	0.018	-0.028	-0.052	-0.038
p_t	-1879.3	-1058.6	-1955.6	-2510.1	-2692.5	-2447.3	-1578.2	-1283.2	-3151	-7324.6	-11160.4
r	0.042	0.052	0.064	0.075	0.086	0.097	0.107	0.118	0.128	0.139	0.149
z	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
f_j^*	-367.957	-282.680	-652.941	-1004.738	-1259.305	-1327.583	-996.510	-922.924	-2417.733	-5509.894	-7952.675
F_j^*	-148.985	-8419.231	-7364.399	-5755.575	-4146.292	-2670.906	-1288.612	-218.153	381.801	791.611	643.428
a_j^*	0.000	-21.667	-33.802	-57.285	-77.528	-87.771	-78.124	-63.919	-111.247	-261.506	-444.086
b_j^*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E_j	0.000	-21.667	-55.469	-112.754	-190.283	-278.054	-356.178	-420.097	-531.344	-792.851	-1236.937
g	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
c_z	7.274	7.477	7.442	7.266	7.076	7.037	6.971	6.920	6.568	5.910	5.522
c_r	0.774	0.516	0.265	0.099	0.117	0.215	0.273	0.190	-0.057	-0.190	-0.225
p_t	69512.3	73131	72152.1	71575.2	71083.8	71058.5	71964.6	72009	72510.5	77666.4	84632.9
r	0.074	0.081	0.089	0.096	0.104	0.112	0.119	0.127	0.135	0.142	0.150
z	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128
f_j^*	37216.471	44402.841	47679.575	50134.311	52310.356	55807.561	59800.495	63182.526	64058.006	65174.944	69908.538
F_j^*	3961.368	3063.007	1695.635	680.099	864.446	1703.281	2341.325	1739.175	-551.806	-2093.298	-2849.992
a_j^*	0.000	1948.751	2198.569	2335.415	2445.980	2581.435	2760.270	2936.355	3077.982	3044.980	3225.267
b_j^*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E_j	0.000	1948.751	4147.321	6482.735	8928.715	11510.149	14270.419	17206.775	20284.757	23329.736	26555.00

Jedinični rad, po kružnoj koordinati, odnosno protok osrednjene mehaničke energije u radnom prostoru obrtnog kola, od ulaznog kontrolnog preseka $a-a$ do izlaznog kontrolnog preseka $g-g$ ($\Delta\tilde{e}_{a-g}$) izračunava se korišćenjem formule (4.39):

$$\Delta\tilde{e}_{a-g} = \frac{I}{\dot{m}} \left(\left(\dot{\tilde{E}} \right)_g - \left(\dot{\tilde{E}} \right)_a \right) = 81,741 \text{ J/kg},$$

gde je $\dot{m} = \rho \cdot Q = 360 \text{ kg/s}$ maseni protok [kg/s], kroz razmatranu turbomašinu.

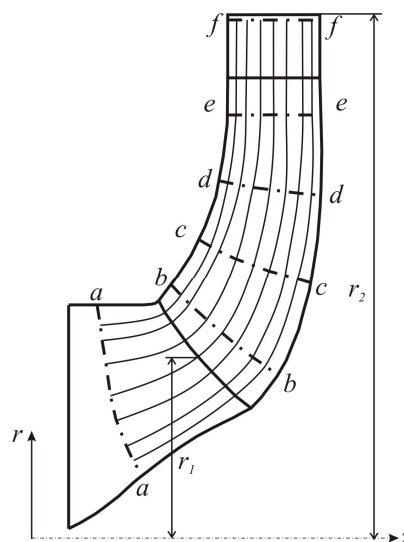
5.3. NUMERIČKO ODREĐIVANJE OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA U RADNIM KOLIMA RADIJALNE PUMPE

Kao što je bio slučaj i kod prethodnih primera, i kod primera centrifugalne pumpe korišćena je isti postupak. Najpre je, na osnovu rezultata dobijenih numeričkom simulacijom strujanja u radnom kolu centrifugalne pumpe (prema poglavlju 3 ovog rada), izvršeno osrednjavanje strujnih parametara po kružnoj koordinati (korišćenjem izraza (4.4), odnosno (4.5'), prikazanih u poglavlju 4.2, a tabelarni prikaz osrednjenih strujnih parametara u korišćenim presecima radnog kola dat je u Prilogu rada

5.3.1. Određivanje meridijanskih strujnica osrednjenog strujanja u radnom kolu centrifugalne pumpe korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta

Kako je bilo reči u poglavlju 3.3, analizirana je centrifugalna puma sa šest lopatica, koja radi sa brojem obrtaja $n=1490 \text{ min}^{-1}$ i, pri tome, u nominalnom režimu rada ostvaruje protok $Q=30 \text{ l/s}$ i napor $H=14,9 \text{ m}$.

U radnom kolu pumpe izabrano je šest protočnih preseka, od kojih su dva u bezlopatičnom prostoru ($a-a$ ispred i $f-f$ iza lopatica), a četiri preseka su u lopatičnom prostoru ($b-b$, $c-c$, $d-d$ i $e-e$, prikazani na sl. 5.7). Na svakoj meridijanskoj kontrolnoj liniji je raspoređeno po devet tačaka osrednjavanja (po devet osnosimetričnih strujnih površina koje u



Sl.5.7 Razmatrani preseki radnog kola radialne pumpe u meridijanskoj projekciji.

preseku sa protočnim presecima u radnom kolu turbomašine definišu pomenute tačke), a na kružnim lukovima koji prolaze kroz ove tačke, ravnomerno je raspoređeno po deset tačaka za koje su potpuno poznati strujni parametri (dobijeni numeričkim simulacijama strujanja u radnom kolu pumpe).

Koristeći identične formule za određivanje protoka u izbranim meridija-nskim tragovima proizvoljno izabranih osnosimetričnih protočnih površina u radnom kolu centrifugalne pumpe, L_k , pri čemu je $k = a, b, c, d, e$ i f i ako su $L_{k,j}$ ($j=0,1,2,\dots,10$) proračunske tačke na meridijanskom tragu L_k . Ukoliko se, kao i do sada, definiše koeficijent smanjenja protočnog preseka zbog debljine lopatice pumpe, ($k = z_l \Delta\varphi / 2\pi \leq 1$, $z_l=6$, a $\Delta\varphi \leq 60^\circ$, u bezlopatičnim delovima kola $k=1$.), a $j=0,1,2,\dots,n$, primenom trapezne metode integracije, dobija se izraz za izračunavanje protoka u razmatranim protočnim presecima (izvođenje izraza je detaljno prikazano u poglavlju 4):

$$Q_j = Q_{j-1} + \pi (f_j + f_{j-1})(r_j - r_{j-1}) + \pi (-(F_j + F_{j-1})(z_j - z_{j-1})), \text{ za } j = 1, 2, \dots, n,$$

gde je $Q_0=0$, a funkcije $f(z_j, r_j)$ i $F(z_j, r_j)$ su definisane u poglavlju 4.

Funkcije f_j i F_j dobijene su na osnovu osrednjenih vrednosti osne ($\tilde{w}_z(z_j, r_j)$) i radialne ($\tilde{w}_r(z_j, r_j)$) relativne brzine (dobijene numeričkom simulacijom strujanja za nominalni radni režim razmatrane centrifugalne pumpe), kao i izračunate vrednosti koeficijenta smanjenja protočnog preseka $k(z_j, r_j)$

Za svaki definisani presek, dobijaju se vrednosti protoka prikazani u sledećoj tabeli:

TABELA XV

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
k	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
c_z	0.534739	0.983652	1.455598	1.720422	1.424501	1.380146	3.810457	7.589243	9.357705
c_r	0.380257	0.247273	0.213514	0.143846	0.072472	0.086141	0.119343	0.034498	0.002296
c_m	0.656156	1.014256	1.471175	1.726425	1.426343	1.382831	3.812325	7.589321	9.357705
r	0.015264	0.018405	0.022174	0.028141	0.034309	0.040509	0.046783	0.051000	0.054809
z	0.007550	0.005431	0.003537	0.001438	-0.000113	-0.001282	-0.002116	-0.002450	-0.002569
f_j	0.008162	0.018104	0.032276	0.048415	0.048873	0.055909	0.178264	0.387049	0.512883
F_j	0.005804	0.004551	0.004734	0.004048	0.002486	0.003490	0.005583	0.001759	0.000126
a_j	0.000000	0.000259	0.000596	0.001513	0.001885	0.002041	0.004615	0.007489	0.010769
b_j	0.000000	0.000069	0.000055	0.000058	0.000032	0.000022	0.000024	0.000008	0.000001
Q_j	0.000000	0.000328	0.000980	0.002551	0.004468	0.006531	0.011169	0.018666	0.029436
Q_j/Q_n	0.000000	0.011148	0.033289	0.086651	0.151772	0.221858	0.379452	0.634140	1.000000
b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	16.329456	16.340862	16.347313	16.361614	17.083706	16.962654	18.163124	18.769405	19.376312
k	0.726245	0.727078	0.726418	0.726382	0.716786	0.716853	0.696793	0.686014	0.676411
c_z	0.568949	0.592787	0.532382	1.197546	2.714478	3.515549	4.390338	3.472850	2.018135
c_r	1.372313	1.490059	1.753552	1.882658	1.897750	2.165712	3.352396	4.193697	3.210587
c_m	1.485579	1.603643	1.832587	2.231259	3.312075	4.129091	5.523915	5.444977	3.792194
r	0.038990	0.040655	0.042592	0.045648	0.048866	0.052158	0.055539	0.057759	0.059689
z	0.039651	0.037149	0.034436	0.030478	0.026633	0.022881	0.019184	0.016700	0.014395
f_j	0.022183	0.024099	0.022675	0.054666	0.132645	0.183363	0.243836	0.200587	0.120460

5. PRIMERI NUMERIČKOG ODREĐIVANJA OSREDNJENIH OSNOSIMETRIČNIH STRUJNIH POVRŠINA

F_j	0.053507	0.060578	0.074687	0.085940	0.092735	0.112959	0.186189	0.242222	0.191636
a_j	0.000000	0.000176	0.000207	0.000540	0.001362	0.002343	0.003201	0.002144	0.001328
b_j	0.000000	0.000652	0.000838	0.001451	0.001557	0.001738	0.002448	0.002308	0.002143
Q_j	0.000000	0.000828	0.001872	0.003862	0.006782	0.010863	0.016511	0.020964	0.024435
Q_j/Q_n	0.000000	0.033868	0.076621	0.158069	0.277551	0.444554	0.675731	0.857949	1.000000
c	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	11.496651	10.905075	11.504074	12.105606	12.711617	14.524162	15.747299	16.954010	18.166725
k	0.807729	0.818125	0.807410	0.798704	0.788673	0.758346	0.737390	0.716967	0.696230
c_z	0.224969	0.466803	0.531434	0.893411	1.154361	1.390324	1.336984	1.593614	2.145720
c_r	1.678628	1.493337	1.589947	2.309925	3.186970	3.920342	4.220421	4.309105	4.443579
c_m	1.693636	1.564596	1.676411	2.476679	3.389591	4.159577	4.427130	4.594344	4.934522
r	0.061387	0.061918	0.062623	0.063843	0.065275	0.066880	0.068607	0.069815	0.070939
z	0.047648	0.045140	0.042375	0.038282	0.034253	0.030287	0.026375	0.023794	0.021486
f_j	0.013810	0.028903	0.033280	0.057038	0.075350	0.092984	0.091726	0.111257	0.152214
F_j	0.103047	0.092464	0.099567	0.147472	0.208028	0.262191	0.289549	0.300838	0.315221
a_j	0.000000	0.000058	0.000112	0.000278	0.000472	0.000655	0.000750	0.000559	0.000656
b_j	0.000000	0.001252	0.001355	0.002548	0.003567	0.004522	0.005068	0.003481	0.003154
Q_j	0.000000	0.001310	0.002777	0.005603	0.009643	0.014820	0.020637	0.024677	0.028487
Q_j/Q_n	0.000000	0.045994	0.097489	0.196694	0.338489	0.520217	0.724439	0.866251	1.000000
d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	7.875023	8.474487	8.482902	8.480476	9.079987	10.294395	11.507011	12.109314	12.717239
k	0.868116	0.858663	0.858036	0.858582	0.848160	0.828721	0.808246	0.798069	0.787090
c_z	0.062890	0.113788	0.080347	-0.076129	-0.110887	0.096103	0.509548	0.897441	1.245134
c_r	2.478948	2.290977	2.001536	1.605043	1.817645	1.939049	3.934985	4.954446	5.634723
c_m	2.479746	2.293801	2.003148	1.606848	1.821025	1.941429	3.967839	5.035071	5.770655
r	0.081854	0.081996	0.082184	0.082568	0.083063	0.083642	0.084318	0.084797	0.085240
z	0.050009	0.047814	0.045377	0.041732	0.038099	0.034480	0.030875	0.028479	0.026325
f_j	0.005148	0.009330	0.006603	-0.006286	-0.009211	0.008038	0.042964	0.076100	0.106135
F_j	0.202913	0.187850	0.164494	0.132525	0.150978	0.162185	0.331790	0.420121	0.480301
a_j	0.000000	0.000006	0.000008	0.000000	-0.000021	-0.000002	0.000088	0.000144	0.000201
b_j	0.000000	0.002327	0.002315	0.002920	0.002760	0.002984	0.004559	0.004544	0.004826
Q_j	0.000000	0.002333	0.004656	0.007576	0.010315	0.013297	0.017944	0.022632	0.027659
Q_j/Q_n	0.000000	0.084351	0.168334	0.273905	0.372956	0.480757	0.648782	0.818249	1.000000
e	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	5.449402	5.451050	5.448533	5.450256	5.452148	6.056442	6.661331	6.662247	7.266556
k	0.909267	0.908813	0.908821	0.909195	0.908980	0.898765	0.888704	0.888832	0.878278
c_z	-0.128206	-0.195461	-0.283808	-0.270583	-0.067246	0.108618	0.189655	0.198406	0.170994
c_r	0.884141	0.922310	0.909883	1.327907	2.132095	2.956817	3.707866	4.148049	4.472432
c_m	0.893388	0.942794	0.953118	1.355195	2.133155	2.958812	3.712713	4.152791	4.475700
r	0.101076	0.101017	0.101015	0.101040	0.101111	0.101182	0.101318	0.101387	0.101433
z	0.050019	0.048017	0.045793	0.042456	0.039119	0.035784	0.032448	0.030225	0.028223
f_j	-0.012958	-0.019745	-0.028669	-0.027340	-0.006799	0.010990	0.019215	0.020116	0.017345
F_j	0.089365	0.093169	0.091912	0.134172	0.215577	0.299178	0.375674	0.420560	0.453653
a_j	0.000000	0.000005	0.000000	-0.000004	-0.000007	0.000001	0.000011	0.000008	0.000005
b_j	0.000000	0.001043	0.001176	0.002155	0.003333	0.004871	0.006315	0.004943	0.004856
Q_j	0.000000	0.001049	0.002225	0.004375	0.007701	0.012573	0.018900	0.023851	0.028712
Q_j/Q_n	0.000000	0.036533	0.077487	0.152389	0.268222	0.437909	0.658265	0.830701	1.000000
f	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\Delta\varphi_t$	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000	60.000000
$\Delta\varphi_l$	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
k	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
c_z	0.002428	0.058381	0.101111	0.092343	0.043340	0.008264	-0.008202	-0.009404	0.009248
c_r	1.022968	1.116346	1.254608	1.515819	1.814136	2.074144	2.291477	2.422800	2.519188

c_m	1.022971	1.117872	1.258675	1.518629	1.814654	2.074160	2.291492	2.422819	2.519205
r	0.123809	0.123802	0.123814	0.123830	0.123822	0.123823	0.123816	0.123816	0.123814
z	0.049780	0.047800	0.045600	0.042300	0.039000	0.035700	0.032400	0.030200	0.028220
f_j	0.000301	0.007228	0.012519	0.011435	0.005366	0.001023	-0.001016	-0.001164	0.001145
F_j	0.126653	0.138206	0.155338	0.187704	0.224631	0.256827	0.283722	0.299981	0.311910
a_j	0.000000	0.000000	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
b_j	0.000000	0.001648	0.002029	0.003556	0.004275	0.004991	0.005604	0.004034	0.003806
Q_j	0.000000	0.001647	0.003677	0.007235	0.011509	0.016500	0.022104	0.026139	0.029945
Q_j/Q_n	0.000000	0.055013	0.122789	0.241596	0.384338	0.551025	0.738169	0.872893	1.000000

Izračunati protok u preseccima prosečno iznosi $Q=0,0282 \text{ m}^3/\text{s} = 28,2 \text{ l/s}$, pa greška preračunavanja protoka preko integralne jednačine kontinuiteta za strujne veličine dobijene osrednjavanjem po ugaonj koordinati, iznosi oko 6%. Izračunate vrednosti u protočnim preseccima koji su u bezlopaticnom delu radnog kola skoro da ne odstupaju od proračunske vrednosti protoka ($Q=30 \text{ l/s}$), dok u lopaticnom delu postoje manja ili veća odstupnja od te vrednosti. Na mestima odlepljivanja struje od zidova lopatica i povratnog strujanja fluida, izračunati protok može značajnije odstupati od protoka u datom režimu strujanja.

Korekcija dobijenih strujnica izvršena je na način prikazan u poglavlju 5.2.1.1.

Kao relevantni protočni presek uzet je presek $b-b$, odnosno korekcija je izvršena u preseccima $j=II, III, IV, \dots, VIII$, u odnosu na protoke dobijene u kontrolnom protočnom preseku označenom sa $b-b$, što znači da korigovane osrednjene meridijanske strujnice $j=II, III, \dots, X$ prolaze kroz kontrolnu protočnu površinu b u istim tačkama u kojima prolaze i pretpostavljene meridijanske strujnice iz početnog približenja.

Usvojeni su protoci: $Q_x^{(II)} = Q_{b,II} = 0,000828 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x^{(III)} = Q_{b,III} = 0,00187 \text{ m}^3 / \text{s}$,
 $Q_x^{(IV)} = Q_{b,IV} = 0,00386 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x^{(V)} = Q_{b,V} = 0,00678 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x^{(VI)} = Q_{b,VI} = 0,01086 \text{ m}^3 / \text{s}$,
 $Q_x^{(VII)} = Q_{b,VII} = 0,01651 \text{ m}^3 / \text{s}$, $Q_x^{(VIII)} = Q_{b,VIII} = 0,02096 \text{ m}^3 / \text{s}$,

Potrebne vrednosti veličina $Q_j = Q_{k,j}$, $Q_{j-1} = Q_{k,j-1}$, $c_{m,j} = c_{m,k,j}$ i $c_{m,j-1} = c_{m,k,j-1}$, potrebne za izračunavanje odnosa $\Delta n_x / \Delta n_j$, očitavaju se iz tabele XV. Svaka osrednjene meridijanske strujnice $j=II, III, \dots, VIII$ korigovana je u odnosu na vrednosti dobijene korišćenjem jednačina (5.1)÷(5.6) u poglavlju 5.2.1.1. Pri tome su kao početno približenje korišćene pretpostavljene strujnice prikazane na slici 5.7.

Nakon korekcije, u prvom približenju dobijaju se strujnice koje su prikazane punim linijama na slici 5.8, a gde su isprekidanim linijama označene strujnice korišćene kao početno približenje.

5.3.2. Elementarni jedinični radovi obrtnog kola na osrednjenim osnosimetričnim strujnim površinama centrifugalne pumpe

Prema strujnim parametrima dobijenim numeričkom simulacijom strujanja, obimska komponenta apsolutne brzine na ulazu u radno kolo nije zanemarljiva ($rc_u \neq 0$), tako da se jedinični radovi kola elementarnih stupnjeva centrifugalne pumpe određuju pomoću izraza:

$$y_k(S_j) = \omega \left[(r\tilde{c}_u)_f - (r\tilde{c}_u)_a \right],$$

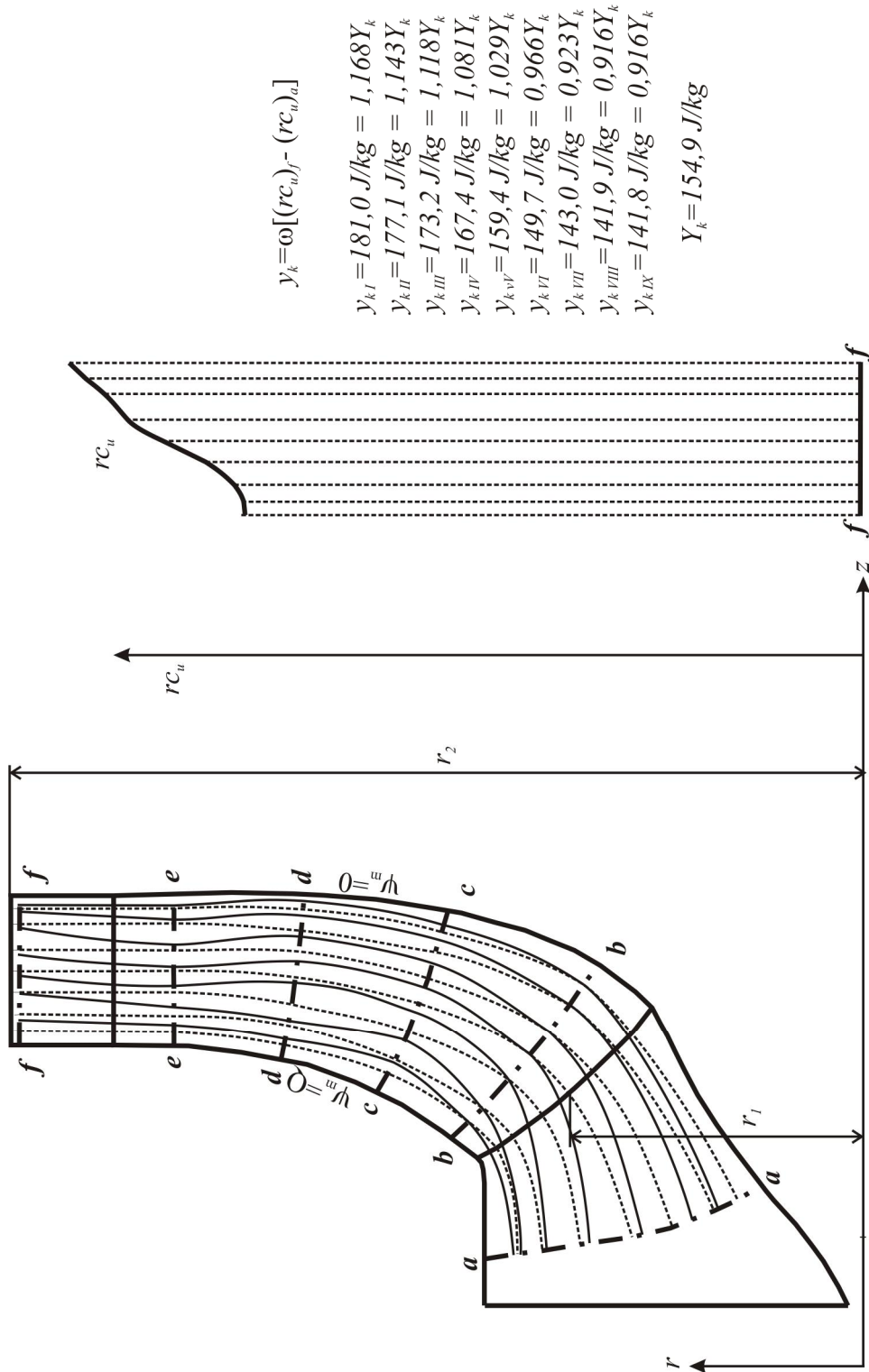
gde indeks f označava kontrolni meridijanski protočni presek na izlazu iz radnog kola, indeks a označava kontrolni meridijanski protočni presek na ulazu u radno kolo (sl.5.6 i sl.5.7), dok je ugaona brzina $\omega = 1490 [\text{min}^{-1}] \cdot \pi/30 = 156,03 \text{ rad/s}$.

U slučaju razmatrane centrifugalne pumpe, protočni presek $f-f$ se nalazi na poluprečniku $r=111 \text{ mm}$, dok presek $a-a$ ima promenljive vrednosti koordinata r i z .

Na sl.5.7 prikazan je grafik promene jediničnog rada elementarnih stupnjeva, y_k , kao i vrednosti jediničnih radova elementarnih stupnjeva (preseka od I do IX) i u kojoj meri odstupaju od jediničnog rada kola centrifugalne pumpe.

Može se zapaziti da jedinični jedinični radovi elementarnih stupnjeva nisu jednaki u svim presecima, iako je to uobičajena pretpostavka pri projektovanju turbomašina.

U presecima I, II i III jedinični radovi elementarnih stupnjeva su približno jednaki, ali manji oko 15% od jediničnog rada kola pumpe. Zatim se u preseku IV jedinični rad elementarnog stupnja povećava, da bi u presecima V, VI i VII imalo vrednosti približne projektovanim vrednostima (tj. vrednostima jediničnog rada kola pumpe, Y_k). I, konačno, u preseku VII i IX dolazi do skoka vrednosti jediničnog rada elementarnih stupnjeva, da bi u preseku IX on imao 35% veću vrednost od vrednosti jediničnog rada kola pumpe.



SI.5.8 Meridijanske linije strujnica osrednjenog strujanja, meridijanski tragovi kontrolnih osnosimetričnih protočnih preseka i raspodela y_k na izlazu iz radnog kola pumpe (u preseku f-f)

5.3.3. Moment i snaga kola

Određivanje momenta radnog kola centrifugalne pumpe izračunava se pomoću izraza (4.34), odn. (4.34'), koji se, primenom trapezne metode integracije, svodi na oblik:

$$M_k(1,2) = \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (g_j^{(1,2)} + g_{j-1}^{(1,2)}) (r_j^{(1,2)} - r_{j-1}^{(1,2)}) - \pi\rho \sum_{j=1}^{n_{1,2}} (G_j^{(1,2)} + G_{j-1}^{(1,2)}) (z_j^{(1,2)} - z_{j-1}^{(1,2)}),$$

pri čemu su $j=0,1,2,\dots,n$ tačke osrednjavanja strujnih parametara na meridijanskim tragovima kontrolnih preseka L_1 i L_2 , (kako je objašnjeno u poglavlju 4.4.2.2), a funkcije g_j i G_j se dobijaju iz izraza:

$$g_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_z = g_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \text{ i } G_j^{(1,2)} = r^2 \tilde{c}_u \tilde{c}_r = G_j^{(1,2)}(z_j^{(1,2)}, r_j^{(1,2)}) \quad (j=0,1,2,\dots,n_{1,2}).$$

U tabeli XVI prikazane su vrednosti momenta kola u presecima a - a , na ulazu u radno kolo, i f - f , na izlazu iz radnog kola, razmatrane centrifugalne pumpe.

TABELA XVI

a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
c_z	0.534739	0.983652	1.455598	1.720422	1.424501	1.380146	3.810457	7.589243	9.357705
c_r	0.380257	0.247273	0.213514	0.143846	0.072472	0.086141	0.119343	0.034498	0.002296
c_u	0.046882	0.004911	0.001135	-0.007687	-0.008826	-0.015725	-0.030125	-0.001713	0.178982
r	0.015268	0.018408	0.022177	0.028152	0.034295	0.040516	0.046795	0.051005	0.054811
z	0.007550	0.005431	0.003537	0.001438	-0.000113	-0.001282	-0.002116	-0.002450	-0.002569
g_j	0.000006	0.000002	0.000001	-0.000010	-0.000015	-0.000036	-0.000251	-0.000034	0.005032
G_j	0.000004	0.000000	0.000000	-0.000001	-0.000001	-0.000002	-0.000008	0.000000	0.000001
M_j	0.000000	0.000074	0.000029	-0.000182	-0.000488	-0.000985	-0.005661	-0.003772	0.059767
N_j	0.000000	-0.000030	-0.000003	0.000005	0.000008	0.000011	0.000026	0.000008	0.000000
M_{cj}	0.000000	0.000104	0.000136	-0.000050	-0.000546	-0.001542	-0.007230	-0.011010	0.048758
f	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
c_z	0.002428	0.058381	0.101111	0.092343	0.043340	0.008264	-0.008202	-0.009404	0.009248
c_r	1.022968	1.116346	1.254608	1.515819	1.814136	2.074144	2.291477	2.422800	2.519188
c_u	9.374477	9.169782	8.966248	8.662848	8.246883	7.743601	7.390988	7.345410	7.420108
r	0.123809	0.123802	0.123814	0.123830	0.123822	0.123823	0.123816	0.123816	0.123814
z	0.049780	0.047800	0.045600	0.042300	0.039000	0.035700	0.032400	0.030200	0.028220
g_j	0.000349	0.008205	0.013898	0.012266	0.005480	0.000981	-0.000929	-0.001059	0.001052
G_j	0.146999	0.156897	0.172448	0.201355	0.229381	0.246255	0.259642	0.272827	0.286556
M_j	0.000000	-0.000192	0.000816	0.001353	-0.000444	0.000017	-0.000001	0.000003	0.000000
N_j	0.000000	-1.890340	-2.276265	-3.875304	-4.465549	-4.931039	-5.244763	-3.680161	-3.479560
M_{cj}	0.000000	1.890148	4.167229	8.043887	12.508992	17.440048	22.684810	26.364974	29.844534

Ukupni moment kola može se izračunati kao razlika momenata dobijenih u preseku IX na protočnih površina $a-a$ i $f-f$, i iznosi:

$$M_k = 29,785 \text{ Nm} .$$

Moment kola dobijen numeričkom simulacijom, za razmatrani režim rada pumpe je $M_{k,num} = 28,3 \text{ Nm}$. Upoređujući ove dve vrednosti dobija se da odstupanje izračunatog momenta kola, dobijenog osrednjavanjem strujnih parametara po kružnoj koordinati, u odnosu na vrednost dobijenu numeričkim simulacijama strujanja iznosi 5%.

Snaga kola pumpe se može dobiti korišćenjem jednačine:

$$P_k = \omega M_k = 4647,4 \text{ W} ,$$

gde je ugaona brzina $\omega = 1490 [\text{min}^{-1}] \cdot \pi/30 = 156,03 \text{ rad/s}$.

Jedinični rad kola pumpe može se izračunati iz izraza:

$$Y_k = \frac{P_k}{\dot{m}} = \frac{4647,4}{30} = 154,9 \text{ J/kg} .$$

5.3.4. Protok osrednjene mehaničke energije strujanja kroz kontrolne osnosimetrične protočne površine na ulazu i izlazu iz radnog prostora obrtnog kola centrifugalne pumpe.

Numeričkim simulacijama strujanja dobijena vrednost napora pumpe, za nominalni radni režim pri broju obrtanja radnog kola centrifugalne pumpe $n = 1490 \text{ min}^{-1}$, je $H = 15 \text{ m}$, odnosno $Y = gH = 147 \text{ J/kg}$.

Rezultati protoka osrednjene mehaničke energije strujanja kroz osnosimetrične protočne površine, na ulazu (presek $a-a$) i izlazu (presek $f-f$) iz radnog prostora obrtnog kola dijagonalne pumpe, predstavljeni su u tabeli XVI.

S obzirom dobijene vrednosti u poslednjem preseku IX tabele XVI, jedinični rad, u radnom prostoru obrtnog kola od kontrolnog preseka $a-a$ do izlanog kontrolnog preseka $f-f$ ($\Delta \tilde{e}_{a-f}$) izračunava se korišćenjem formule (4.39), date u poglavlju 4:

$$\Delta \tilde{e}_{a-f} = \frac{I}{\dot{m}} \left(\left(\dot{\tilde{E}} \right)_f - \left(\dot{\tilde{E}} \right)_a \right) = 140,8 \text{ J/kg} ,$$

gde je maseni protok u razmatranom režimu strujanja pumpe $\dot{m} = \rho \cdot Q = 30 \text{ kg/s}$.

TABELA XVII

a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
c_z	0.534739	0.983652	1.455598	1.720422	1.424501	1.380146	3.810457	7.589243	9.357705
c_r	0.380257	0.247273	0.213514	0.143846	0.072472	0.086141	0.119343	0.034498	0.002296
p_{lm}	23400.583	25023.256	27285.748	31112.971	35162.789	40736.114	53825.481	79666.635	97350.796
r	0.015268	0.018408	0.022177	0.028152	0.034295	0.040516	0.046795	0.051005	0.054811
z	0.007550	0.005431	0.003537	0.001438	-0.000113	-0.001282	-0.002116	-0.002450	-0.002569
f_j^*	191.045	453.103	880.788	1506.928	1717.817	2277.872	9597.618	30837.996	49931.997
F_j^*	135.854	113.902	129.198	125.995	87.395	142.173	300.596	140.180	12.251
a_j^*	0.000	6.356	15.791	44.827	62.229	78.089	234.259	534.796	965.880
b_j^*	0.000	-1.662	-1.446	-1.683	-1.040	-0.843	-1.160	-0.463	-0.057
E_j	0.000	8.018	25.256	71.766	135.035	213.966	449.386	984.645	1950.582

f	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
c_z	0.002428	0.058381	0.101111	0.092343	0.043340	0.008264	-0.008202	-0.009404	0.009248
c_r	1.022968	1.116346	1.254608	1.515819	1.814136	2.074144	2.291477	2.422800	2.519188
p_{lm}	191048.857	193200.259	195410.256	198845.576	203658.020	209586.678	214005.399	214686.754	214007.104
r	0.123807	0.123807	0.123792	0.123800	0.123787	0.123798	0.123799	0.123803	0.123812
z	0.049780	0.047800	0.045600	0.042300	0.039000	0.035700	0.032400	0.030200	0.028220
f_j^*	57.420	1396.454	2445.889	2273.208	1092.607	214.427	-217.298	-249.943	245.036
F_j^*	24196.507	26702.465	30349.213	37314.996	45734.588	53816.442	60709.587	64395.121	66749.905
a_j^*	0.000	-0.002	-0.181	0.119	-0.141	0.046	0.000	-0.005	0.000
b_j^*	0.000	-316.609	-394.313	-701.492	-860.996	-1032.070	-1187.321	-864.662	-815.769
E_j	0.000	316.607	710.739	1412.350	2273.205	3305.321	4492.642	5357.299	6173.067

6. ZAKLJUČAK

Hidrauličke turbomašine i niskopritisni ventilatori (koji u svom proračunu mogu zanemariti promenu gustine radnog fluida, bilo da je reč o tečnosti ili gasu) spadaju u jedne od najkorišćenijih mašina u ljudskoj praksi. Smatra se da se samo na rad ventilatora u svetu potroši oko 10% ukupne električne energije. Danas je nezamislivo izvođenje mnogih električnih mašina i uređaja, koji u svom sastravu ne sadrže ventilator kao rashladni uređaj (tzv. "cooler") koji obezbeđuje mašinu od pregrevanja. Kada je reč o turbopumpama, treba naglasiti njihovu primenu u vodoprivredi (vodosnabdevanju), različitim proizvodnim delatnostima, energetici i procesnoj tehnici, poljoprivredi, itd. Ove mašine mogu raditi samostalno, ili kao deo većih sistema (kao što su termoelektrane, vodovodni sistemi i slično), pri čemu veoma utiču na energetska efikasnost sistema u čijem se sastavu nalaze.

Ventilatora, kao i pumpi ima u velikom rasponu snaga i gabarita. Zbog njihovog izuzetnog značaja i ogromne primene, od velikog je značaja projektovati ih tako da rade u projektovanom (željenom) režimu rada, odnosno da ostvaruju što veći stepen korisnosti. Iz tog razloga, optimalni dizajn bilo koje turbomašine utiče pozitivno, kako na energetska efikasnost i iskorišćenost same mašine, tako i na energetska efikasnost sistema, u čijem sastavu turbomašina radi.

Zbog kompleksne geometrije i proračunske procedure, koja je delom zasnovana na empirijskim podacima, procedura projektovanja turbomašine obično zahteva kreiranje nekoliko modela turbomašine, kako bi se izvršila laboratorijska ispitivanja dobijenih radnih parametara. Ovaj pristup je skup i zahteva mnogo vremena da se testira model mašine nakon svake veće korekcije. U ovom radu je prikazan drugačiji pristup projektovanja, zasnovan na rezultatima dobijenih numeričkim simulacijama strujanja, čime se smanjuje vreme kao i cena modelskog ispitivanja, a kako bi se uticalo na energetska efikasnost projektovane turbomašine.

Numeričkim simulacijama strujanja novoprotovane hidrauličke turbomašine, korišćenjem softverskog paketa Ansys CFX, ili nekog drugog, konstruktor mašine može preliminarno da, pre izrade modela ili prototipa novoprotovane mašine, oceni kvalitet

konstrukcije. Osim numeričkog određivanja režima rada, kada se za zadati protok određuje jedinični rad, odnosno napor ili porast pritiska u radnom kolu turbomašine, mogu se takođe odrediti i svi strujni parametri u različitim diskretnim tačkama obrtnog kola turbomašine. Ovako, numerički dobijeni podaci o praktično svim strujnim parametrima pri radu turbomašine, vrlo je teško (i u posebnim uslovima) odrediti pomoću eksperimentalnih ispitivanja turbomašine. Ne samo da su eksperimentalna ispitivanja tog ranga veoma komplikovana, bilo da je u pitanju vremenski, finansijski i kriterijum vezan za ljudske resurse, već ona zahtevaju i posebne uslove standardizovanih ispitivanja. Eksperimentalna ispitivanja, koja bi nam dala mnogo više podataka od upbičajenog određivanja radne karakteristike su toliko skupa da su, osim u posebnim uslovima istraživačkog i razvojnog rada, praktično neisplativa. Tu na scenu danas dolaze CFD metode, kojima se strujanje u turbomašinama numerički simulira, na osnovu opsežne metodologije (prikazane u poglavlju 2 rada). Sa razvojem numeričkih (CFD) metoda i kompjuterske opreme paralelno, danas je upotreba numeričkih simulacija strujanja u trubomašinama višestruko opravdana i korisna.

Ideja ovog rada je proizašla iz pitanja kako iskoristiti numerički dobijene podatke u toku samog procesa projektovanja turbomašine, kako bi se izbegla uobičajena procedura pravljenja modela i prototipa i njihove naknadne korekcije. Na taj način bi se značajno smanjili troškovi i vreme projektovanja turbomašine. Naravno, kako je u radu objašnjeno, treba voditi računa o tačnosti i pouzdanosti numeričkih simulacija strujanja. U tu svrhu se vrši validacija dobijenih rezultata, kada se upoređivanjem radne karakteristike turbomašine utvrđuje da ona ne odstupa značajno (maksimalno do 5%) u odnosi na radnu karakteristiku dobijenu laboratorijskim merenjima. Nakon validacije rezultata radne karakteristike turbomašine, može se sa velikom verovatnoćom smatrati da svi strujni parametri dobijeni numeričkom simulacijom strujanja u zadatom geometrijskom domenu, pokazuju dobru saglasnost sa realnim stanjem.

Tako dobijeni strujni parametri u radnom prostoru turbomašine se dalje mogu koristiti u analizi rada same turbomašine. Ipak, rezultati numeričke simulacije strujanja, tj. dobijeni strujni parametri u strujnom prostoru turbomašine sami po sebi ne omogućavaju konstruktoru da uporedi osnosimetrične strujne površine koje je, kao elementarne stupnjeve, usvojio pri profilisanju lopatica radnog kola i uporedi usvojene jedinične radove elementarnih stupnjeva. Odgovor na ova, za konstruktora turbomašine vrlo važna pitanja, mogu se dobiti tek daljim osrednjavanjem numerički simuliranih strujnih parametara po kružnoj koordinati i prema njima određenim strujnim površinama, dobijenim korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta (kako je pokazano u poglavlju 4). U radu je prikazana metodologija

osrednjavanja po kružnoj koordinati prikazana na primerima nekoliko različitih turbomašina (osnog ventilatora, kao i dijagonalne i radijalne pumpe).

Kako je ranije bilo reči (u uvodnom poglavlju rada), projektovanje i proračun turbomašina prati niz uprošćavanja, s obzirom na izrazitu složenost geomerije radnog prostora turbomašine i prostornu zakrivljenost lopatica radnog kola. Neke od uobičajenih pretpostavki su da je strujanje u radnom kolu osnosimetrično strujanje nestišljivog fluida, i prema tome se strujanje posmatra u nizu osnosimetričnih strujnih površina, koje se drugačije nazivaju i elementarnim radovima turbomašine. Korišćenje modela osnosimetričnog strujanja, koji odgovara profilnim rešetkama turbomašina sa beskonačnim brojem beskrajno tankih lopatica, uobičajeno se u praksi koristi pri određivanju lopatičnih profila radnog kola i sprovednog aparata turbomašine.

Da bi se odredilo u kojoj meri se definisane strujne površine poklapaju sa realnim strujnim površinama, potrebno je odrediti fiktivno strujno kolo sa beskonačnim brojem neizmerno tankih lopatica koje izaziva isto strujno skretanje kao i projektovano realno kolo. To se postiže osrednjavanjem brzina strujanja i ostalih strujnih parametara po kružnoj koordinati i , u prvoj iteraciji, korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta, mogu se dobiti preliminarne osrednjene osnosimetrične strujne površine.

Dakle, na osnovu rezultata numeričke simulacije strujanja u međulopatičnim kanalima turbomašine, prikazanom procedurom i korišćenjem jednačina datim u poglavlju 4 (pre svega integralne jednačine strujanja, i , u cilju potpunog određivanja parametra fiktivnog radnog kola sa beskonačnim brojem vrlo tankih lopatica koje prikazuju traženo strujno skretanje u radnom kolu turbomašine, korišćene jednačine strujanja), moguće je odrediti osrednjene strujne parametre, a zatim odrediti i geometrijske parametre osrednjenih strujnih površina i uporediti ih sa strujnim površinama korišćenim pri profilisanju lopatica turbomašine. U kojoj meri se ove površine poklapaju, pokazuje i u kojoj meri je projektovano radno kolo odgovorilo željama konstruktora, i u skladu sa dobijenim osrednjenim strujnim površinama (koje predstavljaju njihove porjeksije u vidu osrednjenih osnosimetričnih strujnih linija) mogu se izvršiti korekcije još u fazi projektovanja, ne čekajući ispitivanje rada modela i prototipa projektovane mašine.

Prema napred rečenom, za inženjersku praksu važno je određivanje meridijanskih strujnica korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta za osrednjene strujne parametre, kako bi konstruktor turbomašine mogao ove osrednjene meridijanske strujnice da uporedi sa prethodno, u toku projektovanja usvojenim meridijanskim strujnicama (odnosno, meridijanskim tragovima osnosimetričnih strujnih površina).

Dalji značaj ovakvog pristupa projektovanju turbomašina ogleda se i u daljoj mogućnosti određivanja raspored jediničnih radova po dobijenim osrednjenim meridijanskim strujnicama. Na ovaj način konstruktor može uporediti jedinične radove svih definisanih elementarnih stupnjeva sa jediničnim radovima koje je usvojio pri profilisanju lopatica turbomašine. Treba imati u vidu da je određivanje jediničnih radova elementarnih stupnjeva radnog kola značajan pokazatelj u kojoj meri projektovano radno kolo odgovara zadatim prametrima turbomašine. Uobičajena pretpostavka pri konstruisanju turbomašina, odnosno pri određivanju geometrije lopatica projektovane turbomašine, je da su svi elementarni stupnjevi u radnom kolu turbomašine isti. Kako je prikazano u ovom radu, u primerima koji su dati u poglavlju 5, pokazano je da je u praksi ovakva pretpostavka manje ili više zadovoljena u realnom radu projektovanog radnog kola. Na predstavljenim dijagramima jasno se može videti u kojoj meri je održana jednakost zadatah jednakih jediničnih radova elementarnih stupnjeva, i u kojim presecima dobijenih osnosimetričnih strujnih po vršina dolazi do odstupanja od ovog projektnog zahteva.

Konačno, u radu je (u poglavlju 4) data i procedura sa konkretnim algoritmima za određivanje geometrijskih parametara fiktivnog radnog kola sa beskonačnim brojem lopatica i određivanje meridijanskih strujnica u njemu. Prikazan je iterativni postupak određivanja geometrijskih i strujnih parametara fiktivnog radnog kola sa beskonačnim brojem tankih lopatica, koji u potpunosti odgovara projektovanom strujnom skretanju u njemu. Rešavanje osrednjene jednačine strujanja (tj. osrednjenih meridijanskih strujnica fiktivnog radnog kola) je iterativni postupak, pri čemu se u prvom iterativnom koraku rešavanja ovog zadatka osrednjene meridijanske strujnice dobijaju korišćenjem integralne jednačine kontinuiteta. U radu su dati algoritmi određivanja osrednjenih meridijanskih strujnica ($\tilde{\psi}_m = const.$) u lopatičnom prostoru obrtnog kola, kao i u bezlopatičnim delovima turbomašina (ispred i iza lopatičnog prostora).

Treba napomenuti, da je za konstruktora turbomašine od manje bitnog značaja koje fiktivno radno kolo daje željeno strujno skretanje, tako da se ova razmatranja u radu daju samo teorijski.

Značaj opisane procedure projektovanja predstavlja važan pomak u metodologiji projektovanja turbomašina, koji je vidljiv s obzirom na uštedu vremena, finansijskih i ljudskih resursa u postupku projektovanja i izrade turbomašina.

U fazi projektovanja, pa sve do izrade prototipa turbomašine, a korišćenjem rezultata dobijenih numeričkom simulacijom strujanja u turbomašinama, moguće je izvršiti korekciju

rezultata dobijenih uobičajenom metodologijom projektovanja, koja se zasniva na pomenutim pretpostavkama i uprošćavanjima, a imajući u vidu da je preračunavanje geometrije radnog kola turbomašina u velikoj meri spregnt sa empirijski dobijenim podacima.

Sa razvojem CFD metodologije, softvera i prakse, i sa paralelnim razvojem raspoloživih kompjuterskih resursa, brzine njihovih procesorskih jedinica i memorijskih kapaciteta, savremena praksa će se sve više oslanjati na rezultate dobijene numeričkim simulacijama strujanja.

Kako je eksperimentalno ispitivanje turbomašina ograničeno na specijalizovane institucije koje raspolažu dobro opremljenim laboratorijama i skupom mernom opremom koja zahteva timski rad više obučених istraživača, sve više će se, iz razloga višestruke ekonomičnosti, projektanti okretati ka svojevrsnim numeričkim eksperimentima, proširujući primenu rezultata numeričkih simulacija i uvodeći ih u protokole projektovanja.

7. PRILOG

TABELARNI PRIKAZ REZULTATA STRUJNIH PARAMETARA DOBIJENIH NUMERIČKOM SIMULACIJOM STRUJANJA

U ovom poglavlju su prikazani rezultati osrednjavanja numerički određenih radnih parametara razmatranih turbomašina.

Svi primeri su predhodno prikazani u poglavlju 3, gde je dat detaljniji prikaz konstrukcija turbomašina koje su analizirane u radu.

Prema istom redosledu kao i u poglavlju 3, razmatrane su sledeće turbomašine:

- I) niskopritisni reverzibilni osni ventilatora
- II) osna pumpa
- III) centrifugalna pumpa

Prikazane su vrednosti radnih parametara u po deset tačaka svakog od definisanih prečnika u radnom kolu hidrauličkih turbomašina i niskopritisnog ventilatora.

Pored lokacije tačke u prostoru, definisane koordinatama Dekartovog pravouglog koordinatnog sistema (x, y, z) , odnosno koordinatama cilindričnog koordinatnog sistema (r, φ, z) , takođe su prikazane vrednosti strujnog (statičkog) i totalnog pritiska, kao i vrednosti svih komponenti brzina u obrtnom kolu.

Nakon izvršene numeričke simulacije strujanja u radnom kolu izvršeno je osrednjavanje dobijenih strujnih parametara po kružnoj koordinati, za prikazanih deset tačaka u svakom preseku (koji predstavlja kružni luk). Dobijene vrednosti osrednjavanja po ugaonoj koordinati date su ispod kolone u kojoj su prikazane vrednosti promenljivih u diskretnim tačkama.

Takođe je, radi poređenja, izvršeno i numeričko osrednjavanje dobijenih parametara po kružnom luku (za prosečno 1000 tačaka), označeno iznad kolona kao *cfx*.

Pokazuje se da je, u tehničkoj praksi, za svaki presek dovoljno imati 10 tačaka (≥ 10), kako bi vrednosti osrednjenih strujnih parametara po kružnoj koordinati imajle zadovoljavajuću tačnost osrednjenih veličina.

7.1. PRIMER I - NISKOPRITISNI OSNI REVERZIBILNI VENTILATOR SA NEPROFILISANIM LOPATICAMA RADNOG KOLA

7.1.1. Osrednjeni radni parametri u tačkama razmatranih preseka

		Presek 0			Span 0.0001	R=0.150 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
cfx					101217.000		101316.000	24.623	12.802	21.008	12.847	-1.065	12.802	0.001
a	1	0.114	-0.098	-0.100	101191.773	1.700	101306.383	24.528	13.791	20.285	13.906	-1.788	13.791	0.029
	2	0.123	-0.085	-0.100	101198.820	7.706	101316.031	25.393	14.035	21.164	14.065	-0.911	14.035	-0.004
	3	0.132	-0.071	-0.100	101213.391	14.312	101317.953	24.906	13.247	21.093	13.283	-0.981	13.247	0.024
	4	0.140	-0.055	-0.100	101229.586	20.919	101317.773	24.260	12.151	20.999	12.198	-1.074	12.151	0.010
	5	0.145	-0.039	-0.100	101243.406	27.526	101317.547	23.654	11.120	20.877	11.184	-1.195	11.120	0.000
	6	0.148	-0.022	-0.100	101247.516	34.132	101318.547	23.670	10.897	21.012	10.948	-1.060	10.897	0.003
	7	0.150	-0.004	-0.100	101233.719	40.739	101318.789	24.363	11.951	21.231	11.981	-0.842	11.951	0.002
	8	0.149	0.013	-0.100	101208.711	47.346	101315.883	25.052	13.417	21.157	13.448	-0.916	13.417	-0.002
	9	0.147	0.030	-0.100	101191.938	53.952	101313.063	25.402	14.259	21.025	14.298	-1.050	14.259	-0.028
	10	0.142	0.048	-0.100	101190.984	61.159	101307.672	24.746	13.937	20.449	14.031	-1.625	13.937	0.005
					101216.759		101315.731	24.621	12.817	20.996	12.865	-1.078	12.817	0.001
					0.000		0.000	0.009	-0.119	0.060	-0.133	-1.174	-0.119	23.812
					101212.000		101296.000	16.908	8.786	14.337	11.828	-7.736	8.786	0.002
a'	1	0.122	-0.087	-0.075	101215.664	7.000	101316.844	16.798	9.914	13.561	13.066	-8.512	9.914	-0.016
	2	0.131	-0.074	-0.075	101240.727	13.026	101336.008	16.198	9.190	13.339	12.678	-8.734	9.190	-0.004
	3	0.138	-0.058	-0.075	101265.813	19.655	101352.797	15.491	8.191	13.150	12.113	-8.924	8.191	0.010
	4	0.144	-0.042	-0.075	101284.133	26.283	101360.453	14.735	6.864	13.039	11.346	-9.034	6.864	0.004
	5	0.148	-0.025	-0.075	101274.102	32.912	101329.891	15.075	5.460	14.052	9.703	-8.021	5.460	0.005
	6	0.150	-0.007	-0.075	101174.156	39.541	101215.055	18.259	6.596	17.026	8.305	-5.046	6.596	0.003
	7	0.150	0.010	-0.075	101119.180	46.169	101206.828	19.247	10.582	16.077	12.163	-5.996	10.582	-0.003
	8	0.148	0.027	-0.075	101151.461	52.798	101258.117	18.498	11.214	14.712	13.414	-7.361	11.214	0.008
	9	0.143	0.044	-0.075	101182.977	59.426	101289.906	17.655	10.741	14.012	13.429	-8.061	10.741	-0.001
	10	0.137	0.062	-0.075	101214.195	66.658	101315.664	16.861	9.969	13.598	13.084	-8.474	9.969	-0.013
					101210.249		101294.974	16.934	8.817	14.346	11.838	-7.727	8.817	0.000
					0.002		0.001	-0.154	-0.351	-0.061	-0.088	0.117	-0.351	2337.2
					101249.000		101400.000	13.041	8.015	9.495	15.690	-12.580	8.242	0.001
b	1	0.129	-0.076	-0.051	101264.313	12.003	101387.602	13.865	8.845	10.678	14.425	-11.395	8.845	-0.004
	2	0.136	-0.063	-0.051	101295.133	17.432	101412.422	13.190	7.990	10.495	14.067	-11.578	7.990	-0.002
	3	0.144	-0.041	-0.051	101352.922	26.486	101467.219	10.890	5.577	9.354	13.888	-12.719	5.577	0.003
	4	0.148	-0.026	-0.051	101418.141	32.522	101556.539	7.266	2.145	6.942	15.281	-15.130	2.145	0.004
g	5	0.150	-0.010	-0.051	101580.367	38.320	101867.531	0.089	0.044	0.077	21.994	-21.994	0.044	-0.001
l	6	0.150	0.004	-0.051	100923.813	43.991	101119.531	14.714	12.032	8.470	18.160	-13.602	12.032	-0.024
	7	0.148	0.021	-0.051	101086.852	50.631	101250.875	16.626	12.442	11.028	16.637	-11.044	12.442	0.002
	8	0.145	0.037	-0.051	101160.391	56.667	101311.883	16.073	11.627	11.098	15.988	-10.975	11.627	-0.001
	9	0.138	0.059	-0.051	101227.539	65.721	101359.047	14.902	10.009	11.041	14.895	-11.032	10.009	0.001
	10	0.131	0.074	-0.051	101262.906	71.757	101386.266	13.964	8.927	10.738	14.427	-11.335	8.927	-0.004
					101250.146		101405.330	12.733	8.242	9.510	15.574	-12.563	8.242	-0.001
					-0.001		-0.005	2.416	-2.752	-0.158	0.747	0.134	-0.004	-190.0
					101325.000		101518.000	11.253	8.860	6.678	17.935	-15.396	8.860	0.011
c	1	0.137	-0.061	-0.026	101332.461	18.500	101489.570	11.241	8.004	7.893	16.283	-14.180	8.004	-0.001
	2	0.145	-0.040	-0.026	101388.773	26.950	101560.750	9.335	6.761	6.437	17.034	-15.636	6.761	0.001
	3	0.148	-0.025	-0.026	101430.703	32.986	101646.203	7.646	6.439	4.122	19.070	-17.950	6.439	0.000
	4	0.150	-0.009	-0.026	101448.172	39.023	101745.836	8.810	8.695	1.419	22.409	-20.653	8.695	0.004
g	5	0.150	0.007	-0.026	101458.727	45.059	101643.797	11.178	8.877	6.793	17.670	-15.279	8.877	0.001
l	6	0.148	0.023	-0.026	101144.156	51.095	101344.211	8.520	6.876	5.032	18.375	-17.040	6.876	0.024
	7	0.145	0.038	-0.026	101190.703	57.131	101370.203	9.646	7.314	6.289	17.396	-15.783	7.314	0.009
	8	0.140	0.053	-0.026	101234.328	63.167	101414.063	13.450	10.612	8.264	17.416	-13.809	10.612	0.000
	9	0.130	0.075	-0.026	101293.656	72.221	101454.078	12.375	9.112	8.373	16.453	-13.700	9.112	0.001
	10	0.122	0.088	-0.026	101330.938	78.257	101488.086	11.270	8.032	7.905	16.285	-14.167	8.032	-0.002
					101320.828		101510.338	10.442	8.170	6.263	17.889	-15.810	8.170	0.003
					0.004		0.008	7.763	8.447	6.620	0.258	-2.615	8.452	292.7

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _r	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					101363.000		101579.000	10.585	9.014	5.428	19.027	-16.645	9.014	0.001
d	1	0.144	-0.042	0.000	101386.750	26.000	101587.039	9.517	7.815	5.431	18.385	-16.642	7.815	0.000
	2	0.149	-0.021	0.000	101415.883	34.408	101641.219	9.039	7.965	4.273	19.500	-17.800	7.965	0.000
	3	0.150	-0.005	0.000	101423.945	40.414	101672.211	9.335	8.647	3.519	20.469	-18.554	8.647	-0.001
	4	0.150	0.011	0.000	101423.094	46.420	101709.859	12.909	12.322	3.848	21.999	-18.224	12.322	-0.003
g	5	0.148	0.026	0.000	101423.359	52.426	101607.891	10.662	8.407	6.558	17.645	-15.514	8.407	0.007
l	6	0.144	0.041	0.000	101244.102	58.432	101449.547	7.739	6.269	4.538	18.621	-17.534	6.269	0.012
	7	0.139	0.056	0.000	101273.531	64.438	101454.797	9.876	7.536	6.383	17.406	-15.690	7.536	0.001
	8	0.132	0.071	0.000	101305.008	70.444	101511.516	11.473	9.702	6.124	18.668	-15.949	9.702	-0.001
	9	0.124	0.084	0.000	101339.867	76.450	101535.117	10.841	8.869	6.235	18.151	-15.838	8.869	0.000
	10	0.110	0.102	0.000	101384.414	85.459	101583.953	9.523	7.801	5.462	18.351	-16.611	7.801	-0.001
					101360.802		101573.493	10.224	8.709	5.196	19.033	-16.877	8.709	0.001
					0.002		0.005	3.531	3.497	4.470	-0.035	-1.375	3.497	130.6
					101385.000		101607.000	10.346	9.001	5.034	19.366	-17.040	9.001	0.007
e	1	0.148	-0.025	0.026	101405.750	32.800	101623.445	9.344	8.081	4.691	19.168	-17.381	8.081	-0.002
	2	0.150	-0.003	0.026	101411.305	41.236	101639.305	9.842	8.746	4.515	19.615	-17.559	8.746	-0.001
	3	0.149	0.013	0.026	101408.250	47.262	101645.008	10.384	9.394	4.427	19.990	-17.645	9.394	0.001
	4	0.147	0.030	0.026	101403.172	53.891	101645.297	13.625	12.240	5.985	20.214	-16.087	12.240	-0.005
g	5	0.143	0.045	0.026	101394.273	59.888	101590.406	9.007	7.226	5.377	18.193	-16.697	7.226	0.041
l	6	0.138	0.060	0.026	101316.383	65.943	101523.070	8.113	6.661	4.632	18.669	-17.440	6.661	0.010
	7	0.131	0.073	0.026	101334.477	71.367	101523.055	9.814	7.759	6.009	17.839	-16.063	7.759	-0.001
	8	0.123	0.086	0.026	101359.906	77.393	101599.680	10.091	9.186	4.177	20.115	-17.895	9.186	-0.001
	9	0.111	0.101	0.026	101389.297	84.624	101606.852	9.462	8.185	4.747	19.161	-17.326	8.185	0.000
	10	0.096	0.115	0.026	101405.281	92.458	101622.656	9.349	8.078	4.705	19.154	-17.367	8.078	-0.002
					101382.788		101602.236	10.116	8.812	4.910	19.342	-17.163	8.812	0.002
					0.002		0.005	2.266	2.144	2.526	0.123	-0.715	2.146	349.8
					101393.000		101608.000	10.123	8.493	5.314	19.025	-16.761	8.568	0.022
f	1	0.150	-0.009	0.051	101406.445	39.000	101615.859	9.769	8.275	5.192	18.800	-16.881	8.275	0.006
	2	0.149	0.013	0.051	101401.484	47.408	101613.234	10.408	8.900	5.395	18.903	-16.678	8.900	0.001
	3	0.146	0.036	0.051	101387.469	56.417	101614.047	12.346	10.883	5.829	19.552	-16.244	10.883	0.002
	4	0.141	0.051	0.051	101370.586	62.423	101561.422	14.174	11.496	8.291	17.946	-13.781	11.496	-0.005
g	5	0.136	0.063	0.051	101331.672	67.191	101517.633	11.742	9.386	7.052	17.716	-15.024	9.388	0.165
l	6	0.130	0.076	0.051	101381.609	72.712	101685.578	1.686	-1.603	-0.523	22.650	-22.594	1.603	-0.002
	7	0.123	0.086	0.051	101400.203	77.438	101597.758	7.033	5.297	4.627	18.231	-17.445	5.297	0.001
	8	0.113	0.099	0.051	101403.039	83.444	101643.438	9.002	8.214	3.683	20.141	-18.391	8.214	-0.002
	9	0.102	0.110	0.051	101406.484	89.450	101617.953	9.525	8.103	5.008	18.890	-17.066	8.103	-0.004
	10	0.084	0.124	0.051	101406.578	98.459	101615.594	9.830	8.320	5.235	18.781	-16.839	8.320	0.001
					101391.280		101609.178	10.017	8.354	5.209	19.061	-16.865	8.494	0.007
					0.002		-0.001	1.059	1.666	2.019	-0.185	-0.613	0.866	207.3
					101404.000		101568.000	11.122	7.704	7.613	16.408	-14.460	7.704	-0.002
g'	1	0.150	0.005	0.075	101401.305	44.200	101598.656	10.215	8.371	5.855	18.250	-16.217	8.371	0.001
	2	0.149	0.020	0.075	101397.938	50.236	101594.844	10.420	8.541	5.968	18.229	-16.105	8.541	0.000
	3	0.145	0.038	0.075	101393.383	56.876	101583.875	10.630	8.552	6.314	17.930	-15.759	8.552	-0.004
	4	0.140	0.054	0.075	101387.984	63.515	101577.836	11.652	9.423	6.854	17.899	-15.218	9.423	0.007
	5	0.133	0.070	0.075	101403.008	70.155	101556.625	12.028	8.569	8.440	16.101	-13.632	8.569	-0.002
	6	0.124	0.085	0.075	101427.453	76.795	101559.148	11.557	7.217	9.027	14.909	-13.045	7.217	-0.008
	7	0.113	0.098	0.075	101399.375	83.434	101449.219	14.210	3.744	13.708	9.164	-8.365	3.744	-0.010
	8	0.101	0.111	0.075	101414.977	90.074	101599.922	8.482	6.363	5.609	17.650	-16.465	6.363	0.011
	9	0.088	0.122	0.075	101405.992	96.714	101600.836	10.326	8.400	6.007	18.130	-16.070	8.400	-0.001
	10	0.071	0.132	0.075	101401.445	103.96	101598.766	10.203	8.359	5.850	18.249	-16.222	8.359	0.001
					101403.793		101569.642	10.965	7.659	7.381	16.594	-14.692	7.659	0.000
					0.000		-0.002	1.433	0.584	3.145	-1.121	-1.580	0.584	1123.4
					101401.000		101567.000	11.403	8.230	7.671	16.606	-14.402	8.230	0.003
g	1	0.149	0.019	0.100	101399.898	49.500	101596.563	10.109	8.257	5.833	18.218	-16.240	8.257	-0.004
	2	0.146	0.034	0.100	101402.211	55.506	101590.336	10.261	8.153	6.232	17.816	-15.843	8.153	0.012
	3	0.141	0.051	0.100	101399.227	62.113	101581.219	10.225	7.937	6.446	17.526	-15.626	7.937	0.000
	4	0.134	0.067	0.100	101398.266	68.719	101584.180	10.133	7.973	6.254	17.714	-15.818	7.973	-0.008
	5	0.126	0.082	0.100	101403.789	75.326	101600.594	11.818	9.752	6.676	18.225	-15.397	9.752	0.000
	6	0.116	0.095	0.100	101413.055	81.932	101580.117	12.064	9.077	7.946	16.791	-14.126	9.077	0.006
	7	0.104	0.108	0.100	101412.422	88.539	101529.586	12.916	7.743	10.338	14.059	-11.735	7.743	-0.002
	8	0.091	0.119	0.100	101385.680	95.146	101465.484	14.075	6.513	12.478	11.597	-9.596	6.513	-0.017
	9	0.076	0.129	0.100	101394.031	101.75	101574.430	11.046	8.615	6.914	17.437	-15.163	8.615	0.005
	10	0.060	0.138	0.100	101399.188	108.96	101595.977	10.297	8.427	5.917	18.222	-16.157	8.427	-0.002
					101401.035		101567.336	11.423	8.249	7.676	16.613	-14.397	8.249	0.000
					0.000		0.000	-0.171	-0.230	-0.066	-0.042	0.033	-0.230	-1378

		Presek 0'		Span 0.00606	R=0.151 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	wz	wu	c	cu	wm=cm	wr
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101217.0		101326.0	25.997	13.457	22.217	13.457	-0.0001	13.457	0.0328
a	1	0.114	-0.099	-0.100	101190.7	1.600	101325.3	26.829	15.073	22.196	15.073	-0.021	15.073	0.045
	2	0.124	-0.086	-0.100	101198.2	7.626	101325.0	26.560	14.624	22.174	14.624	-0.046	14.624	0.030
	3	0.133	-0.071	-0.100	101212.9	14.255	101324.9	26.070	13.750	22.150	13.751	-0.068	13.750	0.054
	4	0.140	-0.055	-0.100	101229.1	20.883	101325.1	25.532	12.722	22.138	12.722	-0.080	12.722	0.045
	5	0.146	-0.039	-0.100	101243.1	27.512	101325.2	25.087	11.773	22.154	11.773	-0.063	11.773	0.037
	6	0.149	-0.022	-0.100	101247.2	34.141	101325.3	25.020	11.486	22.228	11.486	0.011	11.486	0.031
	7	0.151	-0.004	-0.100	101233.2	40.769	101325.0	25.553	12.451	22.314	12.452	0.097	12.451	0.023
	8	0.150	0.013	-0.100	101208.1	47.398	101324.9	26.378	14.045	22.329	14.045	0.111	14.045	0.020
	9	0.148	0.030	-0.100	101191.6	54.026	101325.0	26.846	15.005	22.263	15.005	0.044	15.005	0.006
	10	0.143	0.049	-0.100	101190.4	61.258	101325.2	26.838	15.086	22.197	15.087	-0.021	15.086	0.041
					101216.2		101325.1	26.015	13.488	22.218	13.488	0.000	13.488	0.031
					0.001		0.001	-0.068	-0.229	-0.004	-0.229	-2545.9	-0.229	7.382
					101212.0		101317.0	25.051	13.000	21.318	13.138	-0.900	13.000	0.087
a'	1	0.123	-0.087	-0.075	101216.0	7.000	101346.0	25.248	14.709	20.522	14.807	-1.696	14.710	0.045
	2	0.132	-0.074	-0.075	101241.0	13.046	101356.1	24.346	13.765	20.083	13.930	-2.136	13.765	0.082
	3	0.139	-0.058	-0.075	101266.2	19.697	101361.6	23.294	12.427	19.704	12.679	-2.515	12.427	0.115
	4	0.145	-0.042	-0.075	101284.5	26.347	101358.1	22.341	10.801	19.556	11.125	-2.661	10.802	0.111
	5	0.149	-0.025	-0.075	101273.8	32.998	101325.0	22.503	9.131	20.567	9.280	-1.650	9.132	0.128
	6	0.151	-0.007	-0.075	101172.1	39.649	101234.5	25.963	10.107	23.914	10.249	1.698	10.108	0.141
	7	0.151	0.010	-0.075	101119.8	46.299	101246.2	27.983	14.497	23.935	14.599	1.718	14.497	0.036
	8	0.148	0.028	-0.075	101152.4	52.950	101299.2	27.331	15.739	22.344	15.740	0.127	15.739	0.047
	9	0.144	0.045	-0.075	101183.9	59.601	101328.1	26.378	15.567	21.295	15.595	-0.923	15.568	0.057
	10	0.137	0.063	-0.075	101214.8	66.782	101344.9	25.250	14.711	20.522	14.808	-1.693	14.711	0.043
					101210.4		101316.7	25.111	13.053	21.352	13.187	-0.865	13.053	0.083
					0.002		0.000	-0.238	-0.405	-0.163	-0.375	4.018	-0.405	5.236
b	1	0.130	-0.076	-0.051	101247.0		101391.0	19.514	11.839	15.038	15.326	-7.181	12.159	-0.135
	2	0.140	-0.057	-0.051	101265.2	12.000	101387.0	20.969	13.084	16.387	14.325	-5.831	13.084	0.032
	3	0.145	-0.042	-0.051	101313.7	20.408	101413.2	18.926	11.002	15.401	12.944	-6.818	11.003	0.074
	4	0.149	-0.026	-0.051	101353.9	26.414	101438.1	16.638	8.757	14.147	11.909	-8.071	8.757	0.102
	5	0.149	-0.026	-0.051	101419.1	32.420	101503.2	12.213	4.671	11.282	11.893	-10.935	4.678	0.245
g	6	0.151	-0.012	-0.051	101515.1	37.826	101833.9	6.054	-1.400	-0.120	23.142	-22.336	6.053	-5.889
l	7	0.151	0.004	-0.051	100915.4	43.832	101123.5	20.945	16.331	13.098	18.717	-9.119	16.345	-0.672
	8	0.150	0.020	-0.051	101074.4	49.838	101246.7	24.543	16.525	18.144	17.022	-4.073	16.527	0.286
	9	0.146	0.037	-0.051	101158.8	56.441	101332.1	24.472	16.564	18.014	17.089	-4.203	16.564	-0.005
	10	0.141	0.055	-0.051	101214.9	63.652	101362.7	22.911	14.996	17.322	15.775	-4.896	14.996	0.014
					101262.1	71.459	101385.6	21.119	13.224	16.468	14.420	-5.750	13.224	0.035
					101247.6		101389.3	19.675	12.004	14.993	15.186	-7.225	12.382	-0.248
					-0.001		0.002	-0.817	-1.372	0.301	0.918	-0.612	-1.806	-45.31
c	1	0.138	-0.061	-0.026	101327.0		101509.0	15.783	11.924	10.142	17.418	-12.076	11.928	0.028
	2	0.146	-0.040	-0.026	101333.8	18.500	101472.8	16.459	11.338	11.931	15.308	-10.286	11.338	0.039
	3	0.149	-0.025	-0.026	101390.1	26.908	101532.6	13.595	9.359	9.861	15.501	-12.358	9.360	0.074
	4	0.151	-0.009	-0.026	101432.4	32.914	101613.9	10.863	8.410	6.875	17.496	-15.342	8.410	0.106
	5	0.151	0.007	-0.026	101451.4	38.920	101717.6	10.079	9.525	3.287	21.192	-18.930	9.528	0.243
g	6	0.151	0.007	-0.026	101460.3	44.926	101651.4	14.802	11.911	8.781	17.959	-13.436	11.916	-0.341
l	7	0.149	0.024	-0.026	101147.9	51.533	101362.3	18.751	15.262	10.891	19.007	-11.326	15.264	0.266
	8	0.147	0.036	-0.026	101187.1	56.338	101345.6	18.119	13.092	12.520	16.297	-9.697	13.098	0.397
	9	0.142	0.052	-0.026	101229.5	62.344	101414.5	19.772	14.995	12.888	17.660	-9.329	14.995	-0.020
	10	0.134	0.070	-0.026	101281.9	70.152	101439.5	18.635	13.406	12.945	16.300	-9.272	13.406	0.015
					101330.4	77.959	101470.1	16.614	11.471	12.020	15.348	-10.198	11.471	0.038
					101328.2		101504.2	15.653	11.713	10.207	17.128	-12.010	11.714	0.089
					-0.001		0.005	0.827	1.801	-0.639	1.688	0.546	1.825	-68.72
d	1				101365.0		101573.0	14.283	11.775	7.977	18.680	-14.240	11.777	0.031
	2	0.144	-0.044	0.000	101386.4	25.500	101567.3	13.296	10.453	8.217	17.472	-14.000	10.453	0.032
	3	0.149	-0.022	0.000	101417.0	33.978	101623.8	11.973	10.067	6.482	18.679	-15.736	10.067	0.043
	4	0.151	-0.006	0.000	101426.3	40.037	101663.8	11.842	10.618	5.243	20.021	-16.974	10.618	0.031
g	5	0.151	0.010	0.000	101424.5	46.091	101707.1	15.112	14.069	5.515	21.838	-16.702	14.070	-0.121
l	6	0.149	0.026	0.000	101425.2	52.147	101612.6	15.833	12.562	9.636	17.779	-12.581	12.562	-0.029
	7	0.145	0.041	0.000	101244.9	58.242	101438.8	10.087	8.044	6.037	18.086	-16.181	8.081	0.775
	8	0.141	0.055	0.000	101271.8	63.653	101453.3	17.593	13.547	11.225	17.446	-10.992	13.547	0.021
	9	0.134	0.069	0.000	101301.9	69.709	101504.6	16.046	13.138	9.211	18.487	-13.006	13.139	-0.051
	10	0.124	0.086	0.000	101344.3	76.976	101526.9	15.201	11.965	9.377	17.550	-12.841	11.965	0.013
					101386.2	85.455	101567.1	13.306	10.459	8.226	17.469	-13.991	10.460	0.032
					101365.6		101571.8	14.216	11.706	7.928	18.594	-14.289	11.708	0.036
					-0.001		0.001	0.467	0.583	0.618	0.459	-0.342	0.589	-13.63

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	wz	wu	c	cu	wm=cm	wr
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
e	1				101386.0		101606.0	13.685	11.647	7.131	19.236	-15.087	11.650	0.031
	2	0.149	-0.025	0.026	101407.7	32.700	101615.0	12.398	10.434	6.696	18.702	-15.521	10.434	0.012
	3	0.151	-0.003	0.026	101413.5	41.150	101636.0	12.653	10.995	6.261	19.377	-15.957	10.995	0.015
	4	0.150	0.013	0.026	101410.6	47.186	101646.6	13.221	11.741	6.077	19.959	-16.140	11.742	0.063
g	5	0.148	0.028	0.026	101404.6	53.223	101665.6	17.232	15.324	7.879	20.987	-14.338	15.326	-0.248
l	6	0.144	0.045	0.026	101395.2	59.862	101577.6	13.431	10.589	8.241	17.544	-13.975	10.605	0.588
	7	0.138	0.060	0.026	101318.3	65.898	101512.5	10.930	8.826	6.423	18.102	-15.794	8.844	0.565
	8	0.132	0.073	0.026	101336.2	71.331	101523.5	12.671	10.125	7.617	17.767	-14.600	10.126	0.142
	9	0.124	0.087	0.026	101361.8	77.367	101594.9	13.769	12.126	6.522	19.833	-15.695	12.126	-0.068
	10	0.112	0.101	0.026	101391.2	84.610	101598.3	12.909	10.849	6.996	18.692	-15.221	10.849	-0.004
		0.097	0.116	0.026	101407.3	92.457	101614.3	12.411	10.437	6.715	18.688	-15.503	10.437	0.011
					101387.5		101605.2	13.356	11.396	6.909	19.140	-15.308	11.399	0.053
					-0.001		0.001	2.464	2.202	3.207	0.502	-1.444	2.201	-40.96
f	1				101395.0		101610.0	13.266	11.032	7.191	19.071	-15.027	11.107	0.098
	2	0.151	-0.009	0.051	101408.4	39.100	101612.5	12.754	10.649	7.019	18.558	-15.198	10.649	0.007
	3	0.150	0.014	0.051	101403.3	47.564	101613.7	13.461	11.377	7.196	18.844	-15.022	11.377	0.007
	4	0.147	0.032	0.051	101392.9	54.820	101616.4	14.896	12.799	7.618	19.416	-14.599	12.800	0.127
g	5	0.143	0.048	0.051	101377.9	60.866	101607.0	18.790	15.680	10.350	19.666	-11.867	15.682	-0.239
l	6	0.137	0.063	0.051	101334.2	66.912	101520.6	18.709	14.417	11.912	17.730	-10.305	14.427	0.535
	7	0.130	0.077	0.051	101386.4	72.958	101678.4	1.499	-1.047	0.087	22.180	-22.130	1.496	1.068
	8	0.121	0.090	0.051	101403.0	79.004	101646.9	4.917	4.252	2.393	20.284	-19.824	4.295	0.609
	9	0.111	0.102	0.051	101406.6	85.050	101631.4	12.409	10.841	6.037	19.477	-16.181	10.842	-0.124
	10	0.100	0.113	0.051	101408.6	91.096	101611.9	12.485	10.408	6.896	18.522	-15.321	10.408	-0.024
		0.083	0.126	0.051	101408.4	98.956	101612.4	12.748	10.642	7.019	18.553	-15.198	10.642	0.007
					101396.1		101617.0	12.548	10.412	6.733	19.279	-15.485	10.561	0.132
					-0.001		-0.007	5.724	5.956	6.812	-1.083	-2.953	5.171	-25.97
g'	1				101405.0		101563.0	14.725	10.260	10.097	15.989	-12.122	10.269	-0.027
	2	0.151	0.005	0.075	101403.1	44.200	101596.2	13.288	10.794	7.750	18.050	-14.467	10.794	-0.003
	3	0.150	0.021	0.075	101399.7	50.236	101593.5	13.586	11.053	7.901	18.086	-14.317	11.053	0.004
	4	0.146	0.038	0.075	101395.0	56.876	101583.6	13.975	11.213	8.342	17.840	-13.876	11.213	0.000
	5	0.141	0.054	0.075	101389.5	63.515	101581.4	15.803	12.671	9.442	17.994	-12.775	12.672	0.114
	6	0.134	0.070	0.075	101403.9	70.155	101554.6	17.475	12.453	12.257	15.948	-9.960	12.455	-0.211
	7	0.125	0.085	0.075	101428.1	76.795	101536.3	16.731	10.139	13.302	13.508	-8.915	10.148	-0.427
	8	0.114	0.099	0.075	101398.6	83.434	101435.7	16.716	4.850	15.993	7.899	-6.225	4.864	-0.376
	9	0.102	0.112	0.075	101417.2	90.074	101595.4	10.837	8.246	7.003	17.320	-15.215	8.272	0.665
	10	0.088	0.123	0.075	101407.7	96.714	101599.2	13.212	10.688	7.770	17.972	-14.452	10.688	-0.018
		0.072	0.133	0.075	101403.2	103.96	101596.2	13.286	10.789	7.753	18.045	-14.465	10.789	-0.003
					101405.1		101564.6	14.601	10.223	9.948	16.081	-12.270	10.229	-0.028
					0.000		-0.002	0.851	0.363	1.490	-0.573	-1.208	0.397	-2.171
g	1				101402.0		101560.0	15.127	10.786	10.337	16.135	-11.881	10.788	-0.047
	2	0.150	0.019	0.100	101401.5	49.500	101593.2	13.411	10.855	7.876	17.986	-14.341	10.855	-0.006
	3	0.147	0.034	0.100	101403.6	55.536	101587.1	13.406	10.617	8.187	17.595	-14.033	10.617	-0.006
	4	0.142	0.051	0.100	101400.6	62.176	101575.3	13.550	10.469	8.603	17.174	-13.614	10.469	-0.038
	5	0.135	0.067	0.100	101399.7	68.815	101576.3	13.532	10.509	8.526	17.259	-13.691	10.509	0.033
	6	0.127	0.082	0.100	101405.1	75.455	101598.1	16.207	12.990	9.691	18.046	-12.526	12.990	-0.093
	7	0.116	0.096	0.100	101413.9	82.095	101573.8	16.849	12.381	11.427	16.424	-10.790	12.382	-0.165
	8	0.104	0.109	0.100	101412.0	88.734	101515.5	17.908	10.640	14.399	13.210	-7.819	10.648	-0.419
	9	0.091	0.121	0.100	101385.8	95.374	101447.4	17.712	7.938	15.833	10.187	-6.386	7.939	0.072
	10	0.076	0.130	0.100	101395.2	102.02	101568.9	13.755	10.586	8.786	17.105	-13.435	10.587	0.135
		0.059	0.139	0.100	101401.2	109.26	101593.2	13.462	10.903	7.897	17.998	-14.321	10.903	-0.007
					101402.0		101560.1	15.145	10.787	10.351	16.131	-11.867	10.788	-0.052

		Presek I			Span 0.018	R=0.153 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				101217.000		101326.000	26.264	13.485	22.511	13.485	0.004	13.485	0.021	
a	1	0.116	-0.100	-0.100	101189.859	1.700	101324.945	27.080	15.100	22.481	15.100	-0.027	15.100	0.015	
	2	0.126	-0.087	-0.100	101197.789	7.706	101324.930	26.820	14.649	22.467	14.649	-0.041	14.649	0.020	
	3	0.135	-0.072	-0.100	101212.453	14.313	101324.875	26.334	13.775	22.443	13.775	-0.063	13.775	0.047	
	4	0.142	-0.056	-0.100	101228.719	20.919	101324.984	25.801	12.746	22.433	12.747	-0.074	12.746	0.035	
	5	0.148	-0.039	-0.100	101242.625	27.526	101325.156	25.362	11.803	22.448	11.803	-0.059	11.803	0.027	
	6	0.151	-0.022	-0.100	101246.586	34.132	101325.234	25.298	11.521	22.522	11.521	0.015	11.521	0.018	
	7	0.153	-0.004	-0.100	101232.609	40.739	101324.930	25.826	12.482	22.610	12.483	0.103	12.482	0.007	
	8	0.152	0.013	-0.100	101207.609	47.346	101324.867	26.640	14.067	22.624	14.067	0.117	14.067	0.008	
	9	0.150	0.031	-0.100	101191.094	53.952	101324.883	27.104	15.027	22.559	15.027	0.050	15.027	-0.002	
	10	0.145	0.049	-0.100	101189.453	61.159	101324.953	27.094	15.123	22.482	15.123	-0.026	15.123	0.013	
					101215.721		101324.982	26.281	13.515	22.512	13.515	0.004	13.515	0.018	
					0.001		0.001	-0.064	-0.226	-0.001	-0.226	-8.964	-0.225	20.78	
					101212.000		101325.000	26.352	13.569	22.505	13.669	-0.003	13.570	0.119	
a'	1	0.124	-0.089	-0.075	101215.227	6.800	101352.266	26.320	15.174	21.506	15.208	-1.002	15.175	0.079	
	2	0.133	-0.075	-0.075	101240.109	12.826	101362.273	25.497	14.290	21.118	14.358	-1.391	14.290	0.107	
	3	0.141	-0.060	-0.075	101265.336	19.455	101368.305	24.643	13.080	20.888	13.180	-1.621	13.080	0.144	
	4	0.147	-0.043	-0.075	101284.008	26.083	101365.789	23.996	11.648	20.980	11.748	-1.528	11.649	0.159	
	5	0.151	-0.026	-0.075	101275.250	32.712	101336.328	24.297	10.141	22.079	10.151	-0.428	10.142	0.195	
	6	0.153	-0.008	-0.075	101177.773	39.341	101252.023	27.476	10.851	25.242	11.192	2.735	10.853	0.217	
	7	0.153	0.010	-0.075	101119.336	45.969	101252.836	29.205	14.765	25.197	15.008	2.690	14.765	0.057	
	8	0.151	0.027	-0.075	101150.461	52.598	101302.313	28.289	15.987	23.339	16.008	0.832	15.987	0.046	
	9	0.146	0.044	-0.075	101182.164	59.226	101332.328	27.342	15.917	22.233	15.919	-0.275	15.917	0.067	
	10	0.140	0.062	-0.075	101213.766	66.458	101351.547	26.366	15.218	21.532	15.249	-0.975	15.218	0.079	
					101210.403		101324.411	26.400	13.617	22.529	13.717	0.021	13.618	0.117	
					0.002		0.001	-0.182	-0.353	-0.108	-0.350	-113.64	-0.354	2.174	
					101245.000		101400.000	23.836	14.348	18.694	15.774	-3.814	14.508	-0.176	
b	1	0.132	-0.077	-0.051	101266.094	12.000	101404.156	24.589	14.967	19.510	15.265	-2.998	14.967	0.107	
	2	0.142	-0.057	-0.051	101315.000	20.451	101425.813	22.849	13.130	18.702	13.672	-3.808	13.131	0.184	
	3	0.147	-0.042	-0.051	101355.953	26.487	101443.906	21.197	11.291	17.938	12.184	-4.569	11.294	0.285	
	4	0.151	-0.026	-0.051	101422.391	32.523	101484.609	18.029	7.991	16.146	10.239	-6.361	8.023	0.716	
g	5	0.153	-0.012	-0.051	101562.344	37.955	101786.750	9.136	3.197	4.729	19.421	-17.778	7.817	-7.133	
l	6	0.153	0.004	-0.051	100904.156	43.991	101254.516	32.436	23.994	21.500	24.308	-1.007	24.287	-3.764	
	7	0.152	0.020	-0.051	101078.961	50.027	101296.195	29.475	19.125	22.423	19.132	-0.084	19.132	0.517	
	8	0.149	0.036	-0.051	101155.344	56.063	101347.141	28.119	17.969	21.629	17.991	-0.878	17.969	-0.010	
	9	0.143	0.053	-0.051	101209.031	62.703	101376.313	26.468	16.687	20.546	16.802	-1.962	16.687	0.041	
	10	0.133	0.075	-0.051	101264.680	71.757	101403.516	24.636	15.014	19.532	15.307	-2.975	15.015	0.105	
					101251.567		101408.090	24.177	14.550	18.960	15.870	-3.547	14.805	-0.359	
					-0.006		-0.008	-1.411	-1.389	-1.403	-0.602	7.519	-2.007	-50.82	
					101328.000		101499.000	20.040	14.075	14.175	16.897	-8.333	14.088	0.060	
c	1	0.140	-0.062	-0.025	101334.898	18.500	101476.094	21.628	14.151	16.356	15.431	-6.152	14.152	0.159	
	2	0.147	-0.041	-0.025	101391.883	26.936	101518.469	18.877	12.163	14.435	14.600	-8.073	12.166	0.271	
	3	0.151	-0.025	-0.025	101435.172	32.962	101574.188	15.967	10.835	11.722	15.292	-10.785	10.842	0.385	
	4	0.153	-0.009	-0.025	101455.461	38.988	101641.102	12.919	10.127	8.016	17.681	-14.491	10.131	0.275	
g	5	0.153	0.007	-0.025	101461.000	45.014	101649.539	15.266	12.037	9.363	17.836	-13.143	12.057	-0.701	
l	6	0.151	0.023	-0.025	101144.539	51.041	101342.125	16.130	12.848	9.630	18.255	-12.877	12.940	1.542	
	7	0.148	0.039	-0.025	101194.008	57.067	101377.938	20.877	15.393	14.078	17.570	-8.429	15.416	0.852	
	8	0.143	0.054	-0.025	101235.938	63.093	101428.727	24.997	17.438	17.911	18.033	-4.596	17.438	-0.004	
	9	0.137	0.069	-0.025	101276.281	69.119	101447.430	23.960	16.266	17.594	16.992	-4.914	16.266	0.065	
	10	0.124	0.089	-0.025	101332.727	78.158	101474.820	21.720	14.228	16.410	15.481	-6.097	14.229	0.155	
					101328.419		101493.103	19.606	13.679	13.966	16.606	-8.542	13.689	0.288	
					0.000		0.006	2.214	2.895	1.497	1.754	-2.440	2.910	-79.27	
					101368.000		101558.000	17.557	13.505	11.162	17.888	-11.344	13.516	0.079	
d	1	0.147	-0.043	0.000	101390.969	26.000	101553.961	17.832	12.985	12.220	16.567	-10.287	12.986	0.153	
	2	0.151	-0.021	0.000	101421.328	34.408	101599.078	15.641	11.996	10.036	17.305	-12.472	11.997	0.177	
	3	0.153	-0.005	0.000	101430.359	40.414	101633.742	14.579	11.944	8.358	18.517	-14.149	11.945	0.130	
	4	0.153	0.011	0.000	101427.773	46.420	101642.242	15.745	13.093	8.729	19.016	-13.778	13.105	-0.558	
g	5	0.151	0.027	0.000	101426.742	52.426	101615.180	15.390	12.145	9.451	17.833	-13.056	12.147	0.247	
l	6	0.147	0.042	0.000	101246.211	58.432	101436.828	13.951	10.965	8.432	17.933	-14.074	11.114	1.813	

		Presek I'		Span 0.046	R=0.158 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w ₀	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101215.000		101326.000	26.889	13.544	23.203	13.545	0.015	13.544	0.012
a	1	0.118	-0.104	-0.100	101188.266	1.100	101325.000	27.708	15.191	23.172	15.191	-0.014	15.191	-0.006
	2	0.129	-0.091	-0.100	101195.875	7.146	101324.914	27.462	14.757	23.163	14.758	-0.026	14.757	0.012
	3	0.138	-0.075	-0.100	101210.289	13.797	101324.875	26.994	13.906	23.137	13.906	-0.050	13.906	0.040
	4	0.146	-0.059	-0.100	101226.797	20.448	101324.961	26.465	12.871	23.124	12.872	-0.063	12.871	0.029
	5	0.152	-0.042	-0.100	101241.227	27.099	101325.141	26.016	11.901	23.135	11.901	-0.051	11.901	0.022
	6	0.156	-0.024	-0.100	101246.172	33.749	101325.227	25.922	11.550	23.206	11.550	0.020	11.550	0.007
	7	0.157	-0.005	-0.100	101233.094	40.400	101324.945	26.415	12.449	23.298	12.450	0.111	12.449	-0.005
	8	0.157	0.013	-0.100	101207.938	47.050	101324.844	27.222	14.046	23.319	14.046	0.132	14.046	-0.002
	9	0.155	0.031	-0.100	101190.609	53.701	101324.883	27.700	15.053	23.255	15.053	0.066	15.053	-0.008
	10	0.149	0.050	-0.100	101188.195	60.956	101324.992	27.711	15.195	23.174	15.195	-0.013	15.195	-0.005
					101214.753		101324.978	26.906	13.574	23.203	13.574	0.016	13.574	0.008
					0.000		0.001	-0.060	-0.219	-0.001	-0.218	-2.198	-0.219	50.402
					101212.000		101325.000	26.956	13.591	23.200	13.684	0.013	13.592	0.118
a'	1	0.128	-0.092	-0.075	101213.953	6.501	101351.656	26.956	15.216	22.253	15.245	-0.935	15.216	0.088
	2	0.137	-0.079	-0.075	101238.641	12.507	101361.680	26.157	14.349	21.872	14.409	-1.317	14.349	0.114
	3	0.145	-0.062	-0.075	101263.938	19.113	101368.047	25.324	13.162	21.636	13.254	-1.553	13.163	0.146
	4	0.151	-0.045	-0.075	101282.961	25.720	101366.273	24.683	11.762	21.700	11.857	-1.487	11.763	0.172
	5	0.155	-0.028	-0.075	101276.258	32.326	101339.164	24.909	10.288	22.684	10.302	-0.502	10.290	0.212
	6	0.157	-0.010	-0.075	101184.906	38.933	101257.570	27.833	10.793	25.655	11.074	2.468	10.796	0.215
	7	0.157	0.009	-0.075	101120.000	45.539	101250.594	29.723	14.597	25.892	14.845	2.705	14.597	0.033
	8	0.155	0.027	-0.075	101148.047	52.146	101299.078	28.910	15.938	24.121	15.965	0.933	15.938	0.023
	9	0.151	0.044	-0.075	101180.047	58.753	101330.438	27.977	15.930	23.000	15.931	-0.187	15.930	0.061
	10	0.144	0.063	-0.075	101211.641	65.960	101350.516	27.028	15.283	22.293	15.309	-0.894	15.283	0.087
					101209.280		101328.011	27.028	13.950	23.090	14.038	-0.098	13.951	0.106
					0.003		-0.003	-0.265	-2.574	0.478	-2.516	-112.85	-2.572	11.075
					101245.000		101404.000	24.611	14.686	19.552	15.976	-3.635	14.713	-0.049
b	1	0.136	-0.080	-0.049	101266.078	11.701	101405.891	25.252	15.078	20.256	15.361	-2.931	15.079	0.136
	2	0.146	-0.060	-0.049	101315.453	20.165	101428.039	23.565	13.270	19.474	13.782	-3.715	13.272	0.233
	3	0.153	-0.036	-0.049	101383.234	29.234	101460.953	20.972	10.317	18.251	11.450	-4.936	10.331	0.544
	4	0.156	-0.020	-0.049	101483.258	35.280	101541.977	16.461	5.932	15.302	9.947	-7.884	6.065	1.263
g	5	0.157	-0.011	-0.049	101627.820	38.120	101937.391	5.092	4.938	0.920	22.824	-22.267	5.008	-0.832
l	6	0.158	0.002	-0.049	100821.109	43.256	101006.141	16.746	12.679	10.919	17.664	-12.282	12.696	-0.667
	7	0.157	0.017	-0.049	101051.328	48.581	101314.359	31.638	21.056	23.607	21.067	0.421	21.063	-0.555
	8	0.154	0.033	-0.049	101140.977	54.627	101342.492	29.126	18.430	22.554	18.441	-0.633	18.430	-0.081
	9	0.147	0.056	-0.049	101212.570	63.092	101379.742	26.967	16.676	21.193	16.795	-1.995	16.676	0.048
	10	0.157	0.085	-0.043	101274.359	70.760	101415.570	27.758	15.155	23.257	15.437	-2.936	15.155	0.119
					101249.090		101401.282	24.332	14.303	19.486	15.656	-3.916	14.320	0.120
					-0.004		0.003	1.146	2.676	0.343	2.039	-7.174	2.742	-140.9
					101329.000		101499.000	22.015	14.809	16.216	16.823	-6.972	14.824	0.084
c	1	0.144	-0.064	-0.025	101336.281	18.500	101477.883	22.771	14.420	17.623	15.458	-5.565	14.422	0.232
	2	0.152	-0.042	-0.025	101393.141	26.909	101518.172	20.582	12.715	16.181	14.524	-7.008	12.722	0.415
	3	0.157	-0.018	-0.025	101454.430	35.917	101591.492	17.925	11.741	13.534	15.209	-9.653	11.753	0.527
	4	0.158	-0.001	-0.025	101464.453	41.923	101628.828	17.419	12.437	12.155	16.655	-11.032	12.478	-1.004
g	5	0.157	0.007	-0.025	101462.445	44.926	101648.219	16.394	12.439	10.630	17.704	-12.557	12.481	-1.024
l	6	0.156	0.025	-0.025	101145.297	51.533	101363.219	21.975	16.846	14.098	19.151	-9.089	16.857	0.592
	7	0.153	0.040	-0.025	101193.758	56.939	101437.266	27.590	19.864	19.148	20.271	-4.039	19.864	-0.071
	8	0.148	0.055	-0.025	101236.305	62.945	101432.133	26.226	17.759	19.298	18.179	-3.889	17.759	0.014
	9	0.137	0.078	-0.025	101295.383	71.954	101456.805	24.242	15.793	18.393	16.505	-4.795	15.793	0.136
	10	0.128	0.092	-0.025	101332.859	77.960	101475.930	22.898	14.534	17.693	15.539	-5.494	14.535	0.223
					101331.582		101498.510	22.271	14.921	16.475	16.683	-6.712	14.929	0.103
					-0.003		0.000	-1.150	-0.751	-1.572	0.841	3.871	-0.704	-18.53
					101371.000		101552.000	20.584	14.765	14.296	17.475	-8.892	14.783	0.162
d	1	0.151	-0.044	0.000	101393.625	26.000	101550.617	20.540	14.053	14.978	16.277	-8.209	14.056	0.280
	2	0.156	-0.022	0.000	101425.492	34.408	101584.953	19.205	13.410	13.745	16.405	-9.443	13.415	0.343
	3	0.157	-0.005	0.000	101435.758	40.414	101603.688	18.769	13.460	13.078	16.835	-10.108	13.462	0.236
	4	0.157	0.011	0.000	101434.633	46.420	101609.141	18.811	13.699	12.873	17.162	-10.314	13.716	-0.686
g	5	0.155	0.027	0.000	101430.398	52.426	101619.305	16.644	12.752	10.696	17.851	-12.491	12.753	-0.143
l	6	0.151	0.044	0.000	101244.313	58.433	101437.781	15.307	11.567	9.607	18.066	-13.579	11.916	2.864

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.146	0.059	0.000	101279.172	64.439	101511.367	24.783	18.588	16.390	19.793	-6.797	18.590	0.271
	8	0.139	0.074	0.000	101310.695	70.445	101501.586	23.659	16.742	16.718	17.949	-6.469	16.742	0.055
	9	0.131	0.088	0.000	101345.070	76.451	101520.078	22.456	15.655	16.100	17.185	-7.088	15.656	0.136
	10	0.115	0.108	0.000	101391.109	85.460	101548.555	20.642	14.124	15.052	16.301	-8.135	14.126	0.273
					101371.731		101550.923	20.559	14.690	14.337	17.358	-8.850	14.713	0.249
					-0.001		0.001	0.123	0.511	-0.287	0.674	0.480	0.478	-35.09
					101393.000		101581.000	19.591	14.526	13.108	17.800	-10.080	14.548	0.193
e	1	0.155	-0.026	0.025	101415.625	33.000	101589.156	19.607	14.154	13.568	17.114	-9.619	14.155	0.180
	2	0.158	-0.003	0.025	101422.344	41.408	101599.805	19.297	14.108	13.166	17.306	-10.022	14.109	0.153
	3	0.157	0.014	0.025	101419.422	47.414	101599.484	19.390	14.251	13.148	17.432	-10.038	14.251	0.045
	4	0.154	0.032	0.025	101410.945	54.021	101600.031	19.852	14.793	13.210	17.864	-9.977	14.819	-0.863
g	5	0.150	0.048	0.025	101399.938	60.027	101585.438	16.344	12.419	10.603	17.693	-12.584	12.438	0.696
l	6	0.144	0.063	0.025	101319.164	66.033	101505.734	15.113	11.197	9.730	17.743	-13.456	11.564	2.891
	7	0.138	0.077	0.025	101341.922	71.439	101569.516	21.653	16.963	13.435	19.581	-9.752	16.980	0.780
	8	0.129	0.090	0.025	101369.469	77.445	101561.633	21.063	15.584	14.170	18.005	-9.017	15.585	-0.069
	9	0.117	0.106	0.025	101397.656	84.652	101578.953	20.386	14.859	13.958	17.492	-9.230	14.859	0.078
	10	0.101	0.121	0.025	101414.789	92.459	101588.391	19.646	14.179	13.599	17.117	-9.589	14.180	0.177
					101394.512		101581.680	19.669	14.565	13.179	17.757	-10.008	14.590	0.222
					-0.001		-0.001	-0.397	-0.272	-0.536	0.241	0.714	-0.291	-13.33
					101398.000		101592.000	18.864	14.057	12.384	17.992	-10.804	14.143	0.438
f	1	0.157	-0.008	0.049	101416.352	39.500	101596.016	19.513	14.310	13.266	17.413	-9.921	14.311	0.078
	2	0.157	0.015	0.049	101411.188	47.908	101592.352	19.629	14.427	13.310	17.485	-9.878	14.427	0.050
	3	0.153	0.036	0.049	101397.914	55.716	101574.508	20.066	14.518	13.851	17.261	-9.336	14.519	-0.087
	4	0.149	0.052	0.049	101378.500	61.722	101564.922	21.201	15.450	14.502	17.737	-8.684	15.465	-0.684
g	5	0.142	0.067	0.049	101321.492	67.728	101499.195	16.276	11.984	10.839	17.316	-12.347	12.141	1.946
l	6	0.135	0.081	0.049	101356.211	73.134	101672.625	14.383	11.778	4.600	23.047	-18.587	13.628	6.856
	7	0.127	0.093	0.049	101411.984	78.539	101621.063	12.567	9.989	7.458	18.699	-15.728	10.114	1.588
	8	0.117	0.106	0.049	101414.250	84.545	101596.383	18.446	13.725	12.318	17.512	-10.869	13.731	-0.405
	9	0.105	0.117	0.049	101415.828	90.551	101598.680	19.597	14.465	13.222	17.566	-9.967	14.465	-0.063
	10	0.087	0.132	0.049	101416.453	98.959	101596.117	19.515	14.311	13.268	17.413	-9.920	14.311	0.075
					101399.982		101590.762	18.512	13.725	12.192	17.884	-10.995	13.842	0.497
					-0.002		0.001	1.905	2.422	1.572	0.602	-1.738	2.179	-11.9
					101410.000		101578.000	18.445	13.036	12.937	16.798	-10.251	13.095	-0.102
g'	1	0.157	0.007	0.075	101410.117	45.000	101590.766	19.651	14.423	13.347	17.460	-9.840	14.423	0.004
	2	0.156	0.024	0.075	101406.594	51.006	101585.016	19.689	14.369	13.461	17.351	-9.726	14.369	-0.002
	3	0.152	0.041	0.075	101401.227	57.612	101572.969	19.794	14.196	13.795	17.021	-9.392	14.196	0.010
	4	0.146	0.059	0.075	101394.766	64.219	101545.289	19.978	13.501	14.726	15.934	-8.461	13.502	-0.143
	5	0.139	0.075	0.075	101409.516	70.826	101540.930	19.915	12.638	15.364	14.892	-7.823	12.672	-0.919
	6	0.129	0.090	0.075	101428.188	77.432	101561.469	19.162	12.078	14.663	14.994	-8.523	12.336	-2.510
	7	0.118	0.105	0.075	101405.586	84.039	101597.594	15.263	11.822	9.648	17.976	-13.539	11.826	0.309
	8	0.105	0.118	0.075	101415.680	90.645	101597.977	14.432	10.795	9.474	17.513	-13.713	10.891	1.442
	9	0.091	0.129	0.075	101414.008	97.252	101595.953	19.622	14.449	13.278	17.521	-9.913	14.449	-0.127
	10	0.074	0.139	0.075	101410.398	104.46	101591.172	19.649	14.426	13.343	17.465	-9.846	14.426	0.002
					101409.873		101577.190	18.606	13.151	13.064	16.760	-10.123	13.195	-0.217
					0.000		0.001	-0.861	-0.879	-0.976	0.228	1.258	-0.758	-52.77
					101407.000		101574.000	18.726	13.293	13.125	16.766	-10.062	13.331	-0.185
g	1	0.156	0.021	0.100	101408.602	50.000	101593.945	19.584	14.539	13.121	17.684	-10.066	14.539	-0.048
	2	0.153	0.037	0.100	101410.281	56.006	101585.938	19.385	14.095	13.309	17.213	-9.880	14.096	-0.069
	3	0.148	0.054	0.100	101407.672	62.612	101574.648	19.377	13.785	13.616	16.782	-9.570	13.786	-0.138
	4	0.141	0.071	0.100	101407.250	69.219	101565.469	19.170	13.342	13.765	16.334	-9.421	13.343	-0.083
	5	0.132	0.087	0.100	101411.391	75.825	101564.563	19.506	13.334	14.225	16.076	-8.961	13.347	-0.596
	6	0.121	0.101	0.100	101417.266	82.432	101570.859	19.613	13.394	14.298	16.101	-8.888	13.425	-0.920
	7	0.108	0.115	0.100	101411.156	89.038	101549.672	17.635	11.487	13.269	15.273	-9.918	11.616	-1.725
	8	0.094	0.126	0.100	101388.258	95.645	101567.398	14.969	11.101	9.942	17.328	-13.246	11.183	1.355
	9	0.079	0.136	0.100	101402.930	102.25	101591.688	18.719	14.096	12.318	17.818	-10.873	14.108	0.575
	10	0.061	0.145	0.100	101407.891	109.46	101594.156	19.655	14.610	13.149	17.726	-10.040	14.610	-0.070
					101407.265		101574.467	18.664	13.263	13.076	16.764	-10.112	13.293	-0.178
					0.000		0.000	0.336	0.222	0.378	0.010	-0.493	0.288	4.425

		Presek I''		Span 0.1036	R=0.167 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101214.000		101326.000	28.119	13.598	24.586	13.598	0.000	13.598	0.004
a	1	0.124	-0.112	-0.100	101186.734	0.501	101325.039	28.927	15.279	24.563	15.279	-0.023	15.279	-0.022
	2	0.135	-0.098	-0.100	101193.680	6.557	101324.922	28.707	14.884	24.550	14.884	-0.037	14.884	0.004
	3	0.146	-0.081	-0.100	101207.680	13.219	101324.891	28.271	14.065	24.524	14.065	-0.061	14.065	0.035
	4	0.154	-0.064	-0.100	101224.305	19.880	101324.984	27.759	13.036	24.508	13.036	-0.077	13.036	0.023
	5	0.161	-0.046	-0.100	101239.414	26.542	101325.195	27.308	12.032	24.515	12.033	-0.070	12.032	0.015
	6	0.165	-0.027	-0.100	101245.836	33.203	101325.242	27.166	11.577	24.577	11.577	-0.008	11.577	0.000
	7	0.167	-0.007	-0.100	101234.578	39.865	101324.930	27.591	12.349	24.673	12.349	0.088	12.349	-0.015
	8	0.167	0.012	-0.100	101209.539	46.527	101324.813	28.371	13.947	24.707	13.948	0.121	13.947	-0.013
	9	0.164	0.031	-0.100	101190.664	53.188	101324.859	28.874	15.049	24.645	15.050	0.058	15.049	-0.016
	10	0.159	0.052	-0.100	101186.695	60.456	101325.055	28.928	15.281	24.562	15.281	-0.022	15.281	-0.022
					101213.919		101324.988	28.133	13.626	24.586	13.626	0.001	13.626	-0.001
					0.000		0.001	-0.052	-0.206	0.000	-0.205	-44.535	-0.206	-691.093
					101211.000		101325.000	28.172	13.639	24.583	13.719	-0.004	13.640	0.083
a'	1	0.134	-0.100	-0.075	101209.195	5.501	101349.227	28.300	15.352	23.775	15.374	-0.811	15.352	0.084
	2	0.143	-0.086	-0.075	101233.906	11.507	101360.000	27.538	14.537	23.391	14.587	-1.196	14.537	0.114
	3	0.152	-0.069	-0.075	101259.539	18.113	101367.203	26.735	13.400	23.136	13.479	-1.451	13.401	0.147
	4	0.159	-0.051	-0.075	101279.680	24.720	101367.148	26.091	12.061	23.135	12.150	-1.450	12.063	0.187
	5	0.164	-0.032	-0.075	101278.359	31.326	101345.789	26.132	10.641	23.867	10.668	-0.718	10.643	0.222
	6	0.167	-0.013	-0.075	101203.602	37.933	101272.680	28.446	10.646	26.378	10.797	1.793	10.647	0.154
	7	0.167	0.006	-0.075	101123.453	44.540	101245.555	30.724	14.093	27.301	14.352	2.716	14.093	-0.107
	8	0.165	0.025	-0.075	101142.820	51.146	101291.555	30.174	15.803	25.706	15.843	1.120	15.804	-0.070
	9	0.161	0.044	-0.075	101175.109	57.753	101325.922	29.272	15.955	24.542	15.955	-0.043	15.955	0.023
	10	0.154	0.064	-0.075	101206.875	64.960	101348.016	28.368	15.413	23.816	15.433	-0.770	15.414	0.081
					101207.592		101326.704	28.280	13.993	24.523	14.071	-0.063	13.993	0.070
					0.003		-0.002	-0.381	-2.528	0.242	-2.504	-94.439	-2.527	18.245
					101244.000		101406.000	25.826	14.760	20.990	16.147	-3.597	14.832	-0.004
b	1	0.143	-0.086	-0.046	101268.297	11.501	101410.555	26.452	15.212	21.641	15.495	-2.945	15.213	0.173
	2	0.154	-0.064	-0.046	101318.336	19.951	101433.508	24.831	13.435	20.883	13.940	-3.706	13.439	0.308
	3	0.163	-0.039	-0.046	101384.789	29.005	101466.586	22.440	10.673	19.728	11.747	-4.858	10.696	0.694
	4	0.166	-0.021	-0.046	101486.117	35.041	101549.906	18.203	6.689	16.845	10.367	-7.740	6.898	1.685
g	5	0.167	-0.013	-0.046	101658.664	38.058	101930.922	6.193	3.937	3.748	21.412	-20.836	4.929	2.967
l	6	0.167	0.003	-0.046	100800.984	43.491	101096.555	32.432	21.994	23.607	22.259	-0.978	22.238	-3.288
	7	0.166	0.015	-0.046	101016.898	47.716	101288.742	33.589	21.289	25.910	21.416	1.325	21.375	-1.917
	8	0.164	0.033	-0.046	101129.367	53.753	101340.695	30.565	18.870	24.039	18.885	-0.546	18.877	-0.508
	9	0.157	0.057	-0.046	101207.906	62.203	101380.609	28.304	16.963	22.658	17.072	-1.927	16.963	-0.007
	10	0.146	0.081	-0.046	101266.836	71.258	101409.867	26.498	15.259	21.664	15.537	-2.922	15.260	0.170
					101251.235		101410.186	26.141	14.884	21.322	15.993	-3.264	14.951	0.019
					-0.007		-0.004	-1.204	-0.832	-1.557	0.961	10.191	-0.799	-119.12
					101331.000		101499.000	23.240	14.786	17.867	16.728	-6.718	14.802	0.117
c	1	0.152	-0.068	-0.023	101336.820	18.201	101478.406	24.154	14.523	19.299	15.458	-5.286	14.526	0.300
	2	0.161	-0.045	-0.023	101393.641	26.651	101516.633	22.108	12.807	18.013	14.405	-6.573	12.819	0.538
	3	0.166	-0.019	-0.023	101462.273	35.704	101596.148	19.341	11.808	15.306	15.031	-9.279	11.824	0.623
	4	0.167	-0.002	-0.023	101475.773	41.740	101645.297	18.713	12.855	13.595	16.915	-10.990	12.858	-0.292
g	5	0.167	0.007	-0.023	101470.023	44.758	101655.570	18.515	13.270	12.896	17.695	-11.689	13.285	-0.646
l	6	0.165	0.024	-0.023	101132.258	50.795	101327.383	15.824	11.466	10.688	18.147	-13.897	11.669	2.166
	7	0.162	0.040	-0.023	101184.836	56.228	101423.211	29.087	19.769	21.318	20.057	-3.267	19.789	-0.883
	8	0.157	0.057	-0.023	101232.672	62.264	101432.586	27.564	17.991	20.883	18.368	-3.702	17.991	-0.143
	9	0.146	0.081	-0.023	101293.484	71.318	101456.664	25.630	15.962	20.053	16.593	-4.533	15.962	0.157
	10	0.136	0.097	-0.023	101335.305	77.957	101477.555	24.208	14.573	19.328	15.495	-5.257	14.576	0.295
					101331.528		101497.017	23.331	14.792	17.983	16.616	-6.603	14.810	0.192
					-0.001		0.002	-0.391	-0.039	-0.642	0.675	1.744	-0.052	-39.008
					101375.000		101552.000	21.762	14.646	16.049	17.250	-8.537	14.673	0.188
d	1	0.160	-0.047	0.000	101398.180	26.000	101549.203	21.908	13.972	16.871	15.964	-7.715	13.977	0.356
	2	0.165	-0.023	0.000	101433.188	34.408	101585.719	20.536	13.309	15.635	16.044	-8.951	13.315	0.407
	3	0.167	-0.006	0.000	101445.711	40.414	101609.375	20.054	13.473	14.854	16.620	-9.731	13.473	0.158
	4	0.167	0.012	0.000	101445.188	46.420	101623.148	20.066	13.996	14.373	17.331	-10.212	14.002	-0.428
g	5	0.165	0.029	0.000	101437.133	52.426	101624.898	18.536	13.366	12.838	17.797	-11.746	13.370	-0.344
l	6	0.161	0.046	0.000	101239.039	58.433	101437.508	14.943	10.507	10.024	18.298	-14.561	11.082	3.524
	7	0.156	0.061	0.000	101273.008	63.838	101496.375	26.500	18.562	18.909	19.415	-5.676	18.567	-0.440

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _{m=C_m}	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					101309.086	69.844	101501.305	25.114	16.960	18.522	18.011	-6.063	16.960	0.099
	8	0.148	0.077	0.000	101309.086	69.844	101501.305	25.114	16.960	18.522	18.011	-6.063	16.960	0.099
	9	0.139	0.092	0.000	101344.594	75.850	101517.023	23.895	15.730	17.987	17.059	-6.599	15.731	0.186
	10	0.122	0.114	0.000	101395.555	85.460	101547.117	22.009	14.045	16.942	15.994	-7.643	14.049	0.346
					101376.229		101551.892	21.916	14.709	16.197	17.184	-8.389	14.741	0.234
					-0.001		0.000	-0.702	-0.431	-0.912	0.385	1.762	-0.464	-19.508
					101398.000		101582.000	21.042	14.608	15.091	17.603	-9.495	14.652	0.243
e	1	0.165	-0.027	0.023	101422.789	33.000	101588.117	20.944	14.041	15.539	16.704	-9.046	14.043	0.197
	2	0.167	-0.003	0.023	101431.156	41.450	101601.578	20.613	14.048	15.085	16.960	-9.501	14.049	0.094
	3	0.166	0.015	0.023	101428.297	47.486	101604.773	20.772	14.358	15.010	17.258	-9.575	14.359	-0.172
	4	0.164	0.034	0.023	101418.453	54.126	101605.914	21.161	14.950	14.965	17.787	-9.620	14.961	-0.581
g	5	0.159	0.051	0.023	101404.641	60.162	101589.383	17.421	12.493	12.125	17.655	-12.459	12.508	0.625
l	6	0.153	0.067	0.023	101312.469	66.199	101505.406	16.047	10.956	10.910	18.040	-13.675	11.767	4.293
	7	0.147	0.080	0.023	101335.477	71.027	101560.305	24.528	17.860	16.811	19.478	-7.773	17.860	0.069
	8	0.137	0.095	0.023	101372.766	77.063	101566.383	22.877	16.060	16.292	18.076	-8.293	16.061	0.195
	9	0.124	0.112	0.023	101402.195	84.306	101575.281	21.765	14.770	15.988	17.090	-8.599	14.770	0.099
	10	0.107	0.129	0.023	101422.352	92.756	101587.688	20.962	14.051	15.555	16.704	-9.031	14.053	0.196
					101400.024		101582.943	21.209	14.704	15.236	17.552	-9.349	14.743	0.228
					-0.002		-0.001	-0.787	-0.654	-0.955	0.291	1.556	-0.617	6.434
					101403.000		101596.000	21.025	14.840	14.698	17.978	-9.889	14.883	0.259
f	1	0.167	-0.007	0.046	101423.961	39.999	101596.063	20.903	14.273	15.272	17.043	-9.314	14.273	0.016
	2	0.166	0.017	0.046	101418.266	48.408	101592.984	21.128	14.492	15.375	17.172	-9.211	14.493	-0.086
	3	0.163	0.038	0.046	101404.805	55.615	101581.703	21.704	14.876	15.801	17.279	-8.783	14.880	-0.328
	4	0.158	0.055	0.046	101383.156	61.621	101567.406	22.529	15.556	16.291	17.634	-8.294	15.562	-0.415
g	5	0.151	0.071	0.046	101322.711	67.628	101508.359	16.207	14.805	15.071	17.695	-9.514	14.920	1.852
l	6	0.144	0.085	0.046	101344.703	73.033	101726.523	21.239	14.687	4.562	25.373	-20.023	15.585	5.212
	7	0.136	0.097	0.046	101419.008	77.838	101653.250	21.442	16.570	13.606	19.879	-10.979	16.572	0.278
	8	0.125	0.111	0.046	101419.539	83.843	101601.797	21.086	14.739	15.080	17.538	-9.505	14.739	-0.034
	9	0.110	0.125	0.046	101422.063	91.050	101595.320	20.979	14.356	15.299	17.099	-9.289	14.356	-0.049
	10	0.091	0.140	0.046	101424.047	99.459	101596.031	20.901	14.268	15.273	17.038	-9.312	14.268	0.018
					101405.812		101597.913	21.111	14.867	14.791	17.914	-9.794	14.915	0.255
					-0.003		-0.002	-0.405	-0.183	-0.631	0.356	0.968	-0.216	1.624
					101417.000		101587.000	20.889	14.081	15.374	16.886	-9.212	14.101	-0.091
g'	1	0.167	0.011	0.075	101416.164	45.999	101589.516	21.225	14.495	15.505	17.105	-9.081	14.495	-0.137
	2	0.165	0.028	0.075	101412.164	52.005	101583.016	21.371	14.481	15.717	16.981	-8.869	14.481	-0.140
	3	0.160	0.047	0.075	101405.711	58.612	101569.070	21.626	14.328	16.198	16.604	-8.388	14.329	-0.196
	4	0.154	0.065	0.075	101400.328	65.219	101548.328	21.865	13.824	16.935	15.805	-7.650	13.821	-0.440
	5	0.146	0.082	0.075	101418.477	71.825	101554.266	21.173	12.920	16.749	15.138	-7.836	12.952	-0.915
	6	0.135	0.098	0.075	101435.914	78.432	101605.930	20.470	13.893	14.982	16.933	-9.602	13.947	-1.226
	7	0.123	0.113	0.075	101424.648	85.038	101648.563	20.653	15.801	13.284	19.438	-11.302	15.815	0.661
	8	0.109	0.127	0.075	101423.344	91.645	101598.766	20.783	14.320	15.060	17.202	-9.526	14.324	0.320
	9	0.094	0.138	0.075	101420.102	98.251	101593.867	21.061	14.419	15.353	17.124	-9.237	14.420	-0.165
	10	0.076	0.149	0.075	101416.469	105.46	101589.930	21.213	14.491	15.492	17.109	-9.094	14.492	-0.138
					101417.845		101588.779	21.120	14.284	15.502	16.947	-9.084	14.296	-0.246
					-0.001		-0.002	-1.091	-1.416	-0.829	-0.361	1.414	-1.367	-63.091
					101417.000		101587.000	20.848	14.122	15.294	16.935	-9.293	14.134	-0.238
g	1	0.165	0.024	0.100	101415.297	50.500	101592.484	21.308	14.656	15.465	17.293	-9.175	14.658	-0.239
	2	0.162	0.041	0.100	101417.609	56.555	101585.727	21.164	14.266	15.634	16.844	-8.954	14.268	-0.251
	3	0.156	0.059	0.100	101415.727	63.217	101573.219	21.223	13.885	16.047	16.303	-8.538	13.889	-0.340
	4	0.148	0.077	0.100	101415.227	69.879	101564.969	21.258	13.587	16.344	15.897	-8.241	13.594	-0.456
	5	0.138	0.094	0.100	101418.820	76.540	101568.633	21.147	13.520	16.245	15.902	-8.340	13.539	-0.714
	6	0.126	0.109	0.100	101422.836	83.202	101581.563	21.007	13.789	15.819	16.367	-8.766	13.822	-0.959
	7	0.113	0.123	0.100	101419.008	89.864	101605.711	19.177	13.727	13.368	17.743	-11.217	13.749	0.771
	8	0.098	0.135	0.100	101413.727	96.525	101618.242	19.219	14.279	12.834	18.515	-11.753	14.307	0.897
	9	0.082	0.146	0.100	101411.195	103.19	101587.102	21.286	14.619	15.478	17.227	-9.112	14.620	-0.093
	10	0.062	0.155	0.100	101415.008	110.45	101592.680	21.257	14.668	15.384	17.317	-9.201	14.670	-0.235
					101416.660		101587.119	20.749	14.060	15.220	16.932	-9.369	14.073	-0.148
					0.000		0.000	0.478	0.443	0.486	0.015	-0.817	0.434	60.907

		Presek II		Span 0.1697	R=0.178 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _{m=c_m}	w _f
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
cfx					101214.000		101326.000	29.545	13.629	26.189	13.629	-0.001	13.629	0.001
a	1	0.132	-0.120	-0.100	101185.680	0.100	101325.023	30.338	15.335	26.178	15.335	-0.012	15.335	-0.029
	2	0.144	-0.105	-0.100	101191.867	6.146	101324.906	30.144	14.985	26.158	14.985	-0.034	14.985	-0.001
	3	0.155	-0.088	-0.100	101205.484	12.797	101324.883	29.735	14.196	26.128	14.196	-0.062	14.196	0.032
	4	0.164	-0.069	-0.100	101222.063	19.447	101324.984	29.244	13.179	26.106	13.180	-0.083	13.179	0.023
	5	0.171	-0.050	-0.100	101237.664	26.098	101325.188	28.797	12.155	26.107	12.155	-0.083	12.155	0.017
	6	0.175	-0.030	-0.100	101245.438	32.749	101325.211	28.625	11.603	26.168	11.603	-0.022	11.603	0.000
	7	0.178	-0.009	-0.100	101236.305	39.399	101324.953	28.975	12.231	26.268	12.231	0.078	12.231	-0.017
	8	0.178	0.011	-0.100	101211.883	46.050	101324.805	29.717	13.804	26.317	13.805	0.126	13.804	-0.020
	9	0.175	0.032	-0.100	101191.484	52.701	101324.836	30.241	15.002	26.260	15.002	0.068	15.002	-0.022
	10	0.170	0.054	-0.100	101185.633	59.956	101325.023	30.340	15.338	26.178	15.338	-0.011	15.338	-0.029
					101213.446		101324.977	29.558	13.654	26.190	13.654	-0.001	13.654	-0.004
					0.001		0.001	-0.045	-0.187	-0.002	-0.187	104.38	-0.188	-140.15
					101211.000		101211.000	29.589	13.664	26.187	13.731	-0.004	13.665	0.036
a'	1	0.141	-0.108	-0.075	101206.016	5.000	101347.305	29.795	15.426	25.494	15.442	-0.698	15.426	0.069
	2	0.152	-0.093	-0.075	101230.797	11.006	101358.750	29.072	14.654	25.113	14.694	-1.081	14.654	0.109
	3	0.162	-0.075	-0.075	101256.469	17.613	101366.461	28.310	13.557	24.854	13.624	-1.338	13.558	0.145
	4	0.169	-0.056	-0.075	101276.930	24.219	101367.273	27.691	12.269	24.825	12.347	-1.366	12.271	0.193
	5	0.174	-0.036	-0.075	101277.781	30.826	101348.820	27.664	10.920	25.417	10.949	-0.773	10.922	0.210
	6	0.177	-0.015	-0.075	101214.422	37.432	101283.484	29.536	10.712	27.525	10.795	1.336	10.712	0.061
	7	0.178	0.005	-0.075	101131.031	44.039	101245.313	31.823	13.647	28.747	13.887	2.557	13.649	-0.248
	8	0.176	0.026	-0.075	101140.563	50.646	101285.789	31.553	15.604	27.426	15.654	1.235	15.605	-0.180
	9	0.172	0.046	-0.075	101171.805	57.252	101322.211	30.722	15.932	26.268	15.932	0.078	15.932	-0.031
	10	0.165	0.067	-0.075	101203.727	64.460	101346.039	29.860	15.484	25.532	15.498	-0.658	15.484	0.064
					101206.973		101325.863	29.709	13.999	26.159	14.067	-0.032	14.000	0.023
					0.004		-0.113	-0.404	-2.394	0.109	-2.392	-88.912	-2.394	56.350
					101243.000		101406.000	27.268	14.697	22.726	16.172	-3.467	14.852	0.072
b	1	0.153	-0.091	-0.043	101271.102	11.500	101414.977	27.859	15.307	23.278	15.582	-2.913	15.308	0.194
	2	0.165	-0.068	-0.043	101321.617	19.950	101438.547	26.314	13.561	22.551	14.045	-3.642	13.565	0.356
	3	0.173	-0.041	-0.043	101386.227	29.004	101470.516	24.143	10.941	21.508	11.926	-4.682	10.968	0.772
	4	0.177	-0.023	-0.043	101482.273	35.040	101545.102	20.477	7.194	19.079	10.288	-7.111	7.435	1.878
g	5	0.178	-0.012	-0.043	101715.008	38.662	102112.211	5.304	2.413	0.860	25.865	-25.330	5.234	4.645
l	6	0.178	0.003	-0.043	100755.273	43.491	101023.727	32.602	20.979	24.777	21.235	-1.412	21.189	-2.971
	7	0.177	0.018	-0.043	101017.078	48.320	101275.391	34.745	20.725	27.820	20.879	1.630	20.815	-1.937
	8	0.174	0.037	-0.043	101131.711	54.356	101339.352	31.806	18.701	25.719	18.719	-0.471	18.713	-0.682
	9	0.167	0.062	-0.043	101212.891	62.806	101385.078	29.566	16.934	24.236	17.046	-1.954	16.934	-0.040
	10	0.156	0.086	-0.043	101269.625	71.257	101414.258	27.903	15.353	23.299	15.624	-2.891	15.354	0.190
					101252.913		101415.154	27.386	14.777	22.797	16.123	-3.394	14.916	0.092
					-0.010		-0.009	-0.432	-0.545	-0.313	0.302	2.151	-0.431	-22.021
					101334.000		101499.000	24.755	14.772	19.808	16.600	-6.381	14.789	0.187
c	1	0.162	-0.073	-0.021	101338.859	18.200	101479.180	25.713	14.552	21.197	15.389	-4.993	14.556	0.337
	2	0.171	-0.048	-0.021	101395.445	26.651	101515.508	23.811	12.827	20.053	14.233	-6.139	12.842	0.609
	3	0.177	-0.021	-0.021	101472.555	35.704	101601.281	20.933	11.735	17.314	14.739	-8.876	11.766	0.851
	4	0.178	-0.002	-0.021	101490.320	41.740	101659.789	20.177	13.029	15.407	16.912	-10.783	13.029	0.111
g	5	0.178	0.009	-0.021	101480.242	45.362	101672.430	15.955	10.778	11.763	18.009	-14.427	10.780	-0.174
l	6	0.176	0.026	-0.021	101120.484	50.795	101315.094	17.125	11.613	12.424	18.122	-13.766	11.786	2.010
	7	0.173	0.043	-0.021	101179.398	56.227	101409.109	30.585	19.490	23.553	19.689	-2.637	19.512	-0.928
	8	0.167	0.060	-0.021	101231.297	62.263	101428.484	29.041	17.931	22.843	18.242	-3.347	17.933	-0.231
	9	0.156	0.086	-0.021	101294.977	71.317	101457.281	27.126	15.987	21.915	16.550	-4.276	15.988	0.172
	10	0.145	0.104	-0.021	101337.313	77.957	101478.352	25.763	14.602	21.223	15.428	-4.967	14.606	0.331
					101335.597		101498.631	24.680	14.676	19.788	16.492	-6.402	14.694	0.262
					-0.002		0.000	0.304	0.657	0.099	0.652	-0.325	0.646	-28.548
					101379.000		101552.000	23.274	14.591	18.088	17.019	-8.100	14.619	0.231
d	1	0.171	-0.050	0.000	101402.570	26.000	101547.063	23.531	13.862	19.011	15.616	-7.179	13.868	0.403
	2	0.176	-0.025	0.000	101441.945	34.408	101587.359	22.092	13.174	17.729	15.665	-8.462	13.183	0.491
	3	0.178	-0.006	0.000	101457.781	40.414	101617.266	21.517	13.449	16.796	16.406	-9.394	13.450	0.220
	4	0.178	0.012	0.000	101456.516	46.420	101633.336	21.562	14.142	16.274	17.275	-9.916	14.146	-0.310
g	5	0.175	0.031	0.000	101445.172	52.426	101632.188	20.483	13.854	15.079	17.765	-11.110	13.862	-0.459
l	6	0.171	0.049	0.000	101234.188	58.433	101434.461	16.279	10.775	11.701	18.385	-14.489	11.318	3.461
	7	0.166	0.065	0.000	101269.906	63.838	101481.602	28.049	18.252	21.294	18.901	-4.896	18.256	-0.420

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	C	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	8	0.158	0.082	0.000	101309.125	69.845	101497.094	26.683	16.922	20.630	17.812	-5.559	16.922	0.074
	9	0.149	0.098	0.000	101347.188	75.850	101515.266	25.457	15.683	20.052	16.842	-6.138	15.684	0.209
	10	0.130	0.122	0.000	101399.758	85.460	101544.922	23.632	13.938	19.080	15.652	-7.110	13.944	0.391
					101381.020		101551.727	23.478	14.683	18.275	16.938	-7.915	14.714	0.266
					-0.002		0.000	-0.872	-0.628	-1.023	0.478	2.339	-0.650	-13.092
					101403.000		101582.000	22.464	14.488	17.109	17.336	-9.080	14.542	0.236
e	1	0.176	-0.029	0.021	101430.500	33.000	101587.320	22.512	13.887	17.717	16.269	-8.473	13.888	0.230
	2	0.178	-0.003	0.021	101441.398	41.464	101605.922	22.105	13.980	17.123	16.664	-9.068	13.981	0.081
	3	0.177	0.016	0.021	101438.406	47.511	101612.172	22.262	14.422	16.958	17.125	-9.232	14.423	-0.227
	4	0.175	0.034	0.021	101427.508	53.557	101611.578	22.673	15.018	16.978	17.626	-9.211	15.027	-0.532
g	5	0.169	0.054	0.021	101408.367	60.207	101594.078	18.048	12.153	13.331	17.702	-12.858	12.166	0.571
l	6	0.164	0.070	0.021	101304.141	65.649	101526.711	13.087	8.074	9.193	19.381	-16.996	9.314	4.643
	7	0.156	0.085	0.021	101333.758	71.090	101545.500	26.161	17.619	19.339	18.904	-6.851	17.619	-0.115
	8	0.146	0.101	0.021	101378.391	77.136	101565.039	24.392	15.967	18.441	17.748	-7.749	15.967	0.086
	9	0.132	0.119	0.021	101407.938	84.391	101571.711	23.355	14.596	18.233	16.625	-7.958	14.597	0.109
	10	0.113	0.137	0.021	101430.195	92.856	101587.000	22.524	13.892	17.728	16.267	-8.462	13.894	0.229
					101404.949		101583.357	22.442	14.445	17.108	17.328	-9.082	14.510	0.240
					-0.002		-0.001	0.097	0.296	0.002	0.043	-0.018	0.225	-1.812
					101412.000		101597.000	22.191	14.484	16.688	17.607	-9.505	14.516	0.046
f	1	0.178	-0.007	0.043	101432.477	40.000	101597.367	22.443	14.178	17.399	16.682	-8.792	14.178	-0.012
	2	0.177	0.019	0.043	101426.758	48.408	101597.117	22.649	14.499	17.399	16.957	-8.790	14.500	-0.179
	3	0.173	0.041	0.043	101411.500	55.616	101587.328	23.260	15.017	17.759	17.226	-8.431	15.022	-0.401
	4	0.168	0.059	0.043	101386.141	61.622	101568.219	24.166	15.688	18.377	17.530	-7.813	15.693	-0.383
g	5	0.161	0.076	0.043	101313.641	67.628	101495.797	22.008	14.452	16.478	17.526	-9.711	14.589	1.994
l	6	0.154	0.089	0.043	101388.117	72.433	101795.656	9.012	8.312	1.533	26.207	-24.656	8.880	3.126
	7	0.145	0.103	0.043	101426.320	77.838	101632.977	22.932	15.929	16.477	18.674	-9.713	15.950	-0.821
	8	0.133	0.118	0.043	101424.297	83.844	101597.750	22.747	14.667	17.385	17.109	-8.805	14.670	-0.250
	9	0.120	0.131	0.043	101427.484	89.850	101592.031	22.632	14.263	17.572	16.665	-8.618	14.263	-0.074
	10	0.097	0.149	0.043	101432.469	99.459	101597.102	22.446	14.169	17.409	16.669	-8.781	14.169	-0.007
					101413.053		101600.113	22.184	14.464	16.643	17.649	-9.547	14.503	0.023
					-0.001		-0.003	0.031	0.137	0.270	-0.238	-0.446	0.085	102.502
					101424.000		101579.000	22.332	13.654	17.636	16.202	-8.555	13.681	-0.136
g'	1	0.178	0.013	0.075	101422.500	46.500	101588.805	22.829	14.433	17.686	16.754	-8.504	14.435	-0.251
	2	0.175	0.031	0.075	101418.008	52.506	101583.016	22.981	14.459	17.861	16.689	-8.329	14.462	-0.260
	3	0.170	0.051	0.075	101410.945	59.113	101569.492	23.231	14.320	18.291	16.358	-7.900	14.324	-0.331
	4	0.163	0.070	0.075	101406.500	65.719	101551.555	23.420	13.832	18.893	15.647	-7.297	13.841	-0.498
	5	0.154	0.089	0.075	101424.797	72.326	101559.289	22.782	13.039	18.670	15.066	-7.519	13.056	-0.658
	6	0.143	0.106	0.075	101440.383	78.933	101585.500	22.203	13.230	17.831	15.650	-8.359	13.230	-0.011
	7	0.130	0.122	0.075	101431.078	85.539	101578.281	17.523	10.043	14.233	15.735	-11.958	10.225	1.924
	8	0.115	0.136	0.075	101429.195	92.146	101603.703	22.765	14.705	17.367	17.161	-8.824	14.719	-0.661
	9	0.099	0.148	0.075	101427.070	98.752	101593.070	22.639	14.320	17.534	16.737	-8.660	14.324	-0.308
	10	0.079	0.159	0.075	101422.859	105.96	101589.125	22.816	14.425	17.678	16.752	-8.514	14.427	-0.254
					101423.846		101580.012	22.247	13.604	17.570	16.218	-8.621	13.631	-0.114
					0.000		-0.001	0.381	0.365	0.373	-0.100	-0.760	0.372	19.748
					101424.000		101581.000	22.398	13.756	17.655	16.229	-8.536	13.772	-0.285
g	1	0.176	0.027	0.100	101421.531	51.000	101590.453	22.830	14.534	17.603	16.885	-8.587	14.538	-0.356
	2	0.172	0.045	0.100	101425.086	57.006	101586.031	22.730	14.165	17.775	16.481	-8.418	14.170	-0.366
	3	0.166	0.064	0.100	101423.828	63.613	101574.508	22.759	13.752	18.130	15.947	-8.061	13.760	-0.464
	4	0.157	0.083	0.100	101423.109	70.219	101567.133	22.785	13.473	18.366	15.591	-7.823	13.486	-0.584
	5	0.147	0.101	0.100	101425.695	76.826	101570.445	22.722	13.469	18.287	15.630	-7.903	13.486	-0.677
	6	0.134	0.117	0.100	101428.688	83.433	101580.391	22.647	13.734	17.999	16.001	-8.192	13.745	-0.546
	7	0.120	0.132	0.100	101431.844	90.039	101582.852	22.013	13.358	17.482	15.959	-8.708	13.375	0.677
	8	0.104	0.144	0.100	101422.555	96.646	101581.156	20.141	12.568	15.737	16.353	-10.454	12.573	0.384
	9	0.087	0.155	0.100	101417.141	103.25	101593.281	23.078	14.922	17.590	17.240	-8.605	14.941	-0.757
	10	0.067	0.165	0.100	101420.883	110.59	101590.250	22.863	14.567	17.619	16.906	-8.573	14.572	-0.371
					101424.377		101581.359	22.414	13.804	17.644	16.267	-8.548	13.810	-0.296
					0.000		0.000	-0.068	-0.346	0.063	-0.233	-0.136	0.315	-3.661

		Presek II'			Span 0.2424	R=0.190mm									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				101214.000		101326.000	31.126	13.638	27.955	13.638	-0.001	13.638	-0.001	
a	1	0.141	-0.128	-0.100	101185.328	0.100	101325.039	31.890	15.356	27.950	15.356	-0.006	15.356	-0.034	
	2	0.153	-0.112	-0.100	101190.977	6.146	101324.914	31.715	15.035	27.927	15.035	-0.030	15.035	-0.003	
	3	0.165	-0.094	-0.100	101204.352	12.797	101324.875	31.331	14.262	27.897	14.262	-0.058	14.262	0.034	
	4	0.175	-0.074	-0.100	101220.891	19.447	101324.977	30.864	13.254	27.874	13.254	-0.082	13.254	0.024	
	5	0.182	-0.053	-0.100	101236.719	26.098	101325.188	30.430	12.219	27.870	12.219	-0.085	12.219	0.018	
	6	0.187	-0.032	-0.100	101245.242	32.749	101325.250	30.249	11.620	27.928	11.620	-0.027	11.620	0.000	
	7	0.190	-0.010	-0.100	101237.344	39.399	101324.984	30.550	12.162	28.025	12.162	0.070	12.162	-0.019	
	8	0.190	0.012	-0.100	101213.414	46.050	101324.805	31.249	13.710	28.082	13.711	0.126	13.710	-0.028	
	9	0.187	0.034	-0.100	101192.219	52.701	101324.859	31.771	14.962	28.030	14.962	0.072	14.962	-0.029	
	10	0.181	0.057	-0.100	101185.305	59.956	101325.063	31.892	15.359	27.950	15.359	-0.005	15.359	-0.034	
					101213.316		101324.991	31.138	13.663	27.956	13.663	0.000	13.663	-0.006	
					0.001		0.001	-0.040	-0.180	-0.001	-0.180	694.63	-0.180	-87.249	
					101212.000		101325.000	31.159	13.665	27.953	13.721	-0.004	13.666	-0.007	
a'	1	0.150	-0.117	-0.075	101202.438	4.500	101344.844	31.452	15.492	27.374	15.504	-0.583	15.493	0.050	
	2	0.161	-0.100	-0.075	101227.398	10.506	101357.305	30.768	14.775	26.992	14.807	-0.967	14.775	0.097	
	3	0.172	-0.081	-0.075	101253.141	17.113	101365.555	30.044	13.718	26.732	13.774	-1.226	13.719	0.135	
	4	0.180	-0.061	-0.075	101273.930	23.719	101367.188	29.452	12.479	26.678	12.546	-1.278	12.480	0.183	
	5	0.186	-0.040	-0.075	101277.516	30.326	101352.172	29.349	11.193	27.131	11.225	-0.824	11.195	0.183	
	6	0.189	-0.018	-0.075	101226.414	36.932	101295.484	30.786	10.759	28.845	10.795	0.890	10.759	-0.013	
	7	0.190	0.004	-0.075	101141.070	43.539	101246.758	33.036	13.139	30.310	13.353	2.354	13.144	-0.345	
	8	0.188	0.026	-0.075	101138.672	50.145	101278.953	33.080	15.323	29.317	15.385	1.361	15.325	-0.269	
	9	0.184	0.047	-0.075	101168.102	56.752	101317.359	32.332	15.870	28.169	15.871	0.214	15.870	-0.079	
	10	0.177	0.070	-0.075	101200.063	63.960	101343.383	31.516	15.544	27.417	15.553	-0.539	15.544	0.043	
					101206.590		101324.897	31.292	13.981	27.955	14.041	-0.002	13.982	-0.019	
					0.005		0.000	-0.425	-2.261	-0.007	-2.274	94.922	-2.262	-63.241	
					101244.000		101405.000	28.907	14.592	24.663	16.108	-3.294	14.837	0.147	
b	1	0.163	-0.097	-0.040	101274.492	11.700	101419.078	29.422	15.356	25.097	15.621	-2.859	15.357	0.203	
	2	0.176	-0.072	-0.040	101325.344	20.151	101443.031	27.953	13.630	24.405	14.091	-3.555	13.635	0.369	
	3	0.185	-0.043	-0.040	101387.648	29.204	101473.094	26.005	11.120	23.495	12.007	-4.461	11.148	0.781	
	4	0.189	-0.024	-0.040	101476.773	35.240	101537.352	22.895	7.579	21.527	10.105	-6.429	7.797	1.829	
g	5	0.190	-0.012	-0.040	101711.641	38.862	101926.211	11.264	1.219	9.791	18.998	-18.164	5.569	5.434	
l	6	0.190	0.004	-0.040	100704.844	43.690	100930.273	30.785	18.932	24.188	19.412	-3.767	19.043	-2.052	
	7	0.189	0.022	-0.040	101020.031	49.123	101267.180	36.022	20.268	29.726	20.423	1.771	20.346	-1.778	
	8	0.185	0.042	-0.040	101134.820	55.159	101337.789	33.198	18.492	27.563	18.508	-0.392	18.503	-0.657	
	9	0.178	0.067	-0.040	101213.695	63.006	101386.188	31.121	16.960	26.094	17.062	-1.861	16.960	-0.057	
	10	0.166	0.092	-0.040	101272.945	71.457	101418.305	29.466	15.403	25.119	15.663	-2.836	15.404	0.198	
					101248.804		101402.187	29.035	14.677	24.848	15.778	-3.108	14.859	0.158	
					-0.005		0.003	-0.444	-0.582	-0.744	2.090	5.969	-0.151	-7.048	
					101337.000		101500.000	26.443	14.736	21.900	16.466	-6.056	14.755	0.270	
c	1	0.173	-0.078	-0.020	101341.148	18.300	101479.750	27.436	14.551	23.257	15.294	-4.699	14.555	0.340	
	2	0.183	-0.051	-0.020	101396.906	26.737	101513.609	25.685	12.807	22.257	14.032	-5.700	12.823	0.625	
	3	0.187	-0.032	-0.020	101450.203	32.762	101562.211	23.896	11.707	20.810	13.748	-7.146	11.745	0.950	
	4	0.190	-0.010	-0.020	101509.266	39.390	101656.844	21.710	12.179	17.953	15.782	-10.002	12.208	0.843	
g	5	0.190	0.010	-0.020	101495.836	45.416	101682.414	20.935	13.277	16.185	17.743	-11.770	13.278	-0.131	
l	6	0.188	0.028	-0.020	101104.000	50.840	101304.508	17.886	11.369	13.649	18.393	-14.306	11.560	2.091	
	7	0.184	0.046	-0.020	101171.703	56.264	101397.016	32.312	19.369	25.850	19.501	-2.105	19.387	-0.830	
	8	0.179	0.065	-0.020	101228.391	62.290	101423.047	30.724	17.879	24.985	18.125	-2.970	17.880	-0.200	
	9	0.168	0.088	-0.020	101287.641	70.124	101453.078	29.053	16.253	24.081	16.709	-3.874	16.254	0.151	
	10	0.155	0.110	-0.020	101338.992	77.958	101478.648	27.502	14.622	23.291	15.352	-4.665	14.626	0.331	
					101337.474		101497.130	26.456	14.665	21.962	16.308	-5.993	14.687	0.349	
					0.000		0.003	-0.049	0.486	-0.284	0.969	1.043	0.462	-22.538	
					101384.000		101552.000	24.999	14.560	20.278	16.818	-7.678	14.587	0.290	
d	1	0.182	-0.055	0.000	101403.414	25.500	101541.930	25.450	13.799	21.381	15.290	-6.574	13.805	0.408	
	2	0.188	-0.028	0.000	101448.531	33.950	101585.406	23.920	12.984	20.081	15.197	-7.876	12.998	0.589	
	3	0.190	-0.008	0.000	101471.016	39.986	101623.750	23.149	13.288	18.952	16.055	-9.003	13.293	0.383	
	4	0.190	0.012	0.000	101470.492	46.022	101644.289	23.172	14.168	18.335	17.127	-9.620	14.170	-0.174	
g	5	0.187	0.034	0.000	101453.516	52.662	101640.414	21.208	13.464	16.381	17.759	-11.574	13.469	-0.391	
l	6	0.183	0.051	0.000	101223.453	58.095	101440.641	15.918	9.894	11.955	19.143	-16.000	10.510	3.545	

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
		7	0.177	0.068	0.000	101263.523	63.527	101470.680	29.886	18.206	23.700	18.698	-4.255	18.207	-0.261
		8	0.169	0.087	0.000	101306.492	69.563	101491.570	28.497	16.940	22.916	17.674	-5.039	16.940	0.114
		9	0.157	0.107	0.000	101355.633	76.807	101516.258	27.010	15.415	22.179	16.464	-5.778	15.417	0.224
		10	0.139	0.129	0.000	101402.125	85.257	101541.063	25.494	13.836	21.409	15.312	-6.547	13.842	0.401
						101385.215		101552.262	25.058	14.546	20.356	16.743	-7.600	14.581	0.336
						-0.001		0.000	-0.236	0.092	-0.381	0.446	1.020	0.035	-13.472
						101409.000		101582.000	24.202	14.468	19.346	17.096	-8.610	14.520	0.248
e	1	0.187	-0.032	0.020	101437.594	32.800	101585.719	24.298	13.699	20.066	15.811	-7.890	13.702	0.283	
	2	0.190	-0.004	0.020	101452.797	41.236	101611.141	23.763	13.866	19.299	16.347	-8.658	13.867	0.134	
	3	0.189	0.016	0.020	101449.977	47.262	101620.313	23.902	14.430	19.055	16.955	-8.901	14.431	-0.203	
	4	0.186	0.038	0.020	101434.703	53.891	101617.805	24.441	15.196	19.135	17.579	-8.820	15.206	-0.566	
g	5	0.181	0.057	0.020	101412.594	59.917	101598.523	21.615	13.695	16.722	17.714	-11.234	13.696	0.125	
l	6	0.175	0.074	0.020	101297.594	65.341	101529.750	14.670	8.721	10.819	19.793	-17.136	9.906	4.699	
	7	0.167	0.090	0.020	101331.578	70.765	101536.039	27.976	17.528	21.805	18.576	-6.151	17.528	0.042	
	8	0.157	0.107	0.020	101382.383	76.790	101561.484	26.153	15.847	20.806	17.385	-7.150	15.847	0.038	
	9	0.141	0.128	0.020	101413.289	84.624	101567.359	25.144	14.367	20.636	16.125	-7.321	14.367	0.125	
	10	0.122	0.146	0.020	101436.648	92.458	101584.695	24.332	13.712	20.099	15.806	-7.858	13.715	0.280	
						101410.516		101583.735	24.317	14.508	19.452	17.065	-8.504	14.569	0.240
						-0.001		-0.002	-0.471	-0.279	-0.543	0.180	1.243	-0.342	3.533
						101418.000		101598.000	23.752	14.271	18.885	17.305	-9.072	14.316	0.059
f	1	0.190	-0.010	0.040	101441.477	39.300	101598.906	24.170	14.039	19.674	16.300	-8.281	14.039	0.020	
	2	0.189	0.018	0.040	101437.094	47.736	101603.023	24.307	14.461	19.536	16.734	-8.419	14.462	-0.190	
	3	0.186	0.037	0.040	101424.008	53.763	101596.445	24.795	14.961	19.769	17.059	-8.187	14.967	-0.397	
	4	0.180	0.061	0.040	101391.961	60.994	101572.016	25.877	15.761	20.519	17.432	-7.436	15.767	-0.447	
g	5	0.173	0.079	0.040	101312.531	67.020	101500.844	25.843	16.019	20.246	17.816	-7.709	16.062	1.168	
l	6	0.166	0.092	0.040	101411.539	71.664	101895.758	3.114	2.267	-0.418	28.574	-28.407	3.086	2.093	
	7	0.165	0.093	0.040	101412.703	71.841	101840.188	7.527	6.358	2.100	26.846	-25.855	7.228	3.438	
	8	0.157	0.107	0.040	101433.961	76.662	101622.641	24.291	15.319	18.840	17.840	-9.116	15.335	-0.702	
	9	0.145	0.123	0.040	101427.688	82.688	101591.273	24.648	14.533	19.907	16.616	-8.049	14.536	-0.305	
	10	0.128	0.140	0.040	101433.008	89.919	101587.883	24.469	14.081	20.013	16.167	-7.944	14.081	-0.030	
						101417.516		101603.415	23.799	14.402	18.793	17.554	-9.162	14.458	-0.011
						0.000		-0.005	-0.197	-0.911	0.488	-1.419	-0.988	-0.982	-621.61
						101429.000		101574.000	24.167	13.380	20.085	15.622	-7.871	13.418	-0.125
g'	1	0.189	0.014	0.075	101428.680	46.700	101588.125	24.626	14.349	20.011	16.404	-7.944	14.352	-0.295	
	2	0.187	0.034	0.075	101423.648	52.736	101583.508	24.786	14.444	20.141	16.426	-7.815	14.447	-0.314	
	3	0.182	0.055	0.075	101416.188	59.376	101570.617	25.024	14.323	20.517	16.144	-7.439	14.328	-0.381	
	4	0.174	0.076	0.075	101412.305	66.016	101553.672	25.169	13.804	21.041	15.447	-6.915	13.813	-0.503	
	5	0.164	0.096	0.075	101428.898	72.655	101559.492	24.642	13.045	20.897	14.846	-7.059	13.061	-0.645	
	6	0.152	0.114	0.075	101439.813	79.295	101569.711	24.256	12.829	20.580	14.806	-7.375	12.838	-0.492	
	7	0.138	0.131	0.075	101437.297	85.934	101552.266	21.335	10.097	18.691	13.842	-9.266	10.286	1.962	
	8	0.122	0.146	0.075	101436.203	92.574	101587.164	23.821	13.574	19.572	15.957	-8.383	13.578	-0.309	
	9	0.104	0.159	0.075	101434.180	99.214	101590.469	24.445	14.124	19.952	16.240	-8.009	14.129	-0.360	
	10	0.083	0.171	0.075	101428.875	106.46	101588.227	24.619	14.342	20.009	16.399	-7.947	14.345	-0.295	
						101429.058		101573.538	24.219	13.403	20.134	15.582	-7.822	13.430	-0.145
						0.000		0.000	-0.215	-0.173	-0.242	0.257	0.626	-0.095	-13.878
						101431.000		101573.000	24.229	13.327	20.215	15.444	-7.741	13.340	-0.269
g	1	0.188	0.028	0.100	101426.516	51.000	101587.961	24.723	14.479	20.037	16.507	-7.919	14.484	-0.390	
	2	0.184	0.048	0.100	101431.656	57.006	101586.781	24.519	14.112	20.049	16.180	-7.909	14.116	-0.365	
	3	0.177	0.069	0.100	101431.258	63.613	101576.773	24.520	13.689	20.340	15.672	-7.617	13.696	-0.465	
	4	0.168	0.089	0.100	101430.094	70.220	101568.891	24.551	13.393	20.569	15.306	-7.387	13.405	-0.576	
	5	0.157	0.107	0.100	101431.516	76.826	101569.922	24.514	13.354	20.548	15.284	-7.407	13.369	-0.634	
	6	0.143	0.125	0.100	101433.375	83.432	101574.164	24.487	13.454	20.452	15.414	-7.503	13.465	-0.556	
	7	0.128	0.140	0.100	101435.484	90.039	101572.234	24.405	13.236	20.503	15.191	-7.452	13.238	-0.259	
	8	0.111	0.154	0.100	101438.016	96.646	101549.578	23.121	11.254	20.177	13.709	-7.778	11.290	0.897	
	9	0.093	0.166	0.100	101423.445	103.25	101563.813	23.156	12.720	19.361	15.358	-8.599	12.720	0.043	
	10	0.071	0.176	0.100	101425.555	110.46	101587.133	24.774	14.506	20.079	16.512	-7.879	14.512	-0.425	
						101431.185		101572.625	24.218	13.317	20.209	15.427	-7.747	13.327	-0.251
						0.000		0.000	0.046	0.072	0.028	0.111	-0.076	0.098	7.407

		Presek II''			Span 0.30303	R=0.200 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101214.000		101326.000	32.452	13.633	29.427	13.633	-0.001	13.633	-0.002
a	1	0.148	-0.135	-0.100	101185.250	0.100	101325.055	33.193	15.361	29.426	15.361	-0.001	15.361	-0.038
	2	0.161	-0.118	-0.100	101190.320	6.146	101324.906	33.037	15.071	29.401	15.071	-0.027	15.071	-0.005
	3	0.174	-0.099	-0.100	101203.469	12.796	101324.867	32.673	14.314	29.371	14.314	-0.056	14.314	0.035
	4	0.184	-0.078	-0.100	101219.953	19.447	101324.961	32.225	13.313	29.346	13.313	-0.080	13.313	0.025
	5	0.192	-0.056	-0.100	101235.977	26.098	101325.172	31.801	12.269	29.339	12.269	-0.087	12.269	0.019
	6	0.197	-0.034	-0.100	101245.203	32.748	101325.281	31.611	11.625	29.396	11.625	-0.031	11.625	0.001
	7	0.200	-0.010	-0.100	101238.594	39.399	101325.000	31.865	12.076	29.488	12.076	0.062	12.076	-0.022
	8	0.200	0.013	-0.100	101215.234	46.050	101324.805	32.532	13.599	29.553	13.599	0.127	13.599	-0.033
	9	0.197	0.036	-0.100	101193.164	52.700	101324.852	33.056	14.907	29.507	14.908	0.077	14.907	-0.034
	10	0.191	0.060	-0.100	101185.219	59.956	101325.070	33.195	15.363	29.426	15.363	0.000	15.363	-0.039
					101213.411		101324.992	32.464	13.656	29.428	13.657	0.000	13.656	-0.008
					0.001		0.001	-0.036	-0.171	-0.002	-0.171	-232.55	-0.171	-73.794
					101212.000		101325.000	32.480	13.661	29.422	13.711	-0.006	13.662	-0.032
a'	1	0.157	-0.124	-0.075	101199.789	4.200	101342.844	32.831	15.531	28.926	15.539	-0.501	15.531	0.040
	2	0.169	-0.106	-0.075	101225.109	10.236	101356.250	32.173	14.850	28.544	14.877	-0.886	14.850	0.086
	3	0.180	-0.086	-0.075	101251.063	16.876	101364.969	31.475	13.817	28.283	13.865	-1.146	13.817	0.123
	4	0.189	-0.065	-0.075	101272.141	23.515	101367.102	30.901	12.600	28.216	12.659	-1.212	12.601	0.170
	5	0.195	-0.042	-0.075	101277.359	30.155	101353.992	30.759	11.341	28.592	11.372	-0.835	11.342	0.161
	6	0.199	-0.020	-0.075	101232.766	36.794	101302.180	31.960	10.803	30.079	10.822	0.653	10.803	-0.058
	7	0.200	0.004	-0.075	101148.055	43.434	101248.852	34.119	12.852	31.603	13.041	2.177	12.858	-0.397
	8	0.198	0.027	-0.075	101138.570	50.074	101275.281	34.333	15.120	30.825	15.187	1.397	15.123	-0.309
	9	0.194	0.049	-0.075	101166.516	56.713	101314.602	33.649	15.806	29.706	15.809	0.279	15.806	-0.099
	10	0.186	0.073	-0.075	101198.727	63.957	101342.172	32.858	15.552	28.945	15.560	-0.482	15.552	0.036
					101206.632		101324.465	32.615	13.963	29.438	14.016	0.010	13.964	-0.043
					0.005		0.001	-0.415	-2.161	-0.054	-2.177	-158.82	-2.162	-25.213
					101244.000		101405.000	30.256	14.475	26.240	16.040	-3.188	14.791	0.199
b	1	0.173	-0.101	-0.037	101277.828	12.000	101422.344	30.729	15.361	26.615	15.618	-2.813	15.362	0.205
	2	0.185	-0.075	-0.037	101328.656	20.436	101446.289	29.324	13.647	25.956	14.087	-3.475	13.652	0.360
	3	0.195	-0.045	-0.037	101388.734	29.475	101474.414	27.549	11.213	25.153	12.023	-4.274	11.238	0.751
	4	0.199	-0.024	-0.037	101472.391	35.501	101531.438	24.821	7.833	23.491	9.975	-5.936	8.017	1.705
g	5	0.200	-0.009	-0.037	101771.336	39.719	102077.695	10.413	-0.835	7.842	22.645	-21.584	6.851	6.800
l	6	0.200	0.005	-0.037	100658.938	43.937	100848.180	26.251	15.696	21.025	17.822	-8.401	15.718	-0.827
	7	0.199	0.024	-0.037	101008.531	49.361	101253.727	37.441	20.162	31.501	20.343	2.075	20.237	-1.739
	8	0.195	0.045	-0.037	101130.883	55.387	101332.719	34.543	18.444	29.200	18.456	-0.227	18.455	-0.629
	9	0.187	0.071	-0.037	101214.078	63.221	101386.547	32.442	16.968	27.652	17.061	-1.775	16.968	-0.046
	10	0.174	0.098	-0.037	101275.602	71.658	101421.227	30.790	15.427	26.646	15.677	-2.781	15.428	0.199
					101251.680		101406.162	29.964	14.354	26.018	15.801	-3.409	14.678	0.300
					-0.008		-0.001	0.976	0.844	0.851	1.510	-6.481	0.772	-33.810
					101339.000		101500.000	27.836	14.686	23.587	16.365	-5.840	14.707	0.328
c	1	0.183	-0.082	-0.019	101342.406	18.300	101479.789	28.895	14.553	24.961	15.226	-4.466	14.557	0.318
	2	0.193	-0.054	-0.019	101396.781	26.737	101511.016	27.277	12.799	24.083	13.883	-5.347	12.813	0.601
	3	0.199	-0.023	-0.019	101487.523	35.775	101600.586	24.341	11.279	21.539	13.813	-7.887	11.339	1.165
	4	0.200	-0.002	-0.019	101527.938	41.801	101691.883	22.884	12.868	18.911	16.633	-10.516	12.887	0.693
g	5	0.200	0.013	-0.019	101508.047	46.019	101713.305	18.021	10.905	14.347	18.610	-15.080	10.905	-0.030
l	6	0.198	0.029	-0.019	101085.859	50.778	101313.148	15.886	9.618	12.482	19.586	-16.943	9.827	2.013
	7	0.195	0.046	-0.019	101156.375	55.663	101384.852	34.037	19.555	27.847	19.636	-1.580	19.573	-0.836
	8	0.189	0.066	-0.019	101219.547	61.688	101415.656	32.300	18.004	26.817	18.193	-2.610	18.005	-0.186
	9	0.178	0.091	-0.019	101283.375	69.522	101450.359	30.593	16.396	25.828	16.787	-3.599	16.397	0.149
	10	0.163	0.116	-0.019	101340.281	77.958	101478.758	28.958	14.626	24.991	15.287	-4.436	14.629	0.311
					101340.327		101500.709	27.653	14.519	23.476	16.322	-5.951	14.543	0.373
					-0.001		-0.001	0.664	1.151	0.472	0.262	-1.861	1.126	-11.841
					101387.000		101553.000	26.460	14.552	22.054	16.690	-7.374	14.578	0.329
d	1	0.191	-0.058	0.000	101405.313	25.500	101538.836	26.998	13.684	23.270	15.011	-6.157	13.690	0.402
	2	0.198	-0.030	0.000	101454.141	33.908	101584.406	25.433	12.798	21.971	14.826	-7.458	12.814	0.653
	3	0.200	-0.009	0.000	101482.688	39.914	101630.016	24.501	13.116	20.689	15.768	-8.738	13.126	0.510
	4	0.200	0.012	0.000	101482.945	45.920	101654.836	24.501	14.175	19.984	17.032	-9.443	14.175	-0.077
g	5	0.197	0.037	0.000	101458.852	53.196	101677.242	16.220	9.821	12.909	19.198	-16.496	9.822	-0.083
l	6	0.193	0.054	0.000	101213.391	57.933	101447.398	15.770	9.376	12.229	19.872	-17.197	9.957	3.352

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.188	0.070	0.000	101252.945	62.738	101462.172	31.640	18.422	25.724	18.791	-3.703	18.423	-0.201
	8	0.179	0.089	0.000	101299.398	68.744	101485.398	30.141	17.107	24.816	17.718	-4.611	17.108	0.151
	9	0.166	0.112	0.000	101356.313	76.551	101514.469	28.512	15.405	23.993	16.337	-5.435	15.406	0.209
	10	0.147	0.135	0.000	101402.453	84.960	101537.008	27.090	13.773	23.326	15.069	-6.102	13.778	0.384
					101388.892		101556.041	26.092	14.280	21.792	16.723	-7.634	14.311	0.365
					-0.002		-0.003	1.410	1.903	1.200	-0.193	-3.405	1.871	-9.694
					101412.000		101583.000	25.675	14.468	21.156	16.940	-8.271	14.516	0.265
e	1	0.197	-0.033	0.019	101443.023	32.800	101584.492	25.800	13.527	21.968	15.451	-7.460	13.531	0.331
	2	0.200	-0.004	0.019	101462.625	41.208	101616.297	25.146	13.753	21.052	16.104	-8.375	13.755	0.199
	3	0.199	0.017	0.019	101459.844	47.214	101627.852	25.275	14.431	20.750	16.839	-8.676	14.432	-0.169
	4	0.196	0.040	0.019	101441.500	53.821	101623.969	25.890	15.310	20.870	17.549	-8.557	15.321	-0.581
g	5	0.191	0.060	0.019	101415.016	59.827	101603.227	22.432	13.559	17.870	17.816	-11.557	13.559	0.080
l	6	0.184	0.078	0.019	101291.797	65.233	101512.531	18.047	10.503	13.918	19.299	-15.508	11.488	4.654
	7	0.176	0.095	0.019	101331.383	70.638	101533.906	29.399	17.541	23.592	18.487	-5.834	17.542	0.193
	8	0.165	0.113	0.019	101386.406	76.644	101559.453	27.599	15.706	22.695	17.088	-6.733	15.706	0.028
	9	0.149	0.134	0.019	101415.438	84.452	101562.977	26.705	14.226	22.601	15.780	-6.827	14.227	0.134
	10	0.129	0.153	0.019	101441.242	92.259	101582.531	25.860	13.548	22.026	15.441	-7.402	13.552	0.324
					101415.173		101584.052	25.832	14.526	21.305	16.845	-8.122	14.578	0.269
					-0.003		-0.001	-0.609	-0.397	-0.701	0.564	1.839	-0.420	-1.183
					101423.000		101600.000	25.171	14.229	20.663	17.155	-8.766	14.277	0.083
f	1	0.200	-0.011	0.037	101448.883	39.200	101600.859	25.615	13.918	21.505	16.015	-7.922	13.918	0.067
	2	0.199	0.018	0.037	101445.250	47.636	101608.352	25.716	14.449	21.273	16.591	-8.153	14.450	-0.180
	3	0.196	0.039	0.037	101430.313	53.663	101601.523	26.236	15.032	21.500	16.999	-7.927	15.037	-0.413
	4	0.190	0.063	0.037	101393.484	60.894	101573.398	27.411	15.904	22.320	17.426	-7.106	15.911	-0.488
g	5	0.182	0.083	0.037	101300.023	66.920	101484.484	24.969	14.828	20.023	17.633	-9.403	14.917	1.628
l	6	0.175	0.096	0.037	101420.195	71.139	101913.148	5.500	4.590	1.106	28.828	-28.321	5.388	2.820
	7	0.165	0.112	0.037	101436.328	76.562	101614.383	26.217	15.293	21.287	17.334	-8.140	15.304	-0.572
	8	0.153	0.129	0.037	101429.188	82.588	101584.758	26.257	14.382	21.967	16.203	-7.461	14.384	-0.222
	9	0.135	0.147	0.037	101436.570	89.819	101584.492	26.025	13.935	21.982	15.799	-7.447	13.935	0.028
	10	0.111	0.167	0.037	101448.648	98.858	101600.250	25.625	13.906	21.524	15.995	-7.904	13.907	0.072
					101424.594		101604.602	25.098	14.150	20.598	17.217	-8.830	14.197	0.025
					-0.002		-0.005	0.290	0.557	0.316	-0.361	-0.725	0.564	235.605
					101432.000		101577.000	25.606	13.421	21.765	15.589	-7.663	13.479	-0.083
g'	1	0.199	0.016	0.075	101433.031	47.000	101587.813	26.144	14.294	21.889	16.162	-7.538	14.297	-0.285
	2	0.197	0.037	0.075	101427.484	53.026	101583.852	26.315	14.443	21.996	16.245	-7.431	14.446	-0.318
	3	0.191	0.059	0.075	101419.789	59.655	101571.219	26.544	14.326	22.344	15.986	-7.084	14.331	-0.383
	4	0.183	0.081	0.075	101416.656	66.284	101555.328	26.647	13.781	22.802	15.299	-6.625	13.790	-0.494
	5	0.172	0.102	0.075	101432.203	72.912	101561.641	26.184	13.118	22.651	14.780	-6.776	13.136	-0.691
	6	0.159	0.121	0.075	101439.977	79.541	101569.820	25.935	13.012	22.419	14.803	-7.008	13.039	-0.848
	7	0.144	0.138	0.075	101436.742	86.169	101568.336	22.293	10.810	19.446	14.776	-9.982	10.897	1.379
	8	0.127	0.154	0.075	101440.406	92.791	101586.602	24.770	13.208	20.948	15.703	-8.479	13.218	0.499
	9	0.109	0.168	0.075	101439.406	99.427	101589.930	25.977	14.025	21.867	15.937	-7.565	14.028	-0.293
	10	0.087	0.180	0.075	101433.359	106.66	101587.938	26.133	14.280	21.886	16.152	-7.542	14.283	-0.283
					101432.251		101575.690	25.630	13.450	21.798	15.534	-7.630	13.468	-0.156
					0.000		0.001	-0.097	-0.218	-0.153	0.353	0.437	0.078	-46.832
					101435.000		101574.000	25.680	13.291	21.951	15.302	-7.476	13.318	-0.223
g	1	0.198	0.030	0.100	101429.016	51.000	101585.391	26.317	14.442	21.997	16.245	-7.429	14.447	-0.356
	2	0.194	0.051	0.100	101435.836	57.036	101587.508	26.056	14.115	21.902	15.999	-7.527	14.118	-0.309
	3	0.186	0.073	0.100	101436.281	63.676	101578.563	26.025	13.671	22.142	15.496	-7.285	13.677	-0.416
	4	0.177	0.094	0.100	101434.875	70.316	101570.367	26.062	13.362	22.370	15.121	-7.057	13.373	-0.536
	5	0.165	0.113	0.100	101435.633	76.955	101570.117	26.037	13.300	22.376	15.066	-7.051	13.314	-0.611
	6	0.150	0.132	0.100	101436.977	83.595	101572.625	26.025	13.348	22.332	15.130	-7.095	13.364	-0.648
	7	0.134	0.148	0.100	101438.609	90.234	101570.984	25.985	13.167	22.392	14.946	-7.036	13.187	-0.724
	8	0.116	0.163	0.100	101441.422	96.874	101563.211	24.556	11.892	21.478	14.301	-7.951	11.892	0.133
	9	0.097	0.175	0.100	101429.273	103.51	101565.820	24.055	12.278	20.665	15.143	-8.767	12.341	1.240
	10	0.074	0.186	0.100	101428.539	110.76	101584.828	26.330	14.445	22.012	16.241	-7.416	14.450	-0.361
					101435.238		101574.196	25.672	13.302	21.943	15.295	-7.485	13.317	-0.234
					0.000		0.000	0.029	-0.082	0.039	0.041	-0.118	0.003	-4.633

		Presek III		Span 0.3333	R=0.205 m									
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101214.000		101326.000	33.118	13.628	30.162	13.628	0.000	13.628	-0.003
a	1	0.152	-0.138	-0.100	101185.211	0.100	101325.086	33.850	15.364	30.163	15.364	0.001	15.364	-0.043
	2	0.165	-0.121	-0.100	101190.008	6.146	101324.898	33.702	15.088	30.138	15.088	-0.026	15.088	-0.007
	3	0.178	-0.101	-0.100	101203.031	12.797	101324.867	33.348	14.339	30.108	14.340	-0.054	14.339	0.036
	4	0.189	-0.080	-0.100	101219.508	19.447	101324.953	32.907	13.341	30.082	13.341	-0.079	13.341	0.025
	5	0.197	-0.058	-0.100	101235.609	26.098	101325.141	32.488	12.292	30.073	12.293	-0.088	12.292	0.019
	6	0.202	-0.034	-0.100	101245.219	32.749	101325.289	32.293	11.625	30.128	11.625	-0.033	11.625	0.002
	7	0.205	-0.011	-0.100	101239.289	39.399	101325.023	32.525	12.029	30.220	12.029	0.058	12.029	-0.022
	8	0.205	0.013	-0.100	101216.266	46.050	101324.828	33.174	13.535	30.288	13.536	0.126	13.535	-0.033
	9	0.202	0.037	-0.100	101193.742	52.701	101324.859	33.702	14.875	30.244	14.875	0.080	14.875	-0.036
	10	0.195	0.062	-0.100	101185.195	59.956	101325.086	33.852	15.367	30.163	15.367	0.002	15.367	-0.043
					101213.504		101324.995	33.130	13.651	30.163	13.651	0.001	13.651	-0.009
					0.000		0.001	-0.035	-0.169	-0.003	-0.169	-185.4	-0.169	-69.074
					101212.000		101325.000	33.140	13.642	30.159	13.689	-0.004	13.643	-0.043
a'	1	0.161	-0.127	-0.075	101198.234	4.000	101341.672	33.527	15.552	29.703	15.559	-0.459	15.552	0.034
	2	0.173	-0.110	-0.075	101223.586	10.006	101355.563	32.886	14.900	29.320	14.924	-0.844	14.901	0.079
	3	0.185	-0.089	-0.075	101249.523	16.613	101364.578	32.205	13.890	29.057	13.934	-1.106	13.890	0.114
	4	0.194	-0.067	-0.075	101270.844	23.219	101367.195	31.636	12.696	28.977	12.752	-1.185	12.697	0.160
	5	0.200	-0.045	-0.075	101277.734	29.826	101355.898	31.451	11.451	29.293	11.485	-0.869	11.452	0.154
	6	0.204	-0.021	-0.075	101239.453	36.432	101308.680	32.462	10.800	30.613	10.810	0.452	10.800	-0.056
	7	0.205	0.002	-0.075	101154.836	43.039	101250.898	34.590	12.556	32.228	12.732	2.067	12.563	-0.405
	8	0.203	0.026	-0.075	101137.258	49.646	101137.258	34.999	14.933	31.651	15.011	1.490	14.937	-0.337
	9	0.199	0.049	-0.075	101163.477	56.252	101310.820	34.367	15.764	30.538	15.769	0.376	15.764	-0.119
	10	0.191	0.074	-0.075	101195.766	63.460	101339.945	33.591	15.594	29.753	15.599	-0.409	15.594	0.024
					101206.534		101323.853	33.284	13.935	30.189	13.986	0.027	13.937	-0.055
					0.005		0.001	-0.431	-2.105	-0.099	-2.125	-113.62	-2.106	-22.186
					101245.000		101405.000	30.955	14.418	27.042	15.996	-3.121	14.774	0.218
b	1	0.177	-0.104	-0.036	101278.438	12.000	101423.398	31.416	15.392	27.387	15.641	-2.775	15.393	0.202
	2	0.190	-0.077	-0.036	101329.352	20.436	101447.320	30.040	13.683	26.745	14.108	-3.422	13.687	0.346
	3	0.200	-0.046	-0.036	101387.914	29.476	101474.172	28.357	11.300	25.999	12.064	-4.163	11.323	0.717
	4	0.204	-0.025	-0.036	101466.750	35.501	101525.906	25.877	8.087	24.529	9.982	-5.633	8.242	1.588
g	5	0.205	-0.007	-0.036	101825.469	40.272	102332.422	7.649	-1.122	1.888	29.162	-28.204	7.413	7.328
l	6	0.205	0.006	-0.036	100621.742	44.005	100821.484	19.924	11.807	16.048	18.357	-14.056	11.807	-0.039
	7	0.204	0.023	-0.036	100977.500	48.759	101231.852	38.735	20.453	32.837	20.718	2.676	20.545	-1.938
	8	0.201	0.040	-0.036	101098.133	53.580	101309.367	35.945	18.856	30.590	18.880	0.428	18.876	-0.860
	9	0.192	0.071	-0.036	101207.914	62.619	101382.734	33.271	17.099	28.541	17.176	-1.621	17.099	-0.068
	10	0.179	0.100	-0.036	101276.180	71.658	101422.250	31.477	15.458	27.420	15.701	-2.742	15.459	0.196
					101255.055		101419.869	30.245	14.156	26.307	16.155	-3.850	14.549	0.362
					-0.010		-0.015	2.349	1.853	2.796	-0.984	-18.949	1.547	-39.735
					101340.000		101501.000	28.538	14.663	24.421	16.321	-5.743	14.684	0.352
c	1	0.187	-0.083	-0.018	101344.219	18.500	101480.414	29.591	14.512	25.787	15.161	-4.375	14.516	0.308
	2	0.198	-0.055	-0.018	101397.727	26.908	101510.445	28.039	12.758	24.963	13.790	-5.201	12.772	0.589
	3	0.204	-0.023	-0.018	101490.727	35.917	101600.391	25.117	11.156	22.471	13.603	-7.690	11.221	1.199
	4	0.205	-0.002	-0.018	101537.875	41.923	101700.789	23.466	12.800	19.652	16.581	-10.510	12.825	0.798
g	5	0.205	0.013	-0.018	101515.602	46.127	101714.414	20.259	11.995	16.327	18.311	-13.835	11.995	-0.027
l	6	0.203	0.030	-0.018	101081.523	50.984	101314.719	16.269	9.623	12.948	19.839	-17.221	9.850	2.101
	7	0.199	0.047	-0.018	101152.516	55.737	101380.219	34.755	19.536	28.734	19.603	-1.427	19.551	-0.783
	8	0.193	0.068	-0.018	101217.977	61.743	101413.672	33.008	18.001	27.668	18.174	-2.494	18.002	-0.154
	9	0.180	0.097	-0.018	101292.570	70.752	101455.078	31.051	16.154	26.518	16.561	-3.644	16.155	0.180
	10	0.167	0.119	-0.018	101340.875	77.960	101478.813	29.687	14.627	25.833	15.258	-4.329	14.631	0.297
					101342.032		101501.184	28.418	14.527	24.364	16.252	-5.799	14.553	0.396
					-0.002		0.000	0.421	0.930	0.236	0.424	-0.964	0.904	-11.016
					101388.000		101554.000	27.188	14.549	22.920	16.644	-7.260	14.575	0.345
d	1	0.197	-0.058	0.000	101408.641	26.000	101539.023	27.695	13.554	24.150	14.834	-6.013	13.561	0.411
	2	0.203	-0.029	0.000	101459.531	34.380	101587.188	26.107	12.684	22.810	14.677	-7.354	12.703	0.686
	3	0.205	-0.007	0.000	101489.969	40.366	101636.453	25.135	13.082	21.457	15.723	-8.705	13.093	0.541
	4	0.205	0.014	0.000	101488.414	46.352	101661.117	25.193	14.259	20.770	17.074	-9.391	14.259	-0.081
g	5	0.202	0.037	0.000	101464.117	52.937	101657.734	21.617	12.804	17.413	18.072	-12.748	12.809	-0.339
l	6	0.198	0.054	0.000	101206.984	57.800	101455.273	15.274	8.896	12.012	20.471	-18.166	9.435	3.145

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.192	0.073	0.000	101253.219	63.113	101459.984	32.226	18.320	26.512	18.680	-3.650	18.320	-0.099
	8	0.183	0.092	0.000	101301.766	69.099	101486.141	30.790	17.049	25.639	17.639	-4.523	17.050	0.184
	9	0.173	0.111	0.000	101347.938	75.085	101510.016	29.511	15.706	24.985	16.538	-5.178	15.707	0.195
	10	0.150	0.139	0.000	101404.633	85.261	101536.344	27.819	13.670	24.225	14.909	-5.937	13.676	0.385
					101389.742		101554.718	27.033	14.406	22.826	16.609	-7.337	14.438	0.380
					-0.002		-0.001	0.573	0.991	0.414	0.205	-1.055	0.949	-9.420
					101414.000		101584.000	26.413	14.461	22.049	16.862	-8.115	14.507	0.273
e	1	0.202	-0.035	0.018	101444.719	32.600	101582.859	26.582	13.443	22.930	15.269	-7.232	13.448	0.352
	2	0.205	-0.005	0.018	101467.469	41.064	101618.453	25.843	13.674	21.929	15.963	-8.233	13.676	0.243
	3	0.204	0.017	0.018	101465.109	47.111	101631.766	25.953	14.411	21.585	16.771	-8.577	14.412	-0.139
	4	0.201	0.040	0.018	101445.047	53.761	101627.281	26.608	15.361	21.718	17.538	-8.443	15.372	-0.581
g	5	0.196	0.061	0.018	101415.922	59.807	101606.984	22.326	13.202	18.003	17.948	-12.158	13.203	0.124
l	6	0.190	0.078	0.018	101285.758	64.741	101546.883	14.572	8.270	11.267	20.993	-18.850	9.240	4.122
	7	0.182	0.095	0.018	101325.719	70.086	101529.945	30.321	17.714	24.607	18.566	-5.554	17.715	0.242
	8	0.170	0.114	0.018	101385.945	76.132	101558.555	28.391	15.762	23.614	17.068	-6.547	15.762	0.024
	9	0.153	0.136	0.018	101414.930	83.991	101560.313	27.530	14.212	23.579	15.664	-6.585	14.213	0.127
	10	0.132	0.157	0.018	101444.195	92.456	101582.289	26.599	13.449	22.946	15.266	-7.215	13.454	0.349
					101416.551		101585.967	26.355	14.393	22.022	16.851	-8.138	14.443	0.257
					-0.003		-0.002	0.221	0.472	0.124	0.069	-0.281	0.442	6.260
					101425.000		101601.000	25.906	14.237	21.549	17.088	-8.614	14.280	0.082
f	1	0.205	-0.012	0.036	101452.406	39.000	101601.633	26.345	13.848	22.412	15.870	-7.750	13.849	0.098
	2	0.204	0.018	0.036	101449.727	47.408	101611.234	26.410	14.421	22.126	16.510	-8.036	14.422	-0.158
	3	0.201	0.039	0.036	101434.188	53.414	101604.578	26.934	15.042	22.339	16.959	-7.822	15.047	-0.408
	4	0.195	0.064	0.036	101395.781	60.622	101575.461	28.128	15.941	23.169	17.414	-6.992	15.949	-0.506
g	5	0.187	0.084	0.036	101299.922	66.628	101485.961	26.571	15.436	21.584	17.712	-8.577	15.497	1.370
l	6	0.180	0.098	0.036	101425.344	70.832	101926.109	5.966	4.996	1.722	29.007	-28.439	5.712	2.769
	7	0.170	0.114	0.036	101437.836	76.237	101613.688	26.983	15.284	22.232	17.226	-7.930	15.292	-0.522
	8	0.157	0.131	0.036	101429.438	82.243	101582.367	27.065	14.353	22.945	16.066	-7.216	14.354	-0.200
	9	0.140	0.150	0.036	101437.477	89.450	101582.359	26.823	13.878	22.954	15.638	-7.207	13.878	0.050
	10	0.114	0.170	0.036	101451.875	98.459	101600.484	26.364	13.830	22.447	15.837	-7.716	13.830	0.104
					101427.012		101605.710	25.876	14.181	21.527	17.138	-8.635	14.222	0.025
					-0.002		-0.005	0.116	0.397	0.100	-0.292	-0.235	0.408	221.549
					101433.000		101579.000	26.326	13.458	22.585	15.592	-7.577	13.520	-0.059
g'	1	0.204	0.016	0.075	101435.156	47.000	101587.891	26.901	14.268	22.804	16.056	-7.357	14.271	-0.272
	2	0.201	0.038	0.075	101429.313	53.006	101584.234	27.080	14.446	22.904	16.170	-7.259	14.449	-0.309
	3	0.196	0.061	0.075	101421.578	59.613	101571.961	27.304	14.340	23.233	15.931	-6.930	14.345	-0.373
	4	0.188	0.083	0.075	101418.500	66.219	101556.414	27.396	13.795	23.665	15.256	-6.496	13.803	-0.480
	5	0.177	0.104	0.075	101433.391	72.826	101562.688	26.965	13.175	23.517	14.772	-6.645	13.194	-0.690
	6	0.164	0.123	0.075	101440.648	79.433	101571.648	26.745	13.147	23.274	14.869	-6.888	13.177	-0.890
	7	0.148	0.141	0.075	101438.430	86.039	101573.602	23.249	11.275	20.305	15.005	-9.858	11.316	0.971
	8	0.131	0.158	0.075	101441.797	92.646	101588.633	24.964	12.954	21.324	15.714	-8.838	12.990	0.968
	9	0.112	0.172	0.075	101441.945	99.252	101590.328	26.739	13.997	22.785	15.825	-7.380	13.999	-0.269
	10	0.090	0.184	0.075	101435.719	106.46	101588.094	26.883	14.243	22.800	16.036	-7.364	14.246	-0.270
					101433.945		101577.103	26.356	13.491	22.627	15.521	-7.536	13.507	-0.145
					-0.001		0.002	-0.113	-0.241	-0.182	0.453	0.547	0.096	-59.633
					101437.000		101576.000	26.363	13.304	22.738	15.303	-7.424	13.336	-0.186
g	1	0.203	0.031	0.100	101429.734	51.000	101584.078	27.106	14.432	22.943	16.140	-7.219	14.435	-0.318
	2	0.198	0.052	0.100	101437.539	57.026	101587.961	26.833	14.133	22.809	15.933	-7.354	14.135	-0.274
	3	0.191	0.074	0.100	101438.508	63.655	101579.586	26.784	13.676	23.026	15.430	-7.135	13.682	-0.381
	4	0.181	0.096	0.100	101437.023	70.283	101571.195	26.824	13.360	23.255	15.048	-6.907	13.370	-0.508
	5	0.169	0.116	0.100	101437.500	76.912	101570.469	26.803	13.288	23.270	14.980	-6.891	13.301	-0.594
	6	0.154	0.135	0.100	101438.703	83.541	101572.750	26.793	13.332	23.230	15.041	-6.931	13.349	-0.670
	7	0.138	0.152	0.100	101440.383	90.169	101572.758	26.761	13.227	23.250	14.947	-6.912	13.253	-0.836
	8	0.119	0.167	0.100	101444.438	96.798	101572.656	24.973	12.088	21.847	14.668	-8.317	12.088	-0.029
	9	0.099	0.179	0.100	101432.305	103.43	101571.336	24.371	12.158	21.073	15.280	-9.094	12.273	1.672
	10	0.076	0.190	0.100	101429.063	110.66	101583.258	27.117	14.430	22.959	16.132	-7.205	14.434	-0.318
					101437.227		101576.197	26.352	13.315	22.725	15.298	-7.438	13.336	-0.199
					0.000		0.000	0.043	-0.082	0.058	0.031	-0.182	-0.002	-6.915

		Presek IV			Span 0.5	R=0.233 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101215.000		101326.000	36.821	13.566	34.210	13.566	0.000	13.566	-0.003
a	1	0.173	-0.155	-0.100	101185.328	0.600	101325.203	37.511	15.365	34.221	15.365	0.012	15.365	-0.046
	2	0.189	-0.136	-0.100	101189.313	6.646	101324.883	37.384	15.127	34.190	15.127	-0.021	15.127	-0.008
	3	0.203	-0.113	-0.100	101202.219	13.297	101324.844	37.065	14.385	34.162	14.386	-0.049	14.386	0.042
	4	0.215	-0.089	-0.100	101218.719	19.947	101324.938	36.665	13.388	34.135	13.389	-0.074	13.388	0.028
	5	0.224	-0.063	-0.100	101235.109	26.598	101325.094	36.279	12.324	34.121	12.324	-0.087	12.324	0.020
	6	0.230	-0.037	-0.100	101246.008	33.249	101325.289	36.070	11.568	34.165	11.568	-0.043	11.568	0.003
	7	0.232	-0.010	-0.100	101242.680	39.899	101325.086	36.223	11.794	34.250	11.794	0.041	11.794	-0.026
	8	0.232	0.017	-0.100	101220.695	46.550	101324.828	36.800	13.256	34.331	13.257	0.122	13.256	-0.040
	9	0.228	0.044	-0.100	101196.133	53.201	101324.852	37.330	14.739	34.301	14.739	0.090	14.739	-0.042
	10	0.221	0.072	-0.100	101185.336	60.456	101325.227	37.513	15.366	34.222	15.366	0.013	15.366	-0.047
					101214.452		101325.005	36.832	13.589	34.211	13.589	0.001	13.589	-0.011
					0.001		0.001	-0.028	-0.168	-0.003	-0.168	-127.14	-0.168	-69.318
					101214.000		101325.000	36.832	13.567	34.206	13.604	-0.004	13.568	-0.072
a'	1	0.182	-0.144	-0.075	101194.844	4.074	101338.313	37.285	15.557	33.884	15.561	-0.335	15.557	0.021
	2	0.196	-0.125	-0.075	101220.820	10.006	101354.156	36.702	14.985	33.505	15.001	-0.704	14.985	0.048
	3	0.209	-0.101	-0.075	101246.906	16.612	101363.750	36.084	14.010	33.257	14.042	-0.953	14.010	0.070
	4	0.220	-0.076	-0.075	101268.320	23.219	101366.930	35.574	12.858	33.170	12.900	-1.040	12.858	0.110
	5	0.227	-0.051	-0.075	101278.094	29.826	101359.219	35.343	11.669	33.362	11.700	-0.847	11.669	0.106
	6	0.231	-0.024	-0.075	101252.258	36.432	101322.219	35.956	10.864	34.276	10.865	0.068	10.864	-0.086
	7	0.232	0.003	-0.075	101172.320	43.039	101258.602	37.783	11.947	35.842	12.066	1.634	11.955	-0.416
	8	0.231	0.029	-0.075	101136.906	49.645	101261.227	38.547	14.397	35.756	14.484	1.547	14.402	-0.364
	9	0.226	0.056	-0.075	101158.578	56.252	101302.484	38.070	15.574	34.740	15.584	0.530	15.575	-0.131
	10	0.217	0.084	-0.075	101192.055	63.459	101336.266	37.344	15.599	33.931	15.601	-0.278	15.599	0.011
					101212.411		101324.266	36.861	13.598	34.223	13.635	0.013	13.599	-0.074
					0.002		0.001	-0.077	-0.228	-0.048	-0.224	-126.9	-0.227	-2.523
					101247.000		101405.000	34.742	14.056	31.297	15.810	-2.913	14.648	0.258
b	1	0.203	-0.114	-0.031	101289.531	13.000	101432.945	35.051	15.323	31.524	15.558	-2.685	15.324	0.159
	2	0.217	-0.083	-0.031	101338.695	21.450	101454.359	33.856	13.595	31.011	13.969	-3.203	13.597	0.247
	3	0.228	-0.048	-0.031	101391.055	30.504	101475.984	32.544	11.365	30.491	11.971	-3.719	11.379	0.553
	4	0.231	-0.024	-0.031	101459.250	36.540	101516.172	30.711	8.499	29.487	9.797	-4.722	8.584	1.207
g	5	0.232	-0.002	-0.031	101890.836	41.972	102284.992	14.688	-6.047	10.548	25.773	-23.660	10.221	8.240
l	6	0.232	0.013	-0.031	100577.266	45.594	100817.875	38.885	19.898	33.351	20.012	-0.857	19.994	-1.957
	7	0.231	0.030	-0.031	100946.930	49.820	101196.914	42.589	20.203	37.450	20.539	3.242	20.282	-1.791
	8	0.226	0.054	-0.031	101110.008	55.856	101311.977	39.143	18.452	34.517	18.463	0.309	18.460	-0.537
	9	0.215	0.089	-0.031	101224.109	64.910	101394.164	36.611	16.854	32.502	16.940	-1.707	16.854	0.049
	10	0.201	0.118	-0.031	101287.844	72.757	101432.094	35.092	15.373	31.546	15.603	-2.663	15.374	0.157
					101260.529		101431.490	34.306	13.743	30.707	16.480	-3.503	15.000	0.509
					-0.013		-0.026	1.272	2.271	1.923	-4.065	-16.848	-2.345	-49.330
					101347.000		101504.000	32.414	14.502	28.913	16.085	-5.297	14.527	0.397
c	1	0.213	-0.094	-0.016	101347.789	18.500	101480.914	33.621	14.481	30.343	14.989	-3.866	14.482	0.183
	2	0.224	-0.062	-0.016	101394.688	26.936	101502.430	32.419	12.738	29.811	13.483	-4.401	12.745	0.421
	3	0.231	-0.026	-0.016	101486.336	35.975	101577.891	29.957	10.690	27.964	12.428	-6.245	10.745	1.094
	4	0.232	-0.002	-0.016	101599.211	42.001	101742.750	26.609	11.576	23.914	15.561	-10.294	11.669	1.469
g	5	0.232	0.018	-0.016	101561.477	46.822	101758.516	27.178	14.412	23.041	18.235	-11.168	14.415	0.270
l	6	0.229	0.037	-0.016	101042.344	51.643	101258.328	23.944	12.708	20.159	19.087	-14.049	12.920	2.330
	7	0.227	0.052	-0.016	101115.078	55.259	101349.703	39.274	19.879	33.861	19.899	-0.347	19.896	-0.823
	8	0.220	0.075	-0.016	101199.891	61.285	101398.367	37.154	18.211	32.385	18.302	-1.824	18.211	-0.115
	9	0.205	0.109	-0.016	101291.391	70.324	101455.328	35.029	16.319	30.997	16.633	-3.213	16.320	0.150
	10	0.189	0.136	-0.016	101345.867	78.158	101480.188	33.670	14.555	30.362	15.056	-3.847	14.556	0.178
					101348.892		101501.559	32.833	14.609	29.331	15.876	-4.879	14.636	0.413
					-0.002		0.002	-1.277	-0.733	-1.423	1.316	8.570	-0.740	-3.894
					101396.000		101557.000	31.186	14.464	27.571	16.369	-6.641	14.489	0.378
d	1	0.222	-0.068	0.000	101404.734	25.300	101526.422	32.161	13.431	29.222	14.330	-4.988	13.434	0.285
	2	0.230	-0.035	0.000	101460.500	33.708	101571.453	30.653	12.225	28.103	13.683	-6.108	12.244	0.682
	3	0.232	-0.011	0.000	101516.797	39.714	101642.438	29.086	12.242	26.372	14.561	-7.838	12.272	0.859
	4	0.232	0.013	0.000	101531.430	45.720	101696.367	28.671	13.943	25.051	16.684	-9.158	13.946	0.316
g	5	0.229	0.042	0.000	101487.273	52.928	101683.805	28.697	15.265	24.294	18.209	-9.914	15.273	-0.496
l	6	0.225	0.059	0.000	101170.750	57.268	101456.000	17.456	9.181	14.533	21.941	-19.696	9.669	3.034

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					101256.359	64.940	101456.719	35.868	18.100	30.966	18.388	-3.243	18.100	0.091
	7	0.215	0.089	0.000	101321.656	70.946	101497.000	34.281	16.668	29.956	17.202	-4.253	16.668	0.151
	8	0.204	0.111	0.000	101365.750	76.952	101513.203	33.190	15.076	29.571	15.774	-4.640	15.077	0.091
	9	0.191	0.132	0.000	101402.023	84.759	101524.953	32.234	13.524	29.259	14.404	-4.950	13.526	0.265
	10	0.172	0.157	0.000	101395.998		101557.096	30.786	14.174	27.264	16.339	-6.947	14.215	0.479
					0.000		0.000	1.300	2.044	1.128	0.187	-4.414	1.922	-21.017
					101423.000		101587.000	30.484	14.444	26.787	16.568	-7.423	14.481	0.288
e	1	0.229	-0.041	0.016	101451.141	32.300	101573.781	30.923	12.998	28.056	14.386	-6.153	13.004	0.409
	2	0.232	-0.007	0.016	101494.000	40.708	101630.523	29.719	13.153	26.647	15.179	-7.562	13.161	0.472
	3	0.232	0.018	0.016	101497.164	46.714	101657.172	29.651	14.240	26.008	16.433	-8.201	14.241	0.071
	4	0.228	0.044	0.016	101466.813	53.321	101649.281	30.517	15.616	26.216	17.549	-7.993	15.623	-0.474
g	5	0.222	0.068	0.016	101422.375	59.327	101621.914	26.541	14.099	22.487	18.335	-11.721	14.099	-0.019
l	6	0.216	0.086	0.016	101261.258	64.132	101493.273	22.824	11.939	18.996	19.787	-15.212	12.653	4.191
	7	0.207	0.106	0.016	101328.617	69.538	101537.906	34.197	18.067	29.035	18.794	-5.173	18.068	0.162
	8	0.195	0.127	0.016	101393.063	75.544	101554.313	32.470	15.491	28.537	16.497	-5.671	15.491	-0.099
	9	0.174	0.154	0.016	101415.766	83.952	101547.742	31.893	13.876	28.718	14.924	-5.493	13.876	0.121
	10	0.151	0.176	0.016	101448.297	91.759	101570.977	31.002	13.034	28.127	14.389	-6.082	13.040	0.391
					101427.041		101587.885	30.625	14.463	26.936	16.394	-7.273	14.501	0.303
					-0.004		-0.001	-0.459	-0.131	-0.556	1.062	2.072	-0.141	-4.842
					101435.000		101607.000	29.980	14.179	26.290	16.781	-7.920	14.259	0.117
f	1	0.232	-0.018	0.031	101469.313	38.000	101603.844	30.436	13.402	27.327	15.068	-6.882	13.404	0.277
	2	0.232	0.016	0.031	101476.164	46.408	101629.500	30.220	14.211	26.671	16.087	-7.538	14.211	0.009
	3	0.229	0.040	0.031	101456.422	52.414	101624.273	30.783	15.116	26.815	16.831	-7.394	15.120	-0.322
	4	0.223	0.067	0.031	101410.969	59.021	101591.359	32.022	16.158	27.642	17.449	-6.566	16.166	-0.499
g	5	0.214	0.092	0.031	101270.320	65.628	101465.828	27.351	14.356	23.223	18.150	-10.985	14.449	1.634
l	6	0.207	0.105	0.031	101448.289	69.232	101955.070	10.155	7.606	6.190	29.151	-28.018	8.050	2.634
	7	0.197	0.124	0.031	101441.297	74.637	101608.008	31.473	15.348	27.471	16.773	-6.738	15.360	-0.605
	8	0.183	0.144	0.031	101427.352	80.643	101569.461	31.567	14.257	28.164	15.487	-6.045	14.259	-0.183
	9	0.160	0.169	0.031	101441.164	89.051	101571.766	31.209	13.538	28.123	14.846	-6.091	13.539	0.155
	10	0.133	0.191	0.031	101467.742	97.460	101601.477	30.482	13.383	27.388	15.024	-6.822	13.386	0.280
					101436.422		101607.796	29.843	14.130	26.203	16.735	-8.006	14.160	0.110
					-0.001		-0.001	0.458	0.346	0.331	0.274	-1.078	0.693	6.450
					101442.000		101582.000	30.490	13.536	27.292	15.357	-6.918	13.592	0.115
g'	1	0.232	0.019	0.075	101445.063	47.000	101588.469	31.090	14.127	27.695	15.557	-6.514	14.128	-0.177
	2	0.229	0.043	0.075	101436.602	53.006	101585.727	31.330	14.499	27.773	15.864	-6.436	14.500	-0.194
	3	0.222	0.069	0.075	101428.352	59.613	101575.156	31.546	14.475	28.030	15.741	-6.180	14.477	-0.259
	4	0.213	0.094	0.075	101427.031	66.219	101562.195	31.561	13.908	28.329	15.104	-5.879	13.913	-0.352
	5	0.200	0.118	0.075	101440.359	72.826	101569.828	31.215	13.474	28.152	14.781	-6.056	13.484	-0.515
	6	0.186	0.140	0.075	101444.797	79.432	101576.320	31.115	13.536	28.011	14.899	-6.198	13.549	-0.583
	7	0.168	0.160	0.075	101446.438	86.039	101578.773	29.946	13.045	26.957	14.926	-7.252	13.045	0.089
	8	0.149	0.179	0.075	101450.281	92.646	101599.547	26.384	11.411	23.625	15.815	-10.584	11.751	2.807
	9	0.127	0.195	0.075	101453.648	99.253	101591.781	30.969	13.818	27.721	15.268	-6.494	13.819	-0.189
	10	0.102	0.209	0.075	101446.039	106.46	101588.859	31.064	14.088	27.687	15.526	-6.524	14.089	-0.177
					101442.000		101581.508	30.557	13.584	27.351	15.330	-6.859	13.625	0.073
					0.000		0.000	-0.222	-0.352	-0.216	0.171	0.865	-0.242	56.459
					101446.000		101580.000	30.449	13.294	27.374	15.041	-6.836	13.331	0.124
g	1	0.230	0.035	0.100	101424.531	51.000	101570.242	31.437	14.381	27.957	15.682	-6.254	14.381	0.026
	2	0.225	0.059	0.100	101442.328	57.006	101589.672	31.210	14.367	27.708	15.770	-6.502	14.367	-0.046
	3	0.217	0.084	0.100	101448.141	63.613	101585.516	31.014	13.800	27.775	15.227	-6.434	13.801	-0.135
	4	0.206	0.109	0.100	101446.570	70.219	101576.242	31.057	13.427	28.004	14.794	-6.205	13.429	-0.274
	5	0.192	0.131	0.100	101446.000	76.826	101574.039	31.055	13.339	28.042	14.700	-6.166	13.344	-0.376
	6	0.175	0.153	0.100	101447.172	83.433	101576.250	31.025	13.378	27.989	14.760	-6.219	13.386	-0.454
	7	0.157	0.172	0.100	101450.711	90.039	101581.063	30.943	13.405	27.884	14.832	-6.325	13.416	-0.548
	8	0.136	0.189	0.100	101457.313	96.646	101588.727	30.165	13.107	27.166	14.879	-7.046	13.108	-0.176
	9	0.113	0.203	0.100	101450.453	103.25	101584.133	26.855	10.999	24.356	15.017	-9.859	11.328	2.710
	10	0.087	0.216	0.100	101422.375	110.46	101566.906	31.408	14.311	27.960	15.616	-6.249	14.311	0.056
					101445.501		101580.654	30.516	13.366	27.411	15.096	-6.799	13.408	0.102
					0.000		-0.000	-0.221	-0.541	-0.136	-0.365	0.538	-0.571	22.408

		Presek IV'			Span 0.545454	R=240 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101215.000		101326.000	37.839	13.538	35.313	13.538	0.000	13.538	-0.003
a	1	0.179	-0.159	-0.100	101185.391	0.800	101325.234	38.521	15.363	35.327	15.363	0.013	15.363	-0.047
	2	0.195	-0.140	-0.100	101189.234	6.826	101324.883	38.398	15.131	35.294	15.131	-0.021	15.131	-0.010
	3	0.210	-0.116	-0.100	101202.172	13.454	101324.844	38.086	14.388	35.266	14.388	-0.048	14.388	0.043
	4	0.222	-0.091	-0.100	101218.641	20.083	101324.930	37.698	13.393	35.240	13.393	-0.073	13.393	0.029
	5	0.231	-0.065	-0.100	101235.047	26.712	101325.078	37.320	12.326	35.225	12.327	-0.086	12.326	0.020
	6	0.237	-0.038	-0.100	101246.281	33.340	101325.289	37.107	11.547	35.265	11.547	-0.046	11.547	0.003
	7	0.240	-0.010	-0.100	101243.805	39.969	101325.125	37.238	11.715	35.348	11.715	0.036	11.715	-0.027
	8	0.239	0.018	-0.100	101222.305	46.598	101324.820	37.794	13.152	35.433	13.153	0.120	13.153	-0.040
	9	0.236	0.045	-0.100	101197.078	53.226	101324.836	38.329	14.684	35.407	14.684	0.093	14.684	-0.044
	10	0.228	0.074	-0.100	101185.469	60.457	101325.289	38.523	15.361	35.329	15.361	0.017	15.361	-0.046
					101214.876		101325.010	37.849	13.561	35.314	13.561	0.001	13.561	-0.011
					0.000		0.001	-0.028	-0.170	-0.003	-0.170	-130.79	-0.170	-69.899
					101214.000		101325.000	37.852	13.549	35.309	13.585	-0.004	13.551	-0.076
a'	1	0.189	-0.148	-0.075	101195.055	4.300	101338.367	38.284	15.549	34.985	15.553	-0.328	15.549	0.019
	2	0.203	-0.127	-0.075	101221.586	10.326	101354.484	37.717	14.960	34.627	14.976	-0.688	14.960	0.039
	3	0.217	-0.103	-0.075	101247.664	16.954	101363.969	37.117	13.979	34.385	14.010	-0.928	13.979	0.057
	4	0.227	-0.077	-0.075	101268.820	23.583	101366.883	36.624	12.824	34.307	12.864	-1.006	12.825	0.098
	5	0.235	-0.051	-0.075	101278.344	30.212	101359.086	36.406	11.644	34.495	11.673	-0.817	11.644	0.091
	6	0.239	-0.023	-0.075	101252.055	36.840	101321.922	37.014	10.858	35.386	10.858	0.074	10.858	-0.102
	7	0.240	0.004	-0.075	101171.656	43.469	101257.859	38.799	11.946	36.913	12.060	1.601	11.953	-0.417
	8	0.238	0.032	-0.075	101136.727	50.098	101260.906	39.530	14.393	36.817	14.475	1.504	14.397	-0.347
	9	0.233	0.059	-0.075	101159.430	56.726	101303.141	39.045	15.565	35.809	15.574	0.497	15.566	-0.116
	10	0.223	0.088	-0.075	101193.461	63.958	101337.211	38.320	15.572	35.014	15.575	-0.299	15.572	0.015
					101207.805		101322.893	37.988	13.813	35.357	13.852	0.044	13.815	-0.085
					0.006		0.002	-0.359	-1.911	-0.135	-1.928	-110.30	-1.912	-11.033
					101245.000		101403.000	35.793	13.993	32.465	15.753	-2.849	14.607	0.235
b	1	0.210	-0.116	-0.030	101294.539	13.500	101436.578	36.012	15.247	32.626	15.482	-2.687	15.247	0.136
	2	0.225	-0.084	-0.030	101342.070	21.908	101456.336	34.886	13.520	32.165	13.885	-3.153	13.522	0.214
	3	0.235	-0.048	-0.030	101392.766	30.917	101476.766	33.657	11.329	31.690	11.905	-3.623	11.341	0.509
	4	0.239	-0.023	-0.030	101459.391	36.923	101515.523	31.931	8.522	30.752	9.731	-4.560	8.596	1.129
g	5	0.240	0.000	-0.030	101886.359	42.328	102195.727	17.271	-5.754	14.540	22.766	-20.771	9.319	7.331
l	6	0.240	0.015	-0.030	100552.484	45.932	100795.727	40.382	20.023	35.005	20.134	-0.306	20.132	-2.085
	7	0.237	0.040	-0.030	101007.648	51.938	101235.180	42.224	19.438	37.463	19.596	2.151	19.477	-1.237
	8	0.231	0.064	-0.030	101138.055	57.944	101332.109	39.519	18.093	35.133	18.097	-0.179	18.096	-0.308
	9	0.223	0.088	-0.030	101213.438	63.950	101387.367	37.885	17.068	33.823	17.133	-1.489	17.068	0.025
	10	0.207	0.122	-0.030	101290.867	72.960	101434.789	36.098	15.358	32.669	15.585	-2.643	15.359	0.133
					101261.856		101415.751	35.735	14.015	32.444	15.721	-2.869	14.765	0.318
					-0.017		-0.013	0.162	-0.157	0.064	0.200	-0.706	-1.064	-25.919
					101349.000		101505.000	33.492	14.455	30.134	16.015	-5.179	14.480	0.388
c	1	0.219	-0.097	-0.015	101348.820	18.500	101481.148	34.719	14.466	31.563	14.944	-3.750	14.466	0.143
	2	0.231	-0.064	-0.015	101393.625	26.936	101500.430	33.605	12.739	31.098	13.424	-4.218	12.744	0.366
	3	0.238	-0.027	-0.015	101482.109	35.975	101570.266	31.320	10.640	29.440	12.195	-5.872	10.688	1.012
	4	0.240	-0.002	-0.015	101612.570	42.001	101746.828	27.605	11.065	25.241	15.048	-10.071	11.180	1.598
g	5	0.239	0.021	-0.015	101569.430	47.424	101783.141	25.036	12.940	21.432	18.978	-13.880	12.942	0.245
l	6	0.237	0.039	-0.015	101026.711	51.643	101274.008	21.667	11.184	18.395	20.426	-16.916	11.449	2.447
	7	0.232	0.063	-0.015	101146.422	57.669	101363.063	39.370	19.096	34.426	19.122	-0.885	19.101	-0.459
	8	0.223	0.090	-0.015	101231.250	64.298	101418.242	37.474	17.623	33.073	17.765	-2.239	17.623	0.059
	9	0.212	0.112	-0.015	101292.609	70.324	101456.602	36.080	16.336	32.170	16.636	-3.142	16.337	0.130
	10	0.195	0.140	-0.015	101346.984	78.158	101480.531	34.765	14.541	31.579	15.013	-3.733	14.541	0.139
					101350.834		101503.473	33.183	14.197	29.913	15.852	-5.399	14.232	0.496
					-0.002		0.002	0.932	1.812	0.738	1.027	-4.091	1.745	-21.906
					101398.000		101558.000	32.292	14.430	28.828	16.287	-6.485	14.454	0.371
d	1	0.229	-0.072	0.000	101402.516	25.000	101522.844	33.389	13.435	30.567	14.251	-4.746	13.437	0.237
	2	0.237	-0.037	0.000	101457.211	33.408	101564.711	31.964	12.159	29.556	13.468	-5.759	12.175	0.631
	3	0.240	-0.007	0.000	101531.211	40.610	101656.414	29.972	12.152	27.384	14.537	-7.928	12.184	0.891
	4	0.239	0.020	0.000	101536.664	47.222	101709.016	29.832	14.377	26.138	17.055	-9.174	14.378	0.188
g	5	0.236	0.045	0.000	101491.578	53.228	101693.305	27.764	14.359	23.761	18.431	-11.551	14.362	-0.315
l	6	0.232	0.062	0.000	101167.180	57.493	101463.656	17.921	9.181	15.095	22.369	-20.176	9.659	2.999

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.224	0.086	0.000	101236.836	63.439	101443.266	37.403	18.457	32.532	18.665	-2.780	18.457	-0.009
	8	0.214	0.109	0.000	101307.344	69.445	101489.523	35.716	17.084	31.365	17.534	-3.947	17.084	0.144
	9	0.201	0.131	0.000	101359.195	75.451	101511.141	34.485	15.383	30.866	16.013	-4.448	15.383	0.053
	10	0.178	0.161	0.000	101399.977	84.460	101521.648	33.456	13.530	30.600	14.329	-4.714	13.532	0.218
					101399.466		101558.915	32.056	14.236	28.659	16.242	-6.652	14.269	0.424
					-0.001		-0.001	0.734	1.361	0.591	0.276	-2.513	1.293	-12.684
					101425.000		101588.000	31.596	14.410	28.059	16.474	-7.253	14.444	0.285
e	1	0.236	-0.043	0.015	101450.016	32.000	101569.141	32.168	12.910	29.462	14.179	-5.850	12.916	0.393
	2	0.240	-0.008	0.015	101499.727	40.436	101631.336	30.825	12.956	27.967	14.903	-7.347	12.966	0.525
	3	0.239	0.017	0.015	101507.352	46.462	101664.578	30.634	14.118	27.187	16.290	-8.125	14.119	0.149
	4	0.236	0.045	0.015	101474.188	53.091	101656.148	31.548	15.632	27.401	17.525	-7.911	15.637	-0.420
g	5	0.230	0.069	0.015	101424.828	59.117	101622.844	29.103	15.025	24.924	18.267	-10.388	15.026	-0.137
l	6	0.223	0.088	0.015	101253.945	63.938	101485.750	24.053	12.250	20.312	19.774	-15.000	12.884	3.991
	7	0.214	0.109	0.015	101331.359	69.362	101540.961	35.220	18.103	30.212	18.808	-5.100	18.103	0.098
	8	0.201	0.131	0.015	101393.891	75.388	101552.391	33.608	15.419	29.862	16.355	-5.450	15.420	-0.129
	9	0.182	0.157	0.015	101412.820	83.221	101543.672	33.148	13.911	30.090	14.860	-5.225	13.911	0.089
	10	0.157	0.182	0.015	101448.117	91.658	101567.375	32.220	12.939	29.507	14.187	-5.806	12.944	0.381
					101429.752		101588.248	31.823	14.463	28.288	16.265	-7.025	14.498	0.294
					-0.005		0.000	-0.713	-0.364	-0.808	1.285	3.255	-0.368	-3.333
					101437.000		101609.000	31.095	14.128	27.543	16.708	-7.771	14.238	0.150
f	1	0.239	-0.020	0.030	101471.883	37.500	101602.125	31.604	13.260	28.687	14.826	-6.625	13.264	0.314
	2	0.240	0.015	0.030	101484.367	45.937	101634.680	31.243	14.090	27.886	15.928	-7.427	14.090	0.072
	3	0.237	0.040	0.030	101464.336	51.963	101631.047	31.791	15.085	27.983	16.774	-7.329	15.088	-0.278
	4	0.230	0.069	0.030	101409.547	59.194	101591.172	33.232	16.305	28.953	17.508	-6.359	16.312	-0.472
g	5	0.221	0.093	0.030	101269.469	65.220	101462.172	30.613	15.563	26.326	18.023	-8.985	15.624	1.377
l	6	0.215	0.107	0.030	101453.133	68.836	101964.578	11.113	8.023	7.233	29.318	-28.078	8.437	2.612
	7	0.204	0.127	0.030	101440.875	74.259	101604.297	32.676	15.294	28.870	16.607	-6.443	15.306	-0.613
	8	0.189	0.147	0.030	101425.820	80.285	101565.570	32.797	14.233	29.548	15.357	-5.765	14.234	-0.181
	9	0.168	0.172	0.030	101438.547	88.119	101566.563	32.480	13.515	29.536	14.699	-5.778	13.516	0.145
	10	0.138	0.196	0.030	101470.633	97.158	101600.422	31.639	13.251	28.730	14.799	-6.583	13.255	0.314
					101439.455		101608.675	31.119	14.179	27.623	16.615	-7.689	14.206	0.107
					-0.002		0.000	-0.077	-0.363	-0.291	0.557	1.061	0.226	40.270
					101443.000		101582.000	31.646	13.541	28.577	15.278	-6.737	13.594	0.157
g'	1	0.239	0.019	0.075	101447.367	47.000	101588.695	32.237	14.092	28.994	15.444	-6.318	14.093	-0.143
	2	0.236	0.044	0.075	101437.875	53.026	101586.016	32.498	14.527	29.071	15.812	-6.242	14.528	-0.157
	3	0.229	0.071	0.075	101429.445	59.655	101575.820	32.714	14.526	29.313	15.718	-6.001	14.527	-0.221
	4	0.219	0.097	0.075	101428.813	66.284	101563.695	32.708	13.954	29.581	15.088	-5.731	13.957	-0.314
	5	0.207	0.122	0.075	101441.609	72.912	101571.180	32.383	13.550	29.408	14.788	-5.904	13.558	-0.462
	6	0.191	0.145	0.075	101445.250	79.541	101576.008	32.308	13.580	29.311	14.855	-6.001	13.589	-0.504
	7	0.173	0.166	0.075	101447.609	86.169	101577.813	31.533	13.215	28.631	14.808	-6.682	13.215	0.032
	8	0.153	0.185	0.075	101452.063	92.798	101601.859	26.911	11.023	24.365	15.840	-10.950	11.444	3.074
	9	0.131	0.201	0.075	101456.258	99.427	101591.773	32.059	13.729	28.978	15.123	-6.341	13.729	-0.121
	10	0.104	0.216	0.075	101448.063	106.66	101588.984	32.220	14.065	28.989	15.422	-6.324	14.066	-0.143
					101443.524		101582.042	31.690	13.572	28.614	15.276	-6.700	13.621	0.135
					-0.001		0.000	-0.141	-0.231	-0.129	0.016	0.549	-0.201	15.738
					101447.000		101580.000	31.616	13.319	28.655	14.981	-6.658	13.356	0.218
g	1	0.238	0.034	0.100	101418.211	50.500	101560.125	32.483	14.218	29.205	15.476	-6.106	14.220	0.253
	2	0.233	0.059	0.100	101441.602	56.536	101589.359	32.413	14.476	29.001	15.791	-6.311	14.476	0.029
	3	0.224	0.085	0.100	101449.844	63.176	101587.820	32.190	13.907	29.032	15.260	-6.281	13.908	-0.054
	4	0.213	0.111	0.100	101448.516	69.815	101577.906	32.218	13.481	29.262	14.777	-6.050	13.482	-0.177
	5	0.199	0.134	0.100	101447.617	76.455	101574.953	32.228	13.376	29.319	14.660	-5.992	13.379	-0.279
	6	0.182	0.156	0.100	101448.688	83.095	101576.750	32.193	13.398	29.270	14.702	-6.042	13.403	-0.348
	7	0.163	0.176	0.100	101452.703	89.734	101581.563	32.100	13.400	29.166	14.748	-6.145	13.406	-0.423
	8	0.141	0.194	0.100	101458.484	96.374	101588.586	31.722	13.301	28.798	14.812	-6.518	13.303	-0.248
	9	0.118	0.209	0.100	101455.688	103.01	101587.367	27.973	10.967	25.594	14.904	-9.725	11.297	2.711
	10	0.090	0.222	0.100	101418.477	110.26	101559.180	32.321	14.082	29.094	15.399	-6.219	14.086	0.337
					101446.446		101580.510	31.704	13.397	28.713	15.035	-6.600	13.438	0.186
					0.001		-0.001	-0.278	-0.587	-0.202	-0.357	0.877	-0.611	17.464

		Presek IV''			Span 0.581818	R=246 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101216.000		101326.000	38.656	13.514	36.196	13.514	0.000	13.514	-0.004
a	1	0.185	-0.163	-0.100	101185.391	1.000	101325.266	39.334	15.365	36.212	15.365	0.015	15.365	-0.045
	2	0.201	-0.142	-0.100	101189.234	7.006	101324.867	39.210	15.130	36.176	15.130	-0.021	15.130	-0.012
	3	0.216	-0.118	-0.100	101202.234	13.612	101324.820	38.904	14.384	36.149	14.384	-0.048	14.384	0.044
	4	0.228	-0.093	-0.100	101218.703	20.219	101324.930	38.523	13.390	36.123	13.390	-0.073	13.390	0.028
	5	0.237	-0.066	-0.100	101235.086	26.826	101325.070	38.153	12.323	36.108	12.324	-0.086	12.323	0.019
	6	0.243	-0.038	-0.100	101246.547	33.432	101325.281	37.939	11.528	36.146	11.528	-0.049	11.528	0.002
	7	0.246	-0.010	-0.100	101244.664	40.039	101325.125	38.054	11.653	36.227	11.653	0.032	11.653	-0.028
	8	0.245	0.018	-0.100	101223.547	46.646	101324.813	38.594	13.072	36.314	13.073	0.119	13.072	-0.041
	9	0.242	0.046	-0.100	101197.797	53.252	101324.820	39.132	14.641	36.293	14.641	0.096	14.641	-0.045
	10	0.234	0.076	-0.100	101185.555	60.459	101325.336	39.337	15.360	36.216	15.360	0.020	15.360	-0.043
					101215.242		101325.006	38.666	13.537	36.197	13.537	0.001	13.537	-0.012
					0.001		0.001	-0.027	-0.174	-0.003	-0.174	-164.86	-0.174	-66.786
					101214.000		101325.000	38.669	13.523	36.193	13.558	-0.004	13.525	-0.078
a'	1	0.194	-0.151	-0.075	101195.320	4.500	101338.438	39.093	15.538	35.875	15.541	-0.322	15.538	0.016
	2	0.209	-0.130	-0.075	101221.953	10.506	101354.656	38.538	14.949	35.526	14.965	-0.674	14.949	0.031
	3	0.222	-0.105	-0.075	101247.906	17.113	101364.031	37.953	13.970	35.289	14.000	-0.906	13.970	0.047
	4	0.233	-0.079	-0.075	101268.883	23.719	101366.883	37.474	12.822	35.214	12.860	-0.983	12.822	0.087
	5	0.241	-0.051	-0.075	101278.641	30.326	101359.477	37.256	11.651	35.388	11.680	-0.807	11.652	0.081
	6	0.245	-0.023	-0.075	101253.891	36.932	101323.727	37.816	10.856	36.224	10.856	0.030	10.856	-0.102
	7	0.246	0.005	-0.075	101174.258	43.539	101259.016	39.549	11.852	37.729	11.958	1.535	11.859	-0.406
	8	0.244	0.033	-0.075	101136.242	50.145	101258.906	40.330	14.303	37.709	14.387	1.513	14.307	-0.342
	9	0.238	0.061	-0.075	101158.414	56.752	101301.555	39.865	15.533	36.715	15.542	0.520	15.534	-0.113
	10	0.229	0.090	-0.075	101192.828	63.959	101336.594	39.147	15.574	35.916	15.577	-0.279	15.574	0.011
					101208.124		101322.708	38.803	13.783	36.242	13.821	0.046	13.785	-0.088
					0.006		0.002	-0.348	-1.888	-0.137	-1.904	-107.71	-1.889	-10.540
					101245.000		101403.000	36.644	13.950	33.400	15.711	-2.796	14.585	0.216
b	1	0.215	-0.119	-0.029	101296.078	13.500	101438.289	36.843	15.262	33.535	15.492	-2.661	15.262	0.111
	2	0.231	-0.086	-0.029	101343.141	21.950	101457.266	35.751	13.524	33.100	13.876	-3.102	13.526	0.181
	3	0.241	-0.049	-0.029	101392.398	31.005	101476.578	34.589	11.374	32.663	11.918	-3.532	11.383	0.458
	4	0.245	-0.023	-0.029	101456.477	37.040	101513.117	32.980	8.667	31.804	9.771	-4.391	8.729	1.036
g	5	0.246	0.000	-0.029	101844.992	42.472	102046.117	20.794	-4.275	19.442	18.304	-16.753	7.374	6.009
l	6	0.245	0.016	-0.029	100512.531	46.094	100725.977	38.054	18.616	33.152	18.928	-3.043	18.682	-1.568
	7	0.242	0.044	-0.029	101020.805	52.734	101242.711	42.699	19.228	38.110	19.352	1.915	19.257	-1.070
	8	0.236	0.069	-0.029	101146.625	58.770	101338.219	40.130	17.978	35.877	17.982	-0.317	17.979	-0.227
	9	0.227	0.094	-0.029	101221.633	64.806	101393.547	38.531	16.959	34.599	17.034	-1.596	16.959	0.048
	10	0.211	0.126	-0.029	101294.430	73.257	101437.508	36.882	15.313	33.553	15.539	-2.642	15.313	0.109
					101256.082	3.622	101402.643	36.506	14.010	33.376	15.421	-2.820	14.589	0.271
					-0.011		0.000	0.380	-0.434	0.074	1.882	-0.872	-0.032	-20.152
					101350.000		101505.000	34.348	14.411	31.099	15.961	-5.097	14.437	0.377
c	1	0.225	-0.100	-0.015	101349.727	18.500	101481.422	35.597	14.451	32.533	14.908	-3.663	14.451	0.108
	2	0.237	-0.066	-0.015	101392.883	26.950	101498.961	34.547	12.737	32.116	13.379	-4.083	12.741	0.321
	3	0.244	-0.027	-0.015	101478.852	36.004	101564.711	32.393	10.610	30.592	12.035	-5.604	10.652	0.942
	4	0.246	-0.002	-0.015	101621.523	42.040	101748.469	28.459	10.677	26.327	14.634	-9.867	10.807	1.667
g	5	0.245	0.022	-0.015	101581.055	47.472	101784.172	28.170	14.200	24.326	18.510	-11.868	14.205	0.386
l	6	0.243	0.040	-0.015	101015.070	51.698	101296.813	19.799	9.987	16.946	21.802	-19.248	10.238	2.252
	7	0.237	0.068	-0.015	101151.563	58.338	101364.367	40.042	18.926	35.285	18.952	-0.909	18.930	-0.372
	8	0.228	0.092	-0.015	101230.617	64.374	101417.742	38.320	17.637	34.020	17.771	-2.175	17.637	0.064
	9	0.217	0.116	-0.015	101294.633	70.410	101458.328	36.899	16.328	33.091	16.621	-3.105	16.328	0.111
	10	0.199	0.144	-0.015	101348.453	78.257	101481.000	35.628	14.504	32.543	14.957	-3.652	14.504	0.105
					101350.904		101503.650	33.920	14.086	30.776	15.827	-5.420	14.121	0.498
					-0.001		0.001	1.263	2.312	1.050	0.845	-5.955	2.235	-24.317
					101399.000		101558.000	33.156	14.384	29.812	16.224	14.384	14.406	0.364
d	1	0.235	-0.074	0.000	101401.797	25.000	101520.758	34.340	13.406	31.615	14.169	-4.581	13.408	0.203
	2	0.243	-0.038	0.000	101456.492	33.436	101561.508	32.954	12.088	30.653	13.311	-5.545	12.102	0.596
	3	0.246	0.000	0.000	101552.352	42.475	101686.711	30.426	12.440	27.754	15.057	-8.441	12.469	0.855
	4	0.245	0.026	0.000	101537.492	48.500	101716.102	30.846	14.776	27.077	17.362	-9.117	14.776	0.066
g	5	0.242	0.047	0.000	101495.961	53.322	101699.531	28.260	14.270	24.391	18.520	-11.803	14.272	-0.241
l	6	0.237	0.064	0.000	101161.523	57.541	101448.305	19.693	9.847	16.771	21.996	-19.424	10.323	3.101

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.229	0.089	0.000	101235.102	63.567	101440.797	38.266	18.441	33.530	18.632	-2.665	18.441	0.002
	8	0.216	0.117	0.000	101324.703	70.798	101499.352	36.189	16.676	32.118	17.168	-4.077	16.677	0.089
	9	0.203	0.139	0.000	101367.320	76.824	101511.977	35.197	15.005	31.840	15.624	-4.356	15.005	0.028
	10	0.182	0.165	0.000	101400.211	84.658	101519.992	34.380	13.465	31.634	14.218	-4.562	13.467	0.192
					101401.612		101559.402	32.988	14.242	29.693	16.159	-6.503	14.275	0.418
					-0.003		-0.001	0.509	0.995	0.402	0.400	-321.19	0.922	-13.020
					101426.000		101589.000	32.491	14.381	29.076	16.400	-7.120	14.413	0.281
e	1	0.242	-0.044	0.015	101449.977	32.000	101566.578	33.136	12.835	30.547	14.028	-5.648	12.841	0.378
	2	0.246	-0.008	0.015	101504.813	40.436	101633.109	31.697	12.816	28.987	14.714	-7.209	12.827	0.552
	3	0.245	0.017	0.015	101515.320	46.462	101671.055	31.431	14.053	28.115	16.212	-8.080	14.054	0.189
	4	0.242	0.046	0.015	101479.070	53.091	101661.047	32.404	15.671	28.360	17.525	-7.835	15.676	-0.392
g	5	0.236	0.071	0.015	101425.141	59.117	101625.719	28.985	14.611	25.033	18.386	-11.161	14.611	0.007
l	6	0.230	0.088	0.015	101244.625	63.316	101560.680	17.852	8.820	15.104	23.096	-21.044	9.517	3.573
	7	0.220	0.109	0.015	101321.773	68.759	101535.109	36.355	18.353	31.383	18.974	-4.812	18.353	0.102
	8	0.208	0.132	0.015	101392.961	74.785	101552.234	34.556	15.508	30.881	16.394	-5.315	15.509	-0.152
	9	0.188	0.159	0.015	101410.242	82.619	101540.547	34.148	13.952	31.169	14.830	-5.027	13.952	0.062
	10	0.161	0.186	0.015	101447.953	91.658	101564.711	33.188	12.865	30.592	14.037	-5.604	12.870	0.365
					101429.884		101591.716	32.363	14.271	28.986	16.377	-7.207	14.309	0.284
					-0.004		-0.003	0.394	0.770	0.312	0.139	-1.211	0.727	-1.071
					101438.000		101609.000	31.997	14.108	28.563	16.635	-7.634	14.220	0.164
f	1	0.245	-0.021	0.029	101474.852	37.500	101602.352	32.511	13.162	29.727	14.669	-6.469	13.166	0.334
	2	0.246	0.015	0.029	101490.633	45.908	101639.430	32.073	14.036	28.840	15.847	-7.355	14.036	0.103
	3	0.243	0.041	0.029	101469.367	51.914	101635.898	32.637	15.107	28.930	16.765	-7.265	15.109	-0.261
	4	0.236	0.071	0.029	101410.477	59.122	101592.539	34.143	16.376	29.956	17.529	-6.238	16.382	-0.455
g	5	0.227	0.095	0.029	101257.016	65.128	101455.680	28.865	14.364	24.984	18.293	-11.210	14.456	1.629
l	6	0.222	0.107	0.029	101445.133	68.131	102249.117	3.735	-0.638	-0.405	36.787	-36.599	3.713	3.658
	7	0.211	0.127	0.029	101443.398	73.536	101607.156	33.539	15.340	29.820	16.623	-6.375	15.352	-0.617
	8	0.196	0.149	0.029	101424.461	79.542	101563.664	33.781	14.275	30.617	15.327	-5.579	14.276	-0.192
	9	0.170	0.177	0.029	101439.609	88.551	101565.094	33.413	13.431	30.600	14.552	-5.601	13.432	0.169
	10	0.143	0.200	0.029	101472.578	96.960	101599.336	32.572	13.149	29.800	14.626	-6.396	13.153	0.332
					101440.195		101622.389	31.506	13.689	28.121	16.915	-8.076	13.906	0.179
					-0.002		-0.013	1.558	3.061	1.572	-1.651	-5.473	2.260	-8.202
					101444.000		101582.000	32.570	13.544	29.596	15.221	-6.600	13.596	0.187
g'	1	0.245	0.020	0.075	101449.141	47.000	101588.953	33.156	14.067	30.025	15.361	-6.170	14.068	-0.112
	2	0.242	0.045	0.075	101438.805	53.026	101586.328	33.434	14.554	30.101	15.779	-6.095	14.555	-0.127
	3	0.235	0.073	0.075	101430.156	59.655	101576.430	33.649	14.575	30.330	15.712	-5.866	14.576	-0.190
	4	0.225	0.100	0.075	101429.945	66.283	101564.906	33.633	14.005	30.577	15.092	-5.618	14.008	-0.284
	5	0.212	0.125	0.075	101442.203	72.912	101572.031	33.325	13.620	30.412	14.803	-5.783	13.626	-0.423
	6	0.196	0.149	0.075	101445.328	79.541	101575.555	33.264	13.616	30.348	14.826	-5.848	13.624	-0.461
	7	0.178	0.170	0.075	101447.961	86.169	101576.492	32.787	13.330	29.956	14.718	-6.240	13.330	-0.078
	8	0.157	0.190	0.075	101453.297	92.798	101603.766	27.304	10.697	24.911	15.899	-11.287	11.196	3.304
	9	0.134	0.206	0.075	101458.125	99.427	101591.422	32.878	13.623	29.931	14.997	-6.272	13.623	-0.036
	10	0.107	0.222	0.075	101449.906	106.66	101589.273	33.139	14.038	30.020	15.337	-6.176	14.039	-0.111
					101444.509		101582.360	32.587	13.558	29.607	15.241	-6.589	13.615	0.181
					-0.001		0.000	-0.054	-0.102	-0.037	-0.134	0.162	-0.144	3.155
					101448.000		101580.000	32.554	13.335	29.678	14.933	-6.518	13.373	0.288
g	1	0.244	0.035	0.100	101415.258	50.500	101554.125	33.218	14.037	30.104	15.309	-6.091	14.045	0.453
	2	0.239	0.060	0.100	101441.422	56.536	101589.297	33.344	14.536	30.009	15.798	-6.186	14.537	0.088
	3	0.230	0.087	0.100	101450.859	63.176	101588.969	33.140	13.975	30.050	15.267	-6.145	13.975	0.003
	4	0.218	0.113	0.100	101449.664	69.815	101578.891	33.154	13.527	30.270	14.768	-5.925	13.527	-0.099
	5	0.204	0.138	0.100	101448.609	76.455	101575.648	33.170	13.418	30.334	14.643	-5.861	13.419	-0.196
	6	0.187	0.160	0.100	101449.711	83.095	101577.258	33.130	13.427	30.286	14.672	-5.909	13.430	-0.260
	7	0.167	0.181	0.100	101454.078	89.734	101581.969	33.029	13.403	30.186	14.692	-6.009	13.407	-0.334
	8	0.145	0.199	0.100	101459.375	96.374	101587.734	32.807	13.334	29.975	14.716	-6.223	13.336	-0.220
	9	0.121	0.214	0.100	101458.531	103.01	101587.969	29.036	11.033	26.730	14.773	-9.472	11.342	2.631
	10	0.093	0.228	0.100	101415.070	110.26	101552.867	33.076	13.913	30.006	15.237	-6.189	13.923	0.531
					101447.052		101580.142	32.651	13.416	29.747	14.980	-6.449	13.454	0.252
					0.001		0.000	-0.297	-0.602	-0.231	-0.312	1.064	-0.604	14.557

		Presek V			Span 0.6666	R=0.260 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101216.000		101326.000	40.578	13.476	38.254	13.476	-0.001	13.476	-0.005
a	1	0.195	-0.172	-0.100	101185.492	1.000	101325.406	41.242	15.367	38.273	15.367	0.020	15.367	-0.051
	2	0.212	-0.150	-0.100	101188.875	7.026	101324.867	41.125	15.151	38.237	15.151	-0.020	15.151	-0.016
	3	0.228	-0.125	-0.100	101201.773	13.654	101324.820	40.835	14.410	38.212	14.410	-0.045	14.410	0.045
	4	0.241	-0.098	-0.100	101218.297	20.283	101324.922	40.470	13.415	38.183	13.415	-0.071	13.415	0.027
	5	0.251	-0.069	-0.100	101234.867	26.912	101325.031	40.112	12.336	38.168	12.336	-0.085	12.336	0.017
	6	0.257	-0.040	-0.100	101247.031	33.540	101325.250	39.888	11.489	38.198	11.489	-0.055	11.489	0.001
	7	0.260	-0.010	-0.100	101246.633	40.169	101325.172	39.969	11.513	38.276	11.513	0.023	11.513	-0.027
	8	0.259	0.020	-0.100	101226.125	46.798	101324.820	40.481	12.905	38.370	12.906	0.117	12.905	-0.040
	9	0.255	0.050	-0.100	101199.070	53.426	101324.820	41.027	14.567	38.356	14.568	0.101	14.568	-0.046
	10	0.247	0.081	-0.100	101185.680	60.658	101325.422	41.242	15.357	38.278	15.358	0.023	15.358	-0.045
					101215.809		101325.015	40.588	13.499	38.255	13.499	0.001	13.499	-0.013
					0.000		0.001	-0.024	-0.171	-0.003	-0.171	-205.47	-0.171	-65.058
					101215.000		101325.000	40.586	13.477	38.251	13.508	-0.004	13.478	-0.082
a'	1	0.205	-0.160	-0.075	101194.148	4.500	101337.359	41.026	15.544	37.970	15.547	-0.285	15.544	0.005
	2	0.221	-0.137	-0.075	101221.313	10.506	101354.398	40.493	14.974	37.628	14.987	-0.630	14.974	0.010
	3	0.235	-0.111	-0.075	101247.281	17.112	101363.859	39.936	14.000	37.405	14.026	-0.851	14.000	0.020
	4	0.246	-0.083	-0.075	101268.367	23.719	101366.945	39.476	12.864	37.323	12.897	-0.931	12.864	0.061
	5	0.254	-0.054	-0.075	101279.383	30.326	101360.891	39.242	11.701	37.459	11.728	-0.795	11.701	0.065
	6	0.259	-0.025	-0.075	101259.406	36.932	101329.180	39.673	10.851	38.161	10.851	-0.092	10.851	-0.091
	7	0.260	0.005	-0.075	101182.039	43.539	101262.922	41.283	11.596	39.620	11.682	1.367	11.602	-0.370
	8	0.258	0.035	-0.075	101134.828	50.145	101253.633	42.215	14.070	39.800	14.159	1.547	14.074	-0.327
	9	0.252	0.064	-0.075	101156.008	56.752	101297.758	41.787	15.456	38.825	15.467	0.571	15.456	-0.106
	10	0.242	0.096	-0.075	101191.570	63.959	101335.367	41.081	15.577	38.014	15.579	-0.239	15.577	0.001
					101208.625		101322.281	40.720	13.727	38.307	13.762	0.053	13.729	-0.091
					0.006		0.003	-0.331	-1.827	-0.148	-1.842	-107.35	-1.828	-10.381
					101241.000		101398.000	38.668	13.836	35.586	15.645	-2.669	14.569	0.206
b	1	0.228	-0.124	-0.027	101302.195	13.800	101443.531	38.736	15.219	35.622	15.444	-2.631	15.219	0.040
	2	0.244	-0.090	-0.027	101346.656	22.236	101459.703	37.749	13.482	35.266	13.811	-2.994	13.482	0.103
	3	0.255	-0.050	-0.027	101392.461	31.275	101476.625	36.731	11.434	34.904	11.919	-3.348	11.439	0.343
	4	0.259	-0.023	-0.027	101450.281	37.301	101508.180	35.377	8.977	34.209	9.881	-4.044	9.016	0.829
g	5	0.260	0.004	-0.027	101909.000	43.327	102154.516	21.942	-6.062	20.049	20.269	-18.204	8.914	6.536
l	6	0.259	0.018	-0.027	100400.547	46.434	100659.445	23.361	11.098	20.545	20.900	-17.697	11.120	0.700
	7	0.258	0.034	-0.027	100862.859	49.956	101122.625	47.451	20.346	42.827	20.938	4.574	20.432	-1.871
	8	0.253	0.061	-0.027	101084.227	55.982	101288.984	43.225	18.566	39.032	18.589	0.779	18.572	-0.484
	9	0.240	0.100	-0.027	101223.211	65.021	101396.250	40.438	17.017	36.684	17.089	-1.569	17.017	0.040
	10	0.223	0.134	-0.027	101299.852	73.458	101442.492	38.788	15.295	35.647	15.515	-2.607	15.295	0.040
					101262.620		101415.732	38.186	13.681	35.250	15.698	-3.004	14.493	0.310
					-0.021		-0.017	1.263	1.128	0.953	-0.342	-11.155	0.526	-33.528
					101352.000		101506.000	36.372	14.313	33.355	15.832	-4.899	14.337	0.356
c	1	0.238	-0.104	-0.014	101352.680	18.700	101482.250	37.624	14.372	34.773	14.788	-3.481	14.372	0.024
	2	0.251	-0.068	-0.014	101392.289	27.150	101496.477	36.709	12.697	34.447	13.258	-3.811	12.699	0.216
	3	0.258	-0.028	-0.014	101472.781	36.204	101554.359	34.818	10.547	33.174	11.732	-5.080	10.575	0.772
	4	0.260	-0.001	-0.014	101634.578	42.240	101745.008	30.668	9.868	28.986	13.647	-9.267	10.018	1.724
g	5	0.259	0.027	-0.014	101598.922	48.248	101875.344	21.966	10.415	19.339	21.599	-18.921	10.417	0.182
l	6	0.256	0.043	-0.014	100989.234	51.891	101288.281	20.738	9.838	18.126	22.466	-20.080	10.076	2.177
	7	0.250	0.070	-0.014	101133.063	57.934	101348.531	42.298	19.060	37.759	19.069	-0.494	19.063	-0.324
	8	0.242	0.096	-0.014	101222.406	63.970	101412.508	40.438	17.806	36.307	17.912	-1.946	17.806	0.058
	9	0.230	0.120	-0.014	101294.484	70.006	101460.070	38.922	16.449	35.276	16.716	-2.977	16.449	0.057
	10	0.210	0.153	-0.014	101351.555	78.457	101481.945	37.650	14.422	34.779	14.835	-3.474	14.422	0.021
					101353.623		101508.182	35.585	13.803	32.715	15.843	-5.537	13.836	0.432
					-0.002		-0.002	2.210	3.692	1.955	-0.074	-11.514	3.621	-17.630
					101402.000		101559.000	35.235	14.307	32.137	16.073	-6.117	14.327	0.334
d	1	0.248	-0.078	0.000	101400.000	25.000	101516.242	36.545	13.351	34.021	14.006	-4.234	13.351	0.113
	2	0.257	-0.041	0.000	101452.820	33.408	101552.984	35.287	11.965	33.196	13.000	-5.060	11.975	0.475
	3	0.260	-0.008	0.000	101544.477	40.615	101654.508	33.037	11.477	30.967	13.626	-7.287	11.514	0.922
	4	0.259	0.022	0.000	101572.203	47.222	101739.797	32.335	14.101	29.096	16.818	-9.157	14.106	0.377
g	5	0.255	0.049	0.000	101509.164	53.228	101705.578	32.790	15.578	28.851	18.200	-9.402	15.583	-0.400
l	6	0.251	0.067	0.000	101144.539	57.405	101458.617	19.937	9.403	17.364	23.023	-20.835	9.797	2.749

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	W _m =C _m	W _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
		7	0.242	0.096	0.000	101234.227	64.039	101438.867	40.219	18.416	35.755	18.585	-2.497	18.416	0.110
		8	0.230	0.121	0.000	101321.859	70.045	101499.531	38.307	16.879	34.389	17.316	-3.865	16.879	0.040
		9	0.216	0.144	0.000	101365.719	76.051	101510.695	37.345	15.097	34.158	15.642	-4.095	15.097	-0.041
		10	0.193	0.174	0.000	101397.648	84.460	101515.250	36.602	13.444	34.045	14.088	-4.210	13.444	0.098
						101403.667		101559.575	34.969	14.088	31.939	16.009	-6.312	14.118	0.396
						-0.002		-0.001	0.763	1.553	0.621	0.403	-3.089	1.476	-15.632
						101429.000		101589.000	34.595	14.320	31.434	16.240	-6.820	14.346	0.258
e	1	0.255	-0.048	0.014	101446.867	31.700	101558.547	35.444	12.715	33.085	13.729	-5.169	12.719	0.296	
	2	0.260	-0.010	0.014	101512.641	40.136	101631.859	33.832	12.437	31.459	14.184	-6.796	12.450	0.569	
	3	0.259	0.017	0.014	101535.859	46.162	101685.750	33.258	13.758	30.278	15.905	-7.975	13.761	0.291	
	4	0.256	0.047	0.014	101493.742	52.791	101674.438	34.320	15.662	30.537	17.463	-7.716	15.666	-0.350	
g	5	0.249	0.073	0.014	101429.055	58.817	101624.617	33.052	15.684	29.093	18.165	-9.160	15.686	-0.287	
l	6	0.243	0.092	0.014	101230.367	63.036	101529.297	21.249	9.947	18.434	22.460	-19.819	10.569	3.571	
	7	0.232	0.117	0.014	101346.523	69.062	101553.344	37.805	17.999	33.245	18.683	-5.008	17.999	0.010	
	8	0.217	0.143	0.014	101394.617	75.690	101544.266	36.667	15.131	33.401	15.891	-4.854	15.132	-0.136	
	9	0.198	0.169	0.014	101408.797	82.922	101535.125	36.358	13.846	33.622	14.601	-4.634	13.846	0.041	
	10	0.171	0.196	0.014	101444.820	91.358	101556.844	35.496	12.754	33.126	13.750	-5.129	12.757	0.283	
						101434.700		101592.037	34.510	14.213	31.385	16.139	-6.869	14.250	0.280
						-0.006		-0.003	0.245	0.751	0.154	0.629	-0.709	0.675	-7.707
						101441.000		101610.000	34.132	14.090	30.927	16.498	-7.328	14.202	0.182
f	1	0.259	-0.024	0.027	101477.867	37.000	101598.609	34.715	12.931	32.217	14.275	-6.037	12.936	0.336	
	2	0.260	0.014	0.027	101506.391	45.408	101649.680	33.992	13.791	31.070	15.551	-7.184	13.792	0.178	
	3	0.257	0.041	0.027	101484.547	51.414	101649.414	34.531	15.056	31.076	16.681	-7.177	15.058	-0.215	
	4	0.250	0.070	0.027	101424.875	58.021	101605.945	35.971	16.335	32.045	17.481	-6.208	16.342	-0.471	
g	5	0.241	0.098	0.027	101247.969	64.628	101440.938	32.280	15.094	28.500	18.024	-9.753	15.157	1.385	
l	6	0.235	0.111	0.027	101459.875	67.631	102217.367	5.042	3.568	2.779	35.722	-35.474	4.207	2.231	
	7	0.221	0.137	0.027	101431.328	74.238	101584.008	35.909	15.025	32.613	16.052	-5.641	15.029	-0.348	
	8	0.204	0.162	0.027	101420.852	80.844	101553.609	36.056	14.087	33.191	14.969	-5.063	14.087	-0.055	
	9	0.182	0.186	0.027	101436.477	88.052	101558.281	35.706	13.380	33.109	14.337	-5.150	13.381	0.160	
	10	0.153	0.211	0.027	101474.898	96.460	101595.078	34.789	12.931	32.297	14.241	-5.958	12.935	0.330	
						101443.182		101625.585	33.317	13.704	30.278	16.855	-7.976	13.747	0.179
						-0.002		-0.015	2.445	2.818	2.143	-2.117	-8.132	3.306	1.266
						101446.000		101583.000	34.708	13.613	31.905	15.182	-6.349	13.662	0.243
g'	1	0.259	0.021	0.075	101453.156	47.000	101590.313	35.296	14.037	32.386	15.214	-5.868	14.037	-0.013	
	2	0.256	0.048	0.075	101440.695	53.006	101587.320	35.617	14.631	32.474	15.731	-5.779	14.631	-0.060	
	3	0.248	0.077	0.075	101431.125	59.613	101577.766	35.834	14.709	32.676	15.732	-5.577	14.710	-0.126	
	4	0.238	0.105	0.075	101431.633	66.219	101567.555	35.803	14.161	32.883	15.146	-5.370	14.162	-0.221	
	5	0.224	0.132	0.075	101442.516	72.826	101573.719	35.537	13.817	32.739	14.881	-5.514	13.821	-0.347	
	6	0.208	0.157	0.075	101444.703	79.433	101575.172	35.498	13.762	32.721	14.839	-5.534	13.768	-0.413	
	7	0.188	0.179	0.075	101447.352	86.039	101574.242	35.308	13.498	32.625	14.630	-5.629	13.504	-0.394	
	8	0.166	0.200	0.075	101454.734	92.646	101610.625	28.732	10.566	26.485	16.214	-11.771	11.151	3.566	
	9	0.142	0.218	0.075	101462.164	99.253	101590.914	34.644	13.323	31.987	14.731	-6.274	13.328	0.339	
	10	0.114	0.234	0.075	101454.570	106.46	101590.914	35.272	13.986	32.383	15.169	-5.872	13.986	-0.011	
						101446.068		101583.655	34.678	13.598	31.872	15.227	-6.382	13.665	0.265
						0.000		-0.001	0.085	0.111	0.103	-0.299	-0.521	-0.023	-8.416
						101448.000		101580.000	34.757	13.447	32.033	14.903	-6.222	13.486	0.427
g	1	0.257	0.037	0.100	101412.117	50.500	101547.773	34.636	13.651	31.819	15.129	-6.436	13.691	1.051	
	2	0.252	0.063	0.100	101439.453	56.506	101587.289	35.467	14.633	32.308	15.796	-5.946	14.634	0.218	
	3	0.243	0.092	0.100	101451.555	63.113	101590.695	35.381	14.170	32.420	15.324	-5.834	14.171	0.133	
	4	0.231	0.119	0.100	101450.758	69.719	101580.813	35.370	13.699	32.611	14.816	-5.643	13.699	0.106	
	5	0.216	0.145	0.100	101449.398	76.326	101577.047	35.391	13.580	32.682	14.678	-5.570	13.580	0.026	
	6	0.198	0.169	0.100	101450.672	82.933	101578.422	35.341	13.566	32.634	14.683	-5.619	13.566	-0.041	
	7	0.177	0.191	0.100	101455.945	89.539	101583.180	35.216	13.489	32.531	14.654	-5.723	13.490	-0.145	
	8	0.154	0.210	0.100	101459.586	96.146	101585.773	35.194	13.423	32.536	14.593	-5.721	13.425	-0.259	
	9	0.129	0.226	0.100	101463.695	102.75	101589.828	31.897	11.532	29.653	14.548	-8.608	11.736	2.174	
	10	0.099	0.240	0.100	101412.102	109.96	101545.789	34.257	13.337	31.536	14.990	-6.719	13.398	1.286	
						101447.580		101579.794	34.841	13.518	32.096	14.925	-6.159	13.548	0.391
						0.000		0.000	-0.240	-0.524	-0.198	-0.144	1.019	-0.460	9.140

		Presek V'			Span 0.757575	R=0.275 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101217.000		101326.000	42.654	13.431	40.463	13.432	0.000	13.431	-0.004
a	1	0.207	-0.181	-0.100	101185.594	1.200	101325.469	43.301	15.365	40.484	15.365	0.022	15.365	-0.054
	2	0.225	-0.158	-0.100	101188.906	7.236	101324.852	43.186	15.148	40.447	15.148	-0.019	15.148	-0.021
	3	0.242	-0.131	-0.100	101201.938	13.875	101324.789	42.907	14.399	40.424	14.399	-0.042	14.399	0.050
	4	0.255	-0.102	-0.100	101218.492	20.515	101324.906	42.557	13.400	40.394	13.401	-0.068	13.401	0.029
	5	0.265	-0.072	-0.100	101235.164	27.155	101325.000	42.214	12.312	40.379	12.313	-0.083	12.312	0.017
	6	0.272	-0.041	-0.100	101247.789	33.794	101325.211	41.988	11.431	40.402	11.431	-0.059	11.431	0.001
	7	0.275	-0.009	-0.100	101248.352	40.434	101325.195	42.049	11.387	40.479	11.387	0.016	11.387	-0.027
	8	0.274	0.022	-0.100	101228.070	47.074	101324.828	42.541	12.777	40.578	12.778	0.115	12.777	-0.036
	9	0.270	0.054	-0.100	101199.836	53.713	101324.828	43.087	14.523	40.569	14.524	0.104	14.523	-0.045
	10	0.261	0.088	-0.100	101185.703	60.957	101325.516	43.302	15.361	40.487	15.361	0.025	15.361	-0.052
					101216.465		101325.015	42.663	13.454	40.464	13.454	0.001	13.454	-0.014
					0.001		0.001	-0.021	-0.170	-0.002	-0.170	-177.66	-0.170	-72.292
					101216.000		101325.000	42.658	13.425	40.460	13.454	-0.004	13.426	-0.081
a'	1	0.217	-0.169	-0.075	101193.352	4.500	101336.570	43.105	15.545	40.206	15.547	-0.257	15.545	-0.010
	2	0.233	-0.145	-0.075	101220.984	10.506	101354.313	42.594	14.989	39.873	15.000	-0.591	14.989	-0.016
	3	0.249	-0.117	-0.075	101246.789	17.112	101363.570	42.066	14.015	39.671	14.038	-0.799	14.015	-0.007
	4	0.261	-0.088	-0.075	101268.047	23.719	101366.961	41.625	12.889	39.582	12.919	-0.882	12.889	0.035
	5	0.269	-0.058	-0.075	101280.148	30.325	101362.102	41.382	11.734	39.686	11.760	-0.778	11.734	0.049
	6	0.274	-0.026	-0.075	101264.250	36.932	101333.852	41.709	10.836	40.279	10.838	-0.184	10.836	-0.077
	7	0.275	0.005	-0.075	101189.828	43.539	101267.320	43.188	11.367	41.664	11.435	1.203	11.372	-0.317
	8	0.272	0.037	-0.075	101133.773	50.146	101248.656	44.245	13.831	42.028	13.923	1.566	13.834	-0.293
	9	0.266	0.068	-0.075	101153.703	56.752	101294.133	43.859	15.382	41.074	15.394	0.612	15.382	-0.094
	10	0.256	0.101	-0.075	101190.688	63.959	101334.453	43.160	15.575	40.253	15.577	-0.210	15.575	-0.013
					101209.270		101321.951	42.789	13.667	40.520	13.699	0.056	13.668	-0.090
					0.007		0.003	-0.307	-1.772	-0.149	-1.784	-107.26	-1.772	-9.997
					101240.000		101397.000	40.794	13.667	37.867	15.559	-2.596	14.514	0.176
b	1	0.243	-0.129	-0.025	101310.930	14.500	101449.195	40.740	15.052	37.859	15.275	-2.603	15.052	-0.056
	2	0.259	-0.092	-0.025	101351.438	22.908	101461.758	39.880	13.337	37.590	13.644	-2.879	13.337	0.020
	3	0.270	-0.050	-0.025	101394.719	31.917	101477.164	38.971	11.355	37.282	11.794	-3.182	11.357	0.232
	4	0.274	-0.021	-0.025	101448.500	37.923	101505.109	37.793	8.995	36.702	9.770	-3.760	9.018	0.651
g	5	0.275	0.010	-0.025	102042.906	44.530	102750.688	20.506	-14.236	10.749	34.463	-29.712	17.462	10.112
l	6	0.274	0.025	-0.025	100459.633	47.533	100767.477	51.242	21.859	46.272	22.767	5.811	22.013	-2.604
	7	0.270	0.050	-0.025	100970.547	52.938	101198.430	47.296	19.407	43.121	19.611	2.659	19.430	-0.931
	8	0.264	0.078	-0.025	101131.906	58.944	101327.391	44.293	18.164	40.397	18.165	-0.064	18.165	-0.184
	9	0.254	0.105	-0.025	101222.266	64.951	101397.461	42.552	17.129	38.953	17.196	-1.509	17.129	-0.014
	10	0.234	0.144	-0.025	101307.547	73.960	101447.922	40.812	15.174	37.888	15.391	-2.575	15.174	-0.058
					101280.258	3.003	101459.335	40.649	13.288	37.378	16.437	-3.086	15.156	0.449
					-0.040		-0.061	0.358	2.846	1.310	-5.343	-15.869	-4.233	-60.895
					101355.000		101508.000	38.484	14.218	35.669	15.755	-4.792	14.244	0.309
c	1	0.252	-0.109	-0.013	101355.672	19.000	101482.641	39.808	14.262	37.167	14.638	-3.296	14.262	-0.087
	2	0.266	-0.071	-0.013	101391.969	27.408	101494.008	39.009	12.631	36.912	13.121	-3.554	12.631	0.092
	3	0.274	-0.029	-0.013	101465.922	36.417	101543.898	37.378	10.496	35.871	11.470	-4.592	10.511	0.558
	4	0.275	0.000	-0.013	101634.773	42.423	101726.641	33.357	9.041	32.069	12.441	-8.393	9.183	1.610
g	5	0.273	0.029	-0.013	101633.555	48.429	101841.563	32.259	14.620	28.754	18.734	-11.708	14.625	0.388
l	6	0.271	0.049	-0.013	100978.023	52.634	101182.523	33.848	15.306	30.130	18.563	-10.331	15.423	1.894
	7	0.265	0.074	-0.013	101121.953	58.039	101340.219	44.523	19.189	40.175	19.193	-0.286	19.191	-0.232
	8	0.256	0.101	-0.013	101220.625	64.045	101413.320	42.567	17.938	38.604	18.034	-1.858	17.938	0.023
	9	0.244	0.128	-0.013	101299.805	70.051	101465.281	40.985	16.454	37.539	16.711	-2.924	16.454	-0.054
	10	0.222	0.162	-0.013	101353.375	78.460	101482.219	39.857	14.375	37.176	14.746	-3.286	14.375	-0.093
					101357.064		101499.566	38.893	14.199	36.111	15.262	-4.352	14.223	0.337
					-0.002		0.008	-1.051	0.134	-1.223	3.228	10.123	0.147	-8.212
					101405.000		101561.000	37.452	14.264	34.558	15.984	-5.904	14.284	0.267
d	1	0.262	-0.083	0.000	101397.281	24.800	101511.844	38.913	13.345	36.555	13.905	-3.908	13.345	-0.025
	2	0.271	-0.044	0.000	101446.867	33.236	101543.219	37.802	11.895	35.883	12.750	-4.582	11.899	0.286
	3	0.275	-0.001	0.000	101578.016	42.275	101687.148	34.760	11.221	32.887	13.569	-7.575	11.258	0.904
	4	0.274	0.028	0.000	101591.633	48.301	101764.430	34.443	14.400	31.288	17.077	-9.174	14.403	0.271
g	5	0.270	0.054	0.000	101516.906	53.725	101735.531	30.538	13.881	27.199	19.201	-13.262	13.885	-0.335
l	6	0.266	0.071	0.000	101126.164	57.341	101452.961	22.011	9.953	19.403	23.484	-21.058	10.394	2.997

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _{m=C_m}	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.256	0.101	0.000	101227.352	63.969	101436.688	42.463	18.653	38.147	18.797	-2.314	18.654	0.136
	8	0.244	0.127	0.000	101328.461	69.995	101505.711	40.375	16.876	36.680	17.295	-3.782	16.877	-0.078
	9	0.229	0.152	0.000	101366.820	76.022	101509.891	39.580	15.053	36.608	15.539	-3.855	15.053	-0.142
	10	0.204	0.184	0.000	101395.883	84.458	101511.328	38.945	13.404	36.567	13.959	-3.896	13.404	-0.033
					101408.290		101564.006	36.967	13.970	34.153	15.958	-6.310	14.003	0.339
					-0.003		-0.003	1.312	2.101	1.186	0.162	-6.421	2.008	-21.377
					101431.000		101590.000	36.852	14.324	33.890	16.171	-6.572	14.348	0.190
e	1	0.270	-0.053	0.013	101441.289	31.200	101549.656	37.944	12.680	35.763	13.523	-4.699	12.680	0.128
	2	0.275	-0.013	0.013	101514.281	39.650	101623.656	36.270	12.050	34.208	13.585	-6.256	12.059	0.463
	3	0.275	0.016	0.013	101558.469	45.686	101699.266	35.234	13.276	32.636	15.415	-7.826	13.281	0.361
	4	0.271	0.047	0.013	101512.984	52.326	101692.625	36.315	15.623	32.781	17.412	-7.680	15.626	-0.313
g	5	0.264	0.078	0.013	101427.188	58.966	101663.758	28.189	12.795	25.117	19.979	-15.344	12.796	0.095
l	6	0.258	0.095	0.013	101212.742	62.588	101498.563	24.977	11.281	21.981	21.960	-18.481	11.862	3.669
	7	0.249	0.116	0.013	101312.125	67.416	101438.609	40.810	19.053	36.090	19.548	-4.372	19.053	0.096
	8	0.236	0.142	0.013	101390.227	73.453	101548.875	39.058	15.676	35.775	16.363	-4.687	15.677	-0.205
	9	0.210	0.177	0.013	101404.930	82.507	101530.492	38.759	13.911	36.181	14.556	-4.285	13.912	-0.052
	10	0.182	0.206	0.013	101439.875	90.957	101548.602	37.977	12.712	35.788	13.545	-4.675	12.713	0.120
					101436.615		101593.315	36.651	14.175	33.734	16.077	-6.728	14.202	0.219
					-0.006		-0.003	0.547	1.054	0.462	0.585	-2.328	1.027	-13.444
					101444.000		101613.000	36.458	14.149	33.433	16.424	-7.030	14.265	0.131
f	1	0.273	-0.029	0.025	101476.375	36.300	101591.094	37.169	12.757	34.912	13.914	-5.551	12.759	0.223
	2	0.275	0.011	0.025	101522.117	44.736	101657.742	36.096	13.433	33.504	15.129	-6.958	13.434	0.191
	3	0.272	0.040	0.025	101503.344	50.762	101665.383	36.528	14.924	33.340	16.537	-7.122	14.925	-0.180
	4	0.265	0.074	0.025	101427.453	57.994	101610.969	38.251	16.545	34.484	17.599	-5.977	16.553	-0.508
g	5	0.256	0.101	0.025	101240.477	64.020	101438.461	34.601	15.511	30.909	18.250	-9.552	15.551	1.113
l	6	0.250	0.115	0.025	101468.297	67.033	102059.508	14.195	9.478	10.441	31.523	-30.021	9.617	1.632
	7	0.238	0.138	0.025	101433.398	72.457	101593.906	38.283	15.520	34.995	16.458	-5.467	15.524	-0.347
	8	0.222	0.162	0.025	101415.461	78.483	101552.813	38.511	14.459	35.694	15.225	-4.768	14.459	-0.075
	9	0.194	0.195	0.025	101432.125	87.522	101552.430	38.158	13.434	35.721	14.248	-4.747	13.434	0.090
	10	0.163	0.221	0.025	101474.094	95.958	101588.641	37.222	12.769	34.964	13.904	-5.499	12.771	0.217
					101447.271		101613.976	36.295	14.140	33.355	16.363	-7.108	14.151	0.083
					-0.003		-0.001	0.450	0.060	0.234	0.372	-1.097	0.804	57.928
					101447.000		101585.000	37.086	13.855	34.387	15.272	-6.077	13.892	0.270
g'	1	0.274	0.022	0.075	101457.289	47.000	101593.438	37.586	14.081	34.850	15.158	-5.612	14.081	0.110
	2	0.270	0.051	0.075	101442.594	53.006	101589.320	37.937	14.743	34.956	15.737	-5.506	14.743	0.018
	3	0.263	0.081	0.075	101431.188	59.613	101579.266	38.183	14.892	35.160	15.808	-5.302	14.893	-0.070
	4	0.252	0.111	0.075	101432.180	66.219	101570.438	38.146	14.386	35.330	15.275	-5.132	14.387	-0.184
	5	0.237	0.139	0.075	101441.586	72.826	101575.625	37.924	14.090	35.208	15.041	-5.253	14.093	-0.298
	6	0.220	0.166	0.075	101443.438	79.433	101576.281	37.891	14.015	35.203	14.974	-5.260	14.020	-0.364
	7	0.199	0.190	0.075	101447.727	86.040	101578.273	37.742	13.840	35.111	14.843	-5.351	13.845	-0.374
	8	0.176	0.211	0.075	101456.469	92.646	101614.695	31.254	11.239	29.009	16.334	-11.458	11.643	3.041
	9	0.150	0.230	0.075	101465.328	99.253	101594.133	36.982	13.436	34.464	14.732	-6.009	13.450	0.609
	10	0.120	0.247	0.075	101458.836	106.46	101594.125	37.560	14.027	34.845	15.111	-5.619	14.027	0.118
					101447.264		101586.343	37.051	13.840	34.352	15.310	-6.112	13.888	0.285
					0.000		-0.001	0.094	0.107	0.103	-0.252	-0.585	0.029	-5.326
					101448.000		101584.000	37.094	13.780	34.426	15.134	-6.037	13.813	0.540
g	1	0.272	0.037	0.100	101412.961	50.200	101550.578	36.838	13.797	34.133	15.239	-6.330	13.862	1.340
	2	0.267	0.066	0.100	101436.586	56.206	101584.609	37.825	14.762	34.824	15.806	-5.637	14.767	0.352
	3	0.258	0.096	0.100	101449.289	62.813	101590.516	37.807	14.418	34.949	15.439	-5.513	14.421	0.286
	4	0.245	0.125	0.100	101448.648	69.419	101582.047	37.797	14.012	35.103	15.006	-5.359	14.016	0.338
	5	0.229	0.152	0.100	101447.070	76.026	101578.633	37.826	13.927	35.168	14.901	-5.293	13.929	0.274
	6	0.210	0.178	0.100	101448.844	82.633	101580.367	37.763	13.904	35.110	14.899	-5.352	13.905	0.185
	7	0.188	0.201	0.100	101455.445	89.239	101586.164	37.612	13.808	34.987	14.854	-5.476	13.808	0.042
	8	0.164	0.221	0.100	101459.461	95.846	101590.297	37.578	13.800	34.956	14.860	-5.510	13.801	-0.169
	9	0.137	0.238	0.100	101465.438	102.45	101602.680	34.063	12.279	31.720	15.172	-8.751	12.401	1.738
	10	0.106	0.254	0.100	101414.805	109.66	101551.953	36.312	13.482	33.689	15.172	-6.776	13.574	1.579
					101446.634		101582.723	37.184	13.844	34.500	15.144	-5.963	13.869	0.512
					0.001		0.001	-0.244	-0.460	-0.216	-0.062	1.248	-0.404	5.380

		Presek VI			Span 0.8364	R=0.288 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101217.000		101326.000	44.463	13.393	42.377	13.393	0.000	13.393	-0.003
a	1	0.217	-0.189	-0.100	101185.734	1.300	101325.516	45.094	15.359	42.398	15.360	0.022	15.360	-0.057
	2	0.236	-0.165	-0.100	101189.070	7.346	101324.836	44.980	15.138	42.362	15.138	-0.019	15.138	-0.027
	3	0.253	-0.137	-0.100	101202.156	13.996	101324.773	44.712	14.385	42.341	14.385	-0.040	14.385	0.054
	4	0.268	-0.107	-0.100	101218.719	20.647	101324.891	44.375	13.386	42.308	13.386	-0.067	13.386	0.030
	5	0.278	-0.075	-0.100	101235.500	27.298	101324.992	44.043	12.289	42.294	12.289	-0.081	12.289	0.015
	6	0.285	-0.042	-0.100	101248.453	33.949	101325.195	43.816	11.380	42.312	11.381	-0.062	11.380	0.000
	7	0.288	-0.009	-0.100	101249.742	40.599	101325.219	43.863	11.286	42.388	11.286	0.012	11.286	-0.026
	8	0.287	0.024	-0.100	101229.625	47.250	101324.828	44.339	12.676	42.490	12.676	0.114	12.676	-0.032
	9	0.282	0.057	-0.100	101200.391	53.901	101324.844	44.885	14.491	42.485	14.491	0.107	14.491	-0.043
	10	0.273	0.093	-0.100	101185.781	61.156	101325.539	45.095	15.359	42.399	15.359	0.024	15.359	-0.058
					101217.043		101325.015	44.471	13.415	42.377	13.415	0.000	13.415	-0.014
					0.000		0.001	-0.019	-0.167	-0.002	-0.167	-173.58	-0.168	-76.642
					101217.000		101325.000	44.464	13.381	42.374	13.409	-0.004	13.382	-0.077
a'	1	0.227	-0.177	-0.075	101193.141	4.500	101336.266	44.908	15.540	42.135	15.542	-0.241	15.540	-0.029
	2	0.245	-0.152	-0.075	101220.945	10.506	101354.266	44.419	14.990	41.814	15.000	-0.562	14.990	-0.045
	3	0.260	-0.123	-0.075	101246.422	17.112	101363.242	43.917	14.020	41.628	14.040	-0.756	14.020	-0.027
	4	0.273	-0.092	-0.075	101267.969	23.719	101367.063	43.487	12.903	41.532	12.931	-0.846	12.904	0.013
	5	0.282	-0.060	-0.075	101280.813	30.325	101362.992	43.241	11.751	41.616	11.776	-0.761	11.751	0.035
	6	0.287	-0.027	-0.075	101267.617	36.932	101337.063	43.504	10.823	42.137	10.826	-0.239	10.823	-0.064
	7	0.288	0.006	-0.075	101195.469	43.539	101270.461	44.881	11.194	43.462	11.250	1.087	11.197	-0.256
	8	0.285	0.039	-0.075	101132.898	50.146	101244.836	46.017	13.650	43.946	13.742	1.570	13.652	-0.244
	9	0.279	0.071	-0.075	101152.133	56.752	101291.539	45.657	15.325	43.009	15.338	0.633	15.325	-0.078
	10	0.268	0.106	-0.075	101190.438	63.959	101334.063	44.963	15.568	42.183	15.569	-0.193	15.568	-0.030
					101209.823		101321.705	44.593	13.617	42.435	13.647	0.058	13.618	-0.085
					0.007		0.003	-0.289	-1.735	-0.145	-1.745	-106.85	-1.735	-9.844
					101232.000		101391.000	42.649	13.494	39.844	15.496	-2.585	14.435	0.121
b	1	0.256	-0.133	-0.024	101317.742	15.000	101452.844	42.506	14.881	39.818	15.100	-2.559	14.881	-0.152
	2	0.272	-0.094	-0.024	101355.305	23.436	101462.977	41.738	13.190	39.604	13.479	-2.776	13.190	-0.046
	3	0.284	-0.050	-0.024	101397.258	32.475	101477.906	40.898	11.258	39.320	11.666	-3.057	11.259	0.134
	4	0.287	-0.020	-0.024	101448.438	38.501	101503.461	39.836	8.938	38.818	9.632	-3.558	8.951	0.481
g	5	0.288	0.014	-0.024	102071.328	45.130	102642.555	23.077	-13.76	16.158	30.964	-26.217	16.476	9.063
l	6	0.287	0.026	-0.024	100248.492	47.540	100486.609	30.636	13.356	27.550	19.984	-14.825	13.401	1.095
	7	0.283	0.056	-0.024	100969.930	53.566	101198.383	48.954	19.455	44.916	19.636	2.541	19.471	-0.780
	8	0.275	0.085	-0.024	101137.891	59.593	101334.203	45.936	18.199	42.177	18.202	-0.198	18.201	-0.250
	9	0.258	0.127	-0.024	101268.523	68.632	101429.984	43.491	16.375	40.291	16.508	-2.084	16.376	-0.153
	10	0.244	0.154	-0.024	101315.820	74.658	101452.234	42.545	14.957	39.830	15.173	-2.546	14.958	-0.155
					101268.879		101435.869	41.394	12.870	38.504	16.047	-3.873	14.626	0.492
					-0.036		-0.044	3.030	4.851	3.481	-3.431	-33.245	-1.308	-75.474
					101358.000		101510.000	40.348	14.136	37.689	15.675	-4.688	14.162	0.228
c	1	0.264	-0.114	-0.012	101357.258	19.000	101482.211	41.721	14.177	39.239	14.521	-3.137	14.178	-0.215
	2	0.278	-0.074	-0.012	101391.328	27.436	101491.633	41.001	12.573	39.027	13.011	-3.349	12.573	-0.026
	3	0.286	-0.030	-0.012	101459.531	36.475	101535.273	39.573	10.482	38.160	11.304	-4.217	10.488	0.342
	4	0.288	0.001	-0.012	101621.000	42.501	101697.563	35.965	8.472	34.928	11.358	-7.448	8.575	1.326
g	5	0.286	0.034	-0.012	101651.531	49.130	101916.875	27.920	12.207	25.110	21.145	-17.265	12.208	0.153
l	6	0.283	0.052	-0.012	100950.648	52.746	101167.359	34.329	14.999	30.791	19.096	-11.584	15.181	2.344
	7	0.277	0.078	-0.012	101114.016	58.169	101336.852	46.420	19.391	42.176	19.393	-0.199	19.392	-0.169
	8	0.267	0.107	-0.012	101221.852	64.195	101417.930	44.366	18.095	40.509	18.191	-1.866	18.095	-0.124
	9	0.255	0.134	-0.012	101306.484	70.221	101470.586	42.743	16.386	39.478	16.642	-2.898	16.387	-0.241
	10	0.232	0.170	-0.012	101355.906	78.658	101482.070	41.750	14.250	39.244	14.591	-3.133	14.251	-0.220
					101357.761		101502.326	40.395	13.954	37.797	15.280	-4.578	13.976	0.220
					0.000		0.008	-0.117	1.306	-0.288	2.580	2.406	1.334	3.757
					101407.000		101563.000	39.347	14.222	36.607	15.933	-5.770	14.243	0.169
d	1	0.275	-0.086	0.000	101397.063	25.000	101508.984	40.905	13.242	38.706	13.743	-3.673	13.243	-0.194
	2	0.284	-0.045	0.000	101445.039	33.408	101537.859	39.800	11.763	38.109	12.514	-4.270	11.764	0.100
	3	0.288	0.000	0.000	101584.438	42.417	101683.203	36.815	10.712	35.214	12.907	-7.161	10.738	0.749
	4	0.286	0.030	0.000	101617.766	48.423	101788.445	36.061	14.230	33.133	16.971	-9.242	14.234	0.329
g	5	0.282	0.057	0.000	101527.250	53.829	101746.883	33.099	14.493	29.755	19.221	-12.620	14.498	-0.354
l	6	0.278	0.075	0.000	101114.328	57.433	101374.500	29.332	12.836	26.165	20.939	-16.209	13.256	3.308

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.268	0.106	0.000	101225.172	64.039	101440.344	44.330	18.919	40.091	19.056	-2.284	18.919	0.122
	8	0.255	0.134	0.000	101334.633	70.044	101511.703	42.171	16.878	38.645	17.287	-3.730	16.880	-0.266
	9	0.240	0.160	0.000	101367.344	76.051	101509.258	41.523	15.031	38.709	15.476	-3.669	15.035	-0.324
	10	0.214	0.193	0.000	101394.891	84.460	101508.234	40.951	13.336	38.719	13.830	-3.657	13.338	-0.208
					101411.734		101561.530	39.244	14.079	36.551	15.671	-5.826	14.109	0.242
					-0.005		0.001	0.262	1.020	0.154	1.674	-0.960	0.950	-29.898
					101433.000		101592.000	38.798	14.335	35.985	16.140	-6.392	14.357	0.088
e	1	0.282	-0.057	0.012	101437.945	31.000	101543.664	40.050	12.623	38.011	13.357	-4.366	12.624	-0.111
	2	0.288	-0.015	0.012	101513.453	39.408	101615.227	38.408	11.743	36.571	13.103	-5.808	11.746	0.255
	3	0.287	0.021	0.012	101577.406	46.616	101718.820	36.986	13.295	34.513	15.448	-7.862	13.297	0.250
	4	0.283	0.051	0.012	101522.766	52.622	101703.992	38.216	15.766	34.812	17.489	-7.563	15.769	-0.292
g	5	0.277	0.080	0.012	101433.586	58.628	101645.570	34.387	15.034	30.925	18.899	-11.449	15.036	-0.230
l	6	0.271	0.098	0.012	101199.094	62.232	101479.625	27.779	12.157	24.708	21.755	-17.667	12.696	3.660
	7	0.259	0.126	0.012	101360.539	68.238	101569.391	41.695	18.140	37.543	18.773	-4.832	18.141	-0.174
	8	0.245	0.152	0.012	101388.039	74.244	101542.938	41.083	15.568	38.020	16.168	-4.357	15.570	-0.236
	9	0.222	0.184	0.012	101401.313	82.051	101528.109	40.826	14.055	38.335	14.628	-4.045	14.057	-0.249
	10	0.192	0.214	0.012	101434.828	90.460	101541.539	40.119	12.704	38.056	13.419	-4.321	12.705	-0.128
					101440.993		101593.919	38.719	14.193	35.957	15.882	-6.420	14.224	0.116
					-0.008		-0.002	0.205	0.996	0.078	1.624	-0.438	0.934	-24.107
					101445.000		101614.000	38.442	14.208	35.567	16.397	-6.811	14.312	0.043
f	1	0.286	-0.032	0.024	101474.773	36.000	101585.656	39.276	12.655	37.183	13.679	-5.194	12.655	-0.022
	2	0.288	0.010	0.024	101533.992	44.408	101662.586	37.966	13.098	35.636	14.731	-6.740	13.099	0.079
	3	0.284	0.046	0.024	101509.094	51.616	101673.406	38.508	15.125	35.413	16.653	-6.962	15.127	-0.247
	4	0.278	0.076	0.024	101435.930	57.622	101620.828	40.087	16.641	36.467	17.665	-5.908	16.648	-0.484
g	5	0.268	0.104	0.024	101225.281	63.628	101434.922	34.372	14.876	30.965	18.783	-11.410	14.920	1.147
l	6	0.263	0.118	0.024	101484.711	66.631	101955.125	21.246	12.382	17.209	28.081	-25.166	12.460	1.389
	7	0.249	0.145	0.024	101422.188	72.637	101579.859	40.434	15.515	37.339	16.313	-5.037	15.516	-0.178
	8	0.230	0.173	0.024	101411.172	79.244	101548.563	40.604	14.557	37.908	15.227	-4.470	14.557	-0.026
	9	0.207	0.200	0.024	101425.641	86.451	101548.453	40.317	13.690	37.930	14.396	-4.454	13.690	-0.073
	10	0.173	0.230	0.024	101470.789	95.459	101581.727	39.362	12.691	37.261	13.683	-5.115	12.691	-0.033
					101449.075		101611.099	38.320	14.237	35.512	16.221	-6.865	14.244	0.028
					-0.004		0.003	0.321	-0.201	0.154	1.085	-0.793	0.471	57.389
					101447.000		101587.000	39.152	14.038	36.538	15.331	-5.840	14.067	0.236
g'	1	0.287	0.023	0.075	101460.914	47.000	101596.711	39.573	14.136	36.963	15.138	-5.413	14.137	0.202
	2	0.283	0.053	0.075	101443.828	53.006	101591.656	39.947	14.878	37.074	15.795	-5.302	14.879	0.116
	3	0.275	0.085	0.075	101430.359	59.613	101581.406	40.221	15.128	37.269	15.966	-5.107	15.128	-0.026
	4	0.263	0.116	0.075	101431.602	66.219	101573.102	40.186	14.637	37.425	15.453	-4.950	14.639	-0.223
	5	0.248	0.146	0.075	101440.000	72.826	101576.914	39.994	14.337	37.335	15.201	-5.041	14.341	-0.327
	6	0.230	0.173	0.075	101442.078	79.433	101577.289	39.952	14.233	37.330	15.106	-5.046	14.238	-0.382
	7	0.208	0.199	0.075	101447.570	86.040	101579.586	39.813	14.016	37.263	14.927	-5.114	14.024	-0.464
	8	0.184	0.221	0.075	101457.422	92.646	101611.852	33.561	11.535	31.407	16.136	-10.971	11.834	2.647
	9	0.157	0.241	0.075	101467.555	99.253	101596.258	38.843	13.453	36.449	14.721	-5.938	13.469	0.660
	10	0.126	0.259	0.075	101462.570	106.46	101597.430	39.546	14.078	36.957	15.087	-5.420	14.080	0.208
					101447.783		101587.833	39.099	14.015	36.487	15.365	-5.890	14.052	0.256
					-0.001		-0.001	0.135	0.168	0.138	-0.218	-0.861	0.107	-7.534
					101446.000		101585.000	39.216	14.118	36.577	15.343	-5.800	14.144	0.564
g	1	0.285	0.038	0.100	101415.453	50.000	101553.195	38.570	13.789	35.999	15.246	-6.376	13.849	1.282
	2	0.280	0.068	0.100	101433.719	56.006	101581.484	39.873	14.845	37.004	15.792	-5.371	14.851	0.405
	3	0.270	0.100	0.100	101445.281	62.613	101588.898	39.937	14.658	37.149	15.568	-5.228	14.664	0.433
	4	0.257	0.130	0.100	101443.695	69.219	101582.523	39.946	14.414	37.252	15.307	-5.124	14.424	0.532
	5	0.240	0.159	0.100	101441.852	75.826	101580.594	39.977	14.424	37.282	15.302	-5.093	14.430	0.415
	6	0.221	0.185	0.100	101444.625	82.433	101582.906	39.899	14.378	37.218	15.277	-5.157	14.380	0.260
	7	0.198	0.209	0.100	101452.539	89.039	101589.203	39.724	14.236	37.087	15.187	-5.290	14.236	0.104
	8	0.172	0.231	0.100	101458.531	95.646	101594.664	39.662	14.185	37.042	15.157	-5.337	14.186	-0.148
	9	0.145	0.249	0.100	101467.938	102.25	101606.289	36.547	12.776	34.207	15.229	-8.178	12.854	1.414
	10	0.112	0.265	0.100	101418.695	109.46	101556.180	38.034	13.489	35.540	15.197	-6.840	13.570	1.482
					101444.575		101584.312	39.295	14.171	36.643	15.347	-5.734	14.192	0.537
					0.001		0.001	-0.203	-0.375	-0.182	-0.026	1.157	-0.336	5.015

		Presek VI'			Span 0.907	R=0.300 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101218.000		101326.000	46.083	13.350	44.087	13.350	-0.005	13.350	-0.005
a	1	0.226	-0.197	-0.100	101185.992	1.400	101325.547	46.698	15.347	44.105	15.347	0.015	15.347	-0.062
	2	0.246	-0.172	-0.100	101189.531	7.436	101324.828	46.585	15.110	44.074	15.110	-0.022	15.110	-0.032
	3	0.264	-0.142	-0.100	101202.461	14.076	101324.750	46.331	14.365	44.055	14.365	-0.040	14.365	0.057
	4	0.278	-0.111	-0.100	101219.070	20.715	101324.883	46.005	13.363	44.023	13.363	-0.067	13.363	0.027
	5	0.289	-0.078	-0.100	101235.961	27.355	101325.008	45.682	12.259	44.007	12.259	-0.082	12.259	0.009
	6	0.296	-0.044	-0.100	101249.055	33.995	101325.188	45.459	11.335	44.023	11.336	-0.066	11.335	-0.005
	7	0.300	-0.009	-0.100	101250.922	40.634	101325.266	45.490	11.202	44.091	11.202	0.001	11.202	-0.025
	8	0.299	0.025	-0.100	101231.148	47.274	101324.844	45.946	12.574	44.193	12.574	0.103	12.574	-0.026
	9	0.294	0.060	-0.100	101201.234	53.914	101324.828	46.490	14.442	44.193	14.442	0.102	14.442	-0.044
	10	0.284	0.096	-0.100	101186.125	61.157	101325.602	46.699	15.343	44.108	15.343	0.018	15.343	-0.059
					101217.724		101325.023	46.090	13.371	44.087	13.371	-0.004	13.371	-0.016
					0.000		0.001	-0.015	-0.160	0.000	-0.160	2.646	-0.160	-71.790
					101217.000		101325.000	46.087	13.348	44.084	13.374	-0.008	13.349	-0.070
a'	1	0.236	-0.184	-0.075	101193.453	4.500	101336.461	46.518	15.534	43.849	15.536	-0.241	15.534	-0.052
	2	0.254	-0.158	-0.075	101221.031	10.506	101354.164	46.052	14.980	43.550	14.990	-0.541	14.980	-0.081
	3	0.271	-0.128	-0.075	101245.906	17.113	101362.703	45.575	14.020	43.374	14.039	-0.724	14.020	-0.037
	4	0.284	-0.096	-0.075	101268.086	23.719	101367.359	45.151	12.917	43.265	12.943	-0.825	12.917	-0.008
	5	0.293	-0.063	-0.075	101281.242	30.326	101363.531	44.910	11.760	43.346	11.784	-0.746	11.760	0.015
	6	0.298	-0.029	-0.075	101269.797	36.932	101339.102	45.131	10.812	43.818	10.815	-0.272	10.812	-0.054
	7	0.300	0.006	-0.075	101199.305	43.539	101272.641	46.429	11.077	45.089	11.124	0.999	11.079	-0.183
	8	0.297	0.040	-0.075	101132.281	50.146	101242.117	47.607	13.522	45.647	13.613	1.557	13.524	-0.180
	9	0.290	0.074	-0.075	101151.055	56.756	101289.742	47.267	15.286	44.728	15.299	0.639	15.286	-0.056
	10	0.279	0.110	-0.075	101190.688	63.959	101334.180	46.573	15.561	43.898	15.562	-0.192	15.561	-0.050
					101216.113		101324.373	46.107	13.380	44.093	13.405	0.002	13.380	-0.073
					0.001		0.001	-0.044	-0.234	-0.021	-0.232	-488.87	-0.234	-4.159
					101237.000		101395.000	44.213	13.616	41.563	15.407	-2.529	14.318	-0.006
b	1	0.267	-0.136	-0.022	101323.063	15.300	101454.813	44.106	14.698	41.586	14.912	-2.504	14.700	-0.217
	2	0.284	-0.096	-0.022	101358.227	23.736	101463.547	43.410	13.059	41.399	13.333	-2.690	13.059	-0.078
	3	0.295	-0.050	-0.022	101399.531	32.775	101478.992	42.615	11.192	41.122	11.580	-2.970	11.192	0.053
	4	0.299	-0.019	-0.022	101448.070	38.801	101502.477	41.654	8.948	40.682	9.579	-3.408	8.952	0.286
g	5	0.299	0.016	-0.022	101953.438	45.430	102179.070	29.693	-8.719	27.773	19.404	-16.316	10.502	5.855
l	6	0.298	0.028	-0.022	100127.234	47.848	100464.344	25.314	10.801	22.839	23.851	-21.207	10.914	1.567
	7	0.294	0.060	-0.022	100959.344	53.867	101197.500	50.618	19.877	46.544	20.048	2.455	19.897	-0.891
	8	0.286	0.090	-0.022	101140.539	59.893	101338.078	47.462	18.246	43.811	18.258	-0.278	18.256	-0.608
	9	0.268	0.134	-0.022	101276.375	68.932	101434.391	45.006	16.193	41.992	16.330	-2.097	16.195	-0.291
	10	0.253	0.161	-0.022	101321.273	74.958	101454.328	44.142	14.774	41.596	14.985	-2.493	14.776	-0.223
					101257.421		101409.316	42.957	13.003	40.479	15.544	-3.608	14.126	0.208
					-0.020		-0.014	2.923	4.720	2.678	-0.883	-29.904	1.359	-102.93
					101360.000		101513.000	42.032	14.088	39.482	15.622	-4.611	14.117	0.119
c	1	0.275	-0.118	-0.011	101359.945	19.200	101480.945	43.398	13.968	41.089	14.290	-3.001	13.971	-0.323
	2	0.290	-0.076	-0.011	101392.711	27.664	101490.258	42.734	12.425	40.890	12.831	-3.201	12.425	-0.100
	3	0.298	-0.030	-0.011	101458.320	36.733	101531.742	41.418	10.389	40.094	11.132	-3.995	10.390	0.163
	4	0.300	0.002	-0.011	101615.094	42.779	101682.266	38.085	8.057	37.211	10.636	-6.879	8.112	0.949
g	5	0.297	0.037	-0.011	101675.031	49.430	101896.063	35.231	14.956	31.895	19.303	-12.193	14.964	0.488
l	6	0.295	0.052	-0.011	100903.195	52.453	101251.492	25.361	10.814	22.677	24.235	-21.411	11.353	3.458
	7	0.289	0.080	-0.011	101096.930	57.895	101335.023	48.290	20.045	43.933	20.046	-0.156	20.045	-0.039
	8	0.279	0.110	-0.011	101216.719	63.941	101420.867	46.087	18.458	42.226	18.561	-1.863	18.467	-0.574
	9	0.266	0.139	-0.011	101309.266	69.987	101472.039	44.373	16.320	41.261	16.573	-2.830	16.330	-0.563
	10	0.240	0.179	-0.011	101359.422	79.056	101480.883	43.408	13.996	41.090	14.318	-3.000	14.000	-0.327
					101354.552		101502.601	42.008	13.907	39.505	15.348	-4.585	13.943	0.116
					0.005		0.010	0.056	1.296	-0.057	1.786	0.567	1.250	2.784
					101408.000		101565.000	41.102	14.211	38.472	15.884	-5.622	14.235	0.036
d	1	0.285	-0.092	0.000	101395.586	24.600	101504.766	42.693	13.119	40.626	13.574	-3.464	13.125	-0.404
	2	0.296	-0.049	0.000	101440.227	33.064	101530.414	41.784	11.680	40.120	12.336	-3.971	11.680	-0.080
	3	0.299	-0.011	0.000	101534.586	40.320	101617.375	39.829	10.382	38.452	11.818	-5.638	10.387	0.300
	4	0.298	0.030	0.000	101647.227	48.180	101809.508	37.392	13.686	34.796	16.548	-9.293	13.692	0.403
g	5	0.293	0.061	0.000	101531.039	54.226	101853.008	26.089	11.117	23.602	23.309	-20.487	11.117	-0.017
l	6	0.290	0.077	0.000	101099.703	57.249	101364.969	31.363	13.424	28.129	21.145	-15.960	13.871	3.494

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
		7	0.280	0.107	0.000	101208.258	63.295	101437.188	46.279	19.537	41.952	19.656	-2.137	19.540	0.311
		8	0.267	0.136	0.000	101329.078	69.341	101517.484	43.983	17.428	40.380	17.830	-3.710	17.440	-0.636
		9	0.251	0.163	0.000	101365.914	75.387	101509.172	43.278	15.121	40.544	15.549	-3.545	15.139	-0.745
		10	0.222	0.201	0.000	101395.039	84.456	101504.594	42.703	13.144	40.629	13.598	-3.460	13.150	-0.409
						101411.503		101566.394	40.649	13.945	38.088	15.818	-6.002	13.975	0.067
						-0.003		-0.001	1.114	1.912	1.008	0.417	-6.338	1.863	-45.569
						101434.000		101594.000	40.576	14.381	37.864	16.142	-6.229	14.405	-0.049
e	1	0.294	-0.060	0.011	101435.594	30.800	101537.398	41.892	12.445	40.001	13.108	-4.091	12.453	14.405	-0.437
	2	0.299	-0.017	0.011	101511.344	39.208	101606.406	40.323	11.444	38.668	12.664	-5.424	11.444	11.444	0.004
	3	0.299	0.021	0.011	101593.469	46.416	101726.398	38.579	12.840	36.380	14.977	-7.709	12.841	12.841	0.159
	4	0.295	0.052	0.011	101537.031	52.422	101716.125	39.797	15.678	36.578	17.385	-7.510	15.679	15.679	-0.174
g	5	0.288	0.083	0.011	101440.383	58.428	101652.070	37.992	16.171	34.377	18.865	-9.712	16.174	16.174	-0.259
l	6	0.283	0.098	0.011	101184.094	61.442	101583.719	22.596	9.698	20.172	25.971	-23.891	10.182	10.182	3.102
	7	0.274	0.121	0.011	101304.828	66.236	101543.094	44.530	19.623	39.974	20.051	-4.116	19.624	19.624	0.206
	8	0.260	0.149	0.011	101380.570	72.242	101554.406	42.982	16.548	39.669	17.128	-4.420	16.548	16.548	-0.153
	9	0.233	0.188	0.011	101397.086	81.251	101527.867	42.663	14.312	40.189	14.854	-3.906	14.332	14.332	-0.758
	10	0.201	0.222	0.011	101432.477	90.259	101535.359	41.956	12.530	40.040	13.177	-4.051	12.539	12.539	-0.464
						101438.697		101597.273	40.563	14.316	37.874	16.056	-6.216	14.341	-0.073
						-0.005		-0.003	0.031	0.455	-0.025	0.532	0.213	0.442	-32.013
						101444.000		101612.000	40.264	14.385	37.548	16.371	-6.544	14.402	-0.138
f	1	0.297	-0.036	0.022	101470.641	35.500	101577.438	41.185	12.508	39.239	13.425	-4.852	12.517	12.517	-0.486
	2	0.300	0.008	0.022	101541.156	43.908	101660.750	39.705	12.655	37.634	14.207	-6.455	12.656	12.656	-0.122
	3	0.296	0.045	0.022	101524.602	51.116	101684.469	40.052	14.899	37.177	16.426	-6.912	14.901	14.901	-0.220
	4	0.290	0.076	0.022	101448.344	57.122	101633.141	41.633	16.633	38.165	17.660	-5.924	16.637	16.637	-0.373
g	5	0.280	0.106	0.022	101225.258	63.128	101431.727	38.432	16.163	34.859	18.628	-9.229	16.182	16.182	0.767
l	6	0.276	0.118	0.022	101466.242	65.530	102249.922	12.098	8.298	8.803	36.248	-35.286	8.299	8.299	0.074
	7	0.263	0.143	0.022	101423.352	70.936	101588.992	42.233	15.959	39.102	16.720	-4.988	15.959	15.959	-0.007
	8	0.247	0.170	0.022	101405.023	76.942	101554.258	42.502	15.241	39.675	15.870	-4.415	15.244	15.244	0.277
	9	0.217	0.206	0.022	101419.773	85.951	101550.172	42.224	14.181	39.779	14.833	-4.320	14.190	14.190	-0.504
	10	0.182	0.238	0.022	101466.539	94.959	101573.898	41.270	12.571	39.308	13.460	-4.784	12.581	12.581	-0.511
						101449.350		101624.801	39.825	14.206	37.130	16.557	-6.961	14.211	-0.158
						-0.005		-0.013	1.104	1.256	1.128	-1.118	-5.992	1.347	-12.570
						101448.000		101589.000	40.895	14.204	38.341	15.454	-5.751	14.225	0.163
g'	1	0.299	0.024	0.075	101464.445	47.000	101597.961	41.344	14.071	38.875	15.010	-5.215	14.076	14.076	0.372
	2	0.295	0.055	0.075	101444.742	53.006	101595.148	41.739	15.067	38.924	15.932	-5.166	15.071	15.071	0.358
	3	0.286	0.089	0.075	101428.516	59.613	101586.055	42.029	15.511	39.065	16.305	-5.026	15.511	15.511	0.032
	4	0.274	0.121	0.075	101430.406	66.219	101576.781	42.001	14.947	39.249	15.717	-4.840	14.953	14.953	-0.438
	5	0.258	0.152	0.075	101438.578	72.826	101577.305	41.825	14.501	39.229	15.301	-4.861	14.509	14.509	-0.482
	6	0.239	0.180	0.075	101441.406	79.432	101578.555	41.764	14.401	39.202	15.214	-4.889	14.407	14.407	-0.434
	7	0.217	0.207	0.075	101447.953	86.039	101584.648	41.538	14.296	38.998	15.189	-5.093	14.310	14.310	-0.623
	8	0.192	0.230	0.075	101458.906	92.646	101617.086	35.081	11.784	32.978	16.334	-11.113	11.971	11.971	2.105
	9	0.164	0.251	0.075	101469.594	99.252	101595.570	40.576	13.354	38.327	14.565	-5.776	13.370	13.370	0.638
	10	0.131	0.269	0.075	101466.234	106.46	101598.469	41.314	13.993	38.873	14.939	-5.218	13.998	13.998	0.361
						101448.307		101590.439	40.854	14.177	38.305	15.475	-5.787	14.204	0.189
						0.000		-0.001	0.102	0.191	0.093	-0.139	-0.620	0.149	-13.800
						101443.000		101588.000	40.982	14.454	38.342	15.646	-5.749	14.473	0.482
g	1	0.297	0.039	0.100	101420.977	49.900	101554.922	40.102	13.577	37.720	15.034	-6.369	13.618	13.618	1.062
	2	0.291	0.070	0.100	101430.617	55.936	101574.547	41.649	14.711	38.962	15.585	-5.127	14.718	14.718	0.460
	3	0.281	0.103	0.100	101440.758	62.576	101586.461	41.838	14.855	39.108	15.682	-4.983	14.869	14.869	0.653
	4	0.267	0.135	0.100	101437.633	69.215	101584.211	41.871	14.905	39.123	15.728	-4.967	14.923	14.923	0.741
	5	0.250	0.165	0.100	101435.492	75.855	101584.914	41.872	15.061	39.068	15.880	-5.021	15.066	15.066	0.390
	6	0.229	0.193	0.100	101439.273	82.495	101586.727	41.821	14.952	39.058	15.775	-5.031	14.952	14.952	0.070
	7	0.205	0.218	0.100	101448.500	89.134	101591.844	41.616	14.678	38.942	15.554	-5.147	14.678	14.678	-0.011
	8	0.179	0.240	0.100	101456.813	95.774	101602.461	41.521	14.759	38.812	15.678	-5.281	14.762	14.762	-0.292
	9	0.150	0.260	0.100	101470.461	102.41	101619.273	37.618	13.058	35.258	15.803	-8.840	13.106	13.106	1.124
	10	0.116	0.276	0.100	101422.000	109.66	101556.023	39.898	13.476	37.540	15.025	-6.550	13.522	13.522	1.125
						101441.980		101586.893	41.058	14.483	38.412	15.631	-5.679	14.499	0.463
						0.001		0.001	-0.184	-0.202	-0.182	0.095	1.235	-0.181	4.191

		Presek VI''			Span 0.951515	R=0.307 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101219.000		101326.000	47.093	13.305	45.154	13.305	-0.018	13.305	-0.010
a	1	0.232	-0.201	-0.100	101186.477	1.500	101325.703	47.699	15.329	45.170	15.329	-0.001	15.329	-0.065
	2	0.252	-0.176	-0.100	101190.328	7.506	101324.828	47.582	15.067	45.141	15.067	-0.036	15.067	-0.039
	3	0.270	-0.145	-0.100	101202.906	14.113	101324.742	47.340	14.339	45.123	14.339	-0.054	14.339	0.055
	4	0.285	-0.113	-0.100	101219.656	20.719	101324.914	47.017	13.327	45.091	13.327	-0.081	13.327	0.017
	5	0.296	-0.080	-0.100	101236.539	27.323	101325.109	46.703	12.226	45.074	12.226	-0.095	12.226	-0.002
	6	0.304	-0.045	-0.100	101249.555	33.932	101325.297	46.486	11.306	45.090	11.306	-0.079	11.306	-0.015
	7	0.307	-0.010	-0.100	101251.719	40.539	101325.336	46.511	11.146	45.158	11.147	-0.013	11.147	-0.028
	8	0.306	0.025	-0.100	101232.563	47.146	101324.836	46.950	12.479	45.261	12.480	0.091	12.479	-0.023
	9	0.301	0.060	-0.100	101202.453	53.752	101324.805	47.489	14.370	45.264	14.370	0.093	14.370	-0.051
	10	0.291	0.098	-0.100	101186.828	60.959	101325.914	47.702	15.321	45.178	15.321	0.006	15.321	-0.053
					101218.517		101325.081	47.099	13.324	45.155	13.324	-0.017	13.324	-0.021
					0.000		0.001	-0.014	-0.145	-0.001	-0.145	1.299	-0.145	-54.671
					101217.000		101325.000	47.107	13.346	45.150	13.371	-0.023	13.346	-0.065
a'	1	0.242	-0.189	-0.075	101194.227	4.500	101337.305	47.527	15.538	44.916	15.540	-0.254	15.538	-0.080
	2	0.261	-0.162	-0.075	101221.344	10.536	101354.336	47.072	14.971	44.631	14.982	-0.542	14.972	-0.115
	3	0.278	-0.131	-0.075	101245.539	17.176	101362.195	46.616	14.012	44.468	14.030	-0.709	14.012	-0.031
	4	0.291	-0.098	-0.075	101268.438	23.815	101367.711	46.186	12.916	44.345	12.943	-0.826	12.916	-0.024
	5	0.300	-0.064	-0.075	101281.563	30.455	101363.617	45.950	11.744	44.427	11.767	-0.745	11.744	-0.006
	6	0.306	-0.028	-0.075	101269.750	37.095	101338.750	46.174	10.788	44.897	10.791	-0.273	10.788	-0.049
	7	0.307	0.007	-0.075	101197.930	43.734	101271.102	47.468	11.067	46.160	11.112	0.990	11.068	-0.127
	8	0.304	0.043	-0.075	101131.766	50.374	101242.109	48.605	13.559	46.677	13.643	1.506	13.560	-0.130
	9	0.297	0.077	-0.075	101152.242	57.014	101291.156	48.244	15.300	45.754	15.311	0.584	15.300	-0.036
	10	0.285	0.114	-0.075	101192.992	64.257	101336.313	47.549	15.551	44.935	15.553	-0.235	15.551	-0.077
					101210.416		101321.710	47.231	13.581	45.210	13.608	0.038	13.582	-0.071
					0.007		0.003	-0.262	-1.735	-0.133	-1.743	-161.19	-1.735	-8.291
					101247.000		101405.000	45.154	13.707	42.602	15.392	-2.569	14.257	-0.188
b	1	0.274	-0.139	-0.022	101326.586	15.500	101455.656	45.113	14.550	42.703	14.759	-2.468	14.552	-0.204
	2	0.291	-0.097	-0.022	101360.242	23.950	101463.938	44.458	12.961	42.530	13.228	-2.643	12.961	-0.067
	3	0.303	-0.050	-0.022	101401.992	33.004	101480.570	43.674	11.132	42.235	11.513	-2.938	11.132	0.013
	4	0.306	-0.018	-0.022	101450.648	39.004	101504.234	42.728	8.885	41.795	9.505	-3.375	8.886	0.148
g	5	0.306	0.021	-0.022	102366.172	46.281	103656.648	15.948	-11.08	1.488	46.514	-43.720	15.878	11.376
l	6	0.305	0.030	-0.022	100039.508	48.102	100395.828	25.795	10.860	23.307	24.522	-21.891	11.052	2.049
	7	0.301	0.062	-0.022	100948.352	54.131	101212.578	51.764	20.912	47.313	21.110	2.144	21.001	-1.928
	8	0.292	0.094	-0.022	101147.172	60.167	101337.188	48.342	17.864	44.904	17.906	-0.266	17.904	-1.186
	9	0.281	0.124	-0.022	101246.789	66.203	101412.289	46.590	16.626	43.521	16.713	-1.649	16.631	-0.418
	10	0.258	0.167	-0.022	101325.367	75.257	101455.320	45.136	14.602	42.710	14.809	-2.461	14.603	-0.208
					101285.132		101504.775	42.949	12.705	39.744	17.243	-5.431	14.413	0.416
					-0.038		-0.098	5.135	7.889	7.192	-10.73	-52.691	-1.082	-145.27
					101363.000		101517.000	43.163	14.122	40.641	15.619	-4.529	14.163	0.041
c	1	0.283	-0.119	-0.011	101362.758	19.500	101479.484	44.433	13.727	42.262	14.036	-2.911	13.731	-0.311
	2	0.297	-0.077	-0.011	101394.500	27.908	101489.789	43.804	12.290	42.046	12.681	-3.125	12.290	-0.098
	3	0.306	-0.029	-0.011	101459.656	36.917	101531.820	42.530	10.318	41.260	11.034	-3.910	10.318	0.057
	4	0.307	0.003	-0.011	101611.570	42.923	101674.047	39.392	7.859	38.596	10.261	-6.574	7.878	0.551
g	5	0.305	0.038	-0.011	101690.984	49.530	101905.930	37.392	15.415	34.047	19.045	-11.122	15.459	1.167
l	6	0.302	0.054	-0.011	100887.680	52.533	101222.148	27.942	11.761	24.985	23.748	-20.185	12.512	4.269
	7	0.296	0.082	-0.011	101083.172	57.938	101354.820	49.541	21.390	44.680	21.408	-0.489	21.402	0.726
	8	0.286	0.113	-0.011	101214.227	63.944	101426.656	47.153	18.746	43.230	18.930	-1.939	18.831	-1.786
	9	0.272	0.142	-0.011	101313.703	69.951	101468.836	45.355	15.929	42.459	16.180	-2.712	15.951	-0.829
	10	0.247	0.183	-0.011	101360.914	78.959	101479.242	44.470	13.826	42.267	14.131	-2.904	13.830	-0.329
					101354.066		101502.744	43.250	14.010	40.752	15.323	-4.418	14.065	0.050
					0.009		0.014	-0.201	0.798	-0.273	1.937	2.510	0.698	-18.304
					101410.000		101566.000	42.193	14.214	39.608	15.847	-5.563	14.248	-0.076
d	1	0.293	-0.093	0.000	101397.422	24.800	101501.438	43.773	12.818	41.854	13.248	-3.318	12.826	-0.454
	2	0.303	-0.049	0.000	101441.414	33.236	101528.867	42.892	11.520	41.319	12.148	-3.854	11.521	-0.125
	3	0.307	-0.001	0.000	101579.250	42.276	101663.516	40.081	10.073	38.795	11.923	-6.375	10.075	0.220
	4	0.307	0.015	0.000	101658.258	45.288	101769.664	38.396	10.871	36.824	13.710	-8.346	10.877	0.365
g	5	0.305	0.032	0.000	101658.148	48.301	101816.109	38.403	13.477	35.960	16.326	-9.210	13.480	0.284
l	6	0.300	0.063	0.000	101536.555	54.328	101840.164	28.692	12.077	26.025	22.637	-19.144	12.081	0.305

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					101194.883	62.764	101438.398	47.584	20.124	43.100	20.271	-2.069	20.165	1.279
	7	0.288	0.107	0.000	101326.203	69.393	101528.563	44.605	17.870	40.834	18.472	-4.337	17.955	-1.751
	8	0.274	0.139	0.000	101368.430	75.419	101503.992	44.341	14.691	41.817	15.124	-3.354	14.748	-1.285
	9	0.257	0.167	0.000	101396.156	84.458	101500.922	43.797	12.871	41.861	13.297	-3.308	12.879	-0.471
	10	0.228	0.206	0.000	101416.912		101569.328	42.291	14.039	39.780	15.641	-5.391	14.065	-0.226
					-0.007		-0.003	-0.233	1.245	-0.434	1.315	3.191	1.304	-66.465
					101434.000		101594.000	41.441	14.281	38.811	16.071	-6.359	14.316	-0.173
e	1	0.300	-0.063	0.011	101434.219	30.500	101530.688	43.057	12.144	41.306	12.759	-3.866	12.160	-0.624
	2	0.306	-0.018	0.011	101508.250	38.950	101598.938	41.559	11.241	40.013	12.369	-5.161	11.242	-0.132
	3	0.307	0.014	0.011	101592.609	44.986	101708.500	39.811	11.983	37.967	13.982	-7.204	11.983	0.050
	4	0.303	0.049	0.011	101554.992	51.626	101727.211	40.601	15.283	37.616	17.048	-7.554	15.283	-0.094
g	5	0.295	0.084	0.011	101448.141	58.266	101661.461	40.597	17.042	36.847	18.965	-8.322	17.042	-0.018
l	6	0.290	0.099	0.011	101181.484	61.284	101503.461	28.438	12.091	25.527	23.301	-19.642	12.534	3.305
	7	0.278	0.129	0.011	101354.453	67.320	101567.422	44.664	18.404	40.690	18.957	-4.480	18.420	0.756
	8	0.263	0.158	0.011	101369.914	73.356	101559.664	41.439	16.367	38.073	17.843	-7.098	16.370	-0.271
	9	0.239	0.192	0.011	101396.336	81.203	101524.547	43.684	14.089	41.320	14.703	-3.856	14.189	-1.683
	10	0.206	0.228	0.011	101432.836	90.257	101529.680	43.084	12.175	41.323	12.784	-3.847	12.192	-0.642
					101440.761		101594.921	41.363	14.137	38.778	15.845	-6.393	14.180	-0.149
					-0.007		-0.001	0.190	1.018	0.083	1.431	-0.533	0.963	16.365
					101443.000		101607.000	40.855	14.179	38.231	16.217	-6.940	14.210	-0.252
f	1	0.305	-0.038	0.022	101468.539	35.200	101568.781	42.419	12.153	40.632	13.006	-4.540	12.188	-0.929
	2	0.307	0.006	0.022	101543.742	43.608	101656.609	40.842	12.314	38.941	13.802	-6.229	12.316	-0.241
	3	0.305	0.039	0.022	101543.977	49.614	101693.414	40.830	14.292	38.247	15.881	-6.923	14.293	-0.182
	4	0.297	0.076	0.022	101456.719	56.821	101640.477	42.596	16.579	39.236	17.610	-5.933	16.581	-0.256
g	5	0.288	0.107	0.022	101229.570	62.828	101442.008	39.517	16.469	35.919	18.894	-9.250	16.475	0.428
l	6	0.283	0.119	0.022	101460.016	65.230	102052.773	21.277	13.375	16.546	31.595	-28.624	13.377	-0.205
	7	0.270	0.145	0.022	101418.930	70.636	101579.875	43.444	15.795	40.471	16.481	-4.699	15.797	0.227
	8	0.254	0.173	0.022	101398.688	76.642	101550.359	42.146	14.848	39.425	15.974	-5.746	14.905	1.300
	9	0.224	0.210	0.022	101412.844	85.651	101548.727	40.464	13.298	38.204	15.079	-6.975	13.367	-1.353
	10	0.188	0.243	0.022	101464.422	94.659	101565.414	42.500	12.221	40.695	13.053	-4.478	12.261	-0.995
					101449.150		101614.113	40.666	14.123	38.038	16.232	-7.133	14.149	-0.235
					-0.006		-0.007	0.463	0.390	0.506	-0.096	-2.707	0.432	7.122
					101448.000		101584.000	40.953	13.501	38.659	15.112	-6.513	13.517	0.105
g'	1	0.306	0.025	0.075	101466.813	47.000	101591.320	41.840	13.381	39.639	14.490	-5.531	13.393	0.550
	2	0.302	0.057	0.075	101445.570	53.006	101580.945	40.746	13.498	38.441	15.095	-6.729	13.512	0.626
	3	0.293	0.091	0.075	101426.719	59.613	101568.109	39.817	13.381	37.504	15.423	-7.667	13.382	0.141
	4	0.281	0.124	0.075	101429.383	66.219	101565.500	40.878	13.590	38.549	15.128	-6.621	13.602	-0.584
	5	0.265	0.155	0.075	101438.234	72.826	101573.375	42.676	14.253	40.222	15.101	-4.949	14.267	-0.639
	6	0.245	0.185	0.075	101441.602	79.433	101578.320	42.912	14.421	40.415	15.190	-4.755	14.427	-0.428
	7	0.222	0.212	0.075	101449.516	86.039	101591.867	42.604	14.607	40.019	15.499	-5.152	14.618	-0.577
	8	0.196	0.236	0.075	101461.555	92.646	101617.602	35.907	11.630	33.950	16.219	-11.225	11.709	1.353
	9	0.168	0.257	0.075	101470.859	99.252	101590.734	41.021	12.768	38.995	14.201	-6.189	12.781	0.597
	10	0.134	0.276	0.075	101468.617	106.46	101592.383	41.922	13.377	39.730	14.451	-5.443	13.387	0.511
					101449.090		101585.024	40.992	13.506	38.697	15.125	-6.475	13.525	0.140
					-0.001		-0.001	-0.093	-0.035	-0.098	-0.086	0.585	-0.058	-25.128
					101442.000		101583.000	41.009	13.836	38.599	15.401	-6.572	13.847	0.355
g	1	0.304	0.042	0.100	101426.352	50.200	101557.414	40.370	13.099	38.183	14.864	-6.990	13.118	0.698
	2	0.298	0.073	0.100	101428.352	56.206	101566.086	42.333	14.277	39.852	15.245	-5.321	14.287	0.521
	3	0.288	0.107	0.100	101438.523	62.813	101573.742	42.021	14.020	39.606	15.103	-5.564	14.041	0.772
	4	0.273	0.139	0.100	101434.281	69.419	101565.594	40.682	13.251	38.458	14.875	-6.713	13.273	0.767
	5	0.256	0.170	0.100	101431.578	76.026	101566.523	40.004	13.135	37.784	15.073	-7.385	13.140	0.359
	6	0.234	0.198	0.100	101435.523	82.632	101573.742	41.204	13.869	38.799	15.263	-6.370	13.870	-0.167
	7	0.210	0.224	0.100	101445.148	89.239	101588.867	42.596	14.685	39.986	15.574	-5.185	14.685	-0.160
	8	0.183	0.247	0.100	101455.500	95.846	101608.508	42.670	15.172	39.882	16.070	-5.289	15.175	-0.279
	9	0.153	0.266	0.100	101471.344	102.45	101632.508	38.138	13.431	35.688	16.454	-9.490	13.447	0.643
	10	0.119	0.283	0.100	101427.273	109.66	101558.430	40.026	12.934	37.872	14.870	-7.298	12.956	0.754
					101440.441		101581.414	41.088	13.882	38.667	15.406	-6.505	13.892	0.341
					0.002		0.002	-0.193	-0.336	-0.175	-0.030	1.039	-0.325	4.345

		Presek VII			Span 0.982	R=0.312 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101219.000		101326.000	47.807	13.282	45.905	13.282	-0.007	13.282	-0.023
a	1	0.236	-0.204	-0.100	101186.711	1.500	101325.508	48.394	15.305	45.912	15.306	0.001	15.306	-0.057
	2	0.256	-0.178	-0.100	101191.539	7.546	101324.914	48.274	15.003	45.891	15.003	-0.026	15.003	-0.058
	3	0.275	-0.147	-0.100	101203.719	14.197	101324.773	48.043	14.293	45.875	14.293	-0.042	14.293	0.042
	4	0.290	-0.115	-0.100	101220.859	20.847	101324.914	47.717	13.252	45.842	13.252	-0.070	13.252	-0.004
	5	0.302	-0.080	-0.100	101237.875	27.498	101325.398	47.407	12.154	45.823	12.154	-0.087	12.154	-0.025
	6	0.309	-0.045	-0.100	101250.578	34.149	101325.602	47.203	11.252	45.842	11.253	-0.067	11.253	-0.035
	7	0.312	-0.009	-0.100	101251.930	40.799	101325.383	47.242	11.134	45.913	11.134	0.002	11.134	-0.039
	8	0.311	0.027	-0.100	101231.828	47.450	101324.875	47.691	12.531	46.017	12.531	0.106	12.531	-0.032
	9	0.306	0.063	-0.100	101201.703	54.101	101324.797	48.219	14.412	46.019	14.412	0.105	14.412	-0.064
	10	0.295	0.101	-0.100	101186.703	61.356	101325.547	48.397	15.308	45.912	15.308	0.003	15.308	-0.057
					101219.012		101325.139	47.812	13.296	45.905	13.296	-0.007	13.296	-0.036
					0.000		0.001	-0.010	-0.107	-0.001	-0.108	2.825	-0.107	-34.786
					101217.000		101325.000	47.824	13.330	45.902	13.354	-0.011	13.330	-0.062
a'	1	0.246	-0.192	-0.075	101195.336	4.500	101338.430	48.228	15.538	45.657	15.541	-0.253	15.539	-0.133
	2	0.265	-0.165	-0.075	101221.414	10.506	101354.367	47.796	14.969	45.397	14.979	-0.518	14.970	-0.150
	3	0.282	-0.133	-0.075	101244.648	17.113	101361.500	47.356	14.026	45.238	14.043	-0.678	14.026	-0.014
	4	0.296	-0.100	-0.075	101268.211	23.719	101368.086	46.924	12.957	45.104	12.983	-0.810	12.957	-0.037
	5	0.305	-0.065	-0.075	101281.609	30.326	101364.055	46.689	11.773	45.183	11.795	-0.729	11.773	-0.028
	6	0.311	-0.030	-0.075	101270.922	36.932	101340.109	46.887	10.802	45.627	10.806	-0.283	10.802	-0.042
	7	0.312	0.006	-0.075	101201.203	43.539	101273.383	48.125	10.995	46.853	11.036	0.943	10.996	-0.077
	8	0.309	0.042	-0.075	101132.594	50.146	101241.039	49.292	13.442	47.424	13.527	1.514	13.442	-0.097
	9	0.302	0.077	-0.075	101150.797	56.752	101288.922	48.977	15.255	46.542	15.268	0.631	15.255	-0.031
	10	0.290	0.115	-0.075	101192.234	63.959	101335.805	48.281	15.564	45.706	15.566	-0.205	15.565	-0.109
					101210.696		101321.675	47.946	13.562	45.962	13.588	0.050	13.562	-0.069
					0.006		0.003	-0.254	-1.714	-0.130	-1.723	-121.17	-1.714	-10.946
					101234.000		101397.000	44.309	12.392	41.704	15.334	-4.214	13.905	-0.126
b	1	0.279	-0.141	-0.021	101328.859	15.600	101455.188	45.810	14.398	43.489	14.601	-2.421	14.399	-0.151
	2	0.296	-0.098	-0.021	101361.383	24.036	101462.813	45.171	12.822	43.319	13.082	-2.597	12.822	-0.043
	3	0.308	-0.051	-0.021	101403.625	33.075	101480.641	44.385	11.021	42.998	11.400	-2.915	11.021	-0.010
	4	0.312	-0.018	-0.021	101452.344	39.101	101504.828	43.453	8.792	42.554	9.410	-3.356	8.792	0.042
g	5	0.311	0.021	-0.021	102197.813	46.333	102753.211	25.080	-12.85	19.682	30.488	-26.228	15.544	8.751
l	6	0.310	0.034	-0.021	100055.742	48.743	100538.758	61.582	26.441	55.444	28.445	9.535	26.799	4.367
	7	0.305	0.064	-0.021	100879.211	54.167	101177.227	33.906	14.490	30.246	21.915	-15.664	15.324	-4.987
	8	0.297	0.095	-0.021	101153.898	60.193	101314.273	48.800	16.388	45.944	16.446	0.034	16.445	-1.372
	9	0.278	0.141	-0.021	101285.469	69.232	101434.148	46.605	15.708	43.878	15.841	-2.032	15.710	-0.231
	10	0.262	0.169	-0.021	101327.164	75.258	101454.625	45.841	14.466	43.500	14.667	-2.411	14.467	-0.151
					101278.750		101454.884	43.999	12.361	41.403	16.147	-4.508	14.262	0.028
					-0.044		-0.057	0.704	0.254	0.725	-5.032	-6.510	-2.506	-554.28
					101366.000		101498.000	41.601	11.936	39.691	14.537	-6.226	12.245	0.109
c	1	0.287	-0.122	-0.010	101363.945	19.403	101476.164	45.137	13.466	43.081	13.762	-2.828	13.468	-0.233
	2	0.302	-0.078	-0.010	101395.086	27.836	101487.461	44.521	12.102	42.850	12.484	-3.065	12.102	-0.071
	3	0.311	-0.030	-0.010	101459.813	36.875	101530.172	43.273	10.191	42.058	10.895	-3.854	10.191	-0.013
	4	0.312	0.003	-0.010	101607.242	42.901	101667.023	40.291	7.755	39.538	10.038	-6.372	7.757	0.183
g	5	0.309	0.042	-0.010	101676.977	50.133	101901.383	37.034	14.831	33.777	19.438	-12.132	15.187	3.270
l	6	0.307	0.058	-0.010	100931.188	53.146	101144.672	41.199	16.729	37.522	18.970	-8.388	17.014	3.104
	7	0.301	0.084	-0.010	101064.484	57.967	101237.320	35.636	11.440	33.647	16.979	-12.263	11.742	2.648
	8	0.290	0.115	-0.010	101212.422	63.993	101387.438	36.278	11.951	34.160	16.949	-11.750	12.214	-2.519
	9	0.276	0.145	-0.010	101319.414	70.019	101458.414	46.026	15.101	43.473	15.315	-2.439	15.120	-0.744
	10	0.250	0.186	-0.010	101362.859	79.058	101475.898	45.157	13.518	43.087	13.812	-2.824	13.520	-0.241
					101360.733		101485.770	41.810	12.244	39.864	14.189	-6.047	12.339	0.200
					0.005		0.012	-0.501	-2.517	-0.434	2.451	2.969	-0.764	-45.293
					101412.000		101543.000	40.556	11.763	38.710	14.581	-7.208	11.877	-0.009
d	1	0.297	-0.096	0.000	101397.406	24.500	101494.109	44.455	12.360	42.701	12.775	-3.209	12.366	-0.376
	2	0.308	-0.051	0.000	101439.078	32.908	101522.570	43.655	11.266	42.177	11.869	-3.734	11.267	-0.115
	3	0.312	-0.012	0.000	101527.977	40.116	101603.813	41.897	10.031	40.679	11.313	-5.231	10.031	-0.007
	4	0.311	0.030	0.000	101670.938	47.923	101818.125	38.960	12.847	36.781	15.760	-9.129	12.847	0.084
g	5	0.306	0.062	0.000	101549.242	53.929	101747.805	41.387	16.401	37.960	18.305	-7.949	16.489	1.704
l	6	0.302	0.078	0.000	101094.117	56.932	101384.789	31.330	13.113	28.308	22.137	-17.602	13.425	2.880

		Presek VII'			Span 0.993939	R=0.314 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101220.000		101326.000	48.084	13.268	46.198	13.269	-0.004	13.268	-0.044
a	1	0.237	-0.206	-0.100	101186.102	1.500	101324.867	48.658	15.304	46.190	15.304	-0.011	15.304	-0.021
	2	0.258	-0.179	-0.100	101192.438	7.536	101325.203	48.539	14.968	46.181	14.968	-0.026	14.968	-0.092
	3	0.277	-0.148	-0.100	101204.266	14.176	101325.109	48.322	14.280	46.171	14.280	-0.036	14.280	0.013
	4	0.292	-0.115	-0.100	101221.313	20.815	101325.195	47.998	13.240	46.138	13.240	-0.063	13.240	-0.030
	5	0.303	-0.081	-0.100	101238.328	27.455	101325.867	47.691	12.155	46.116	12.155	-0.083	12.155	-0.052
	6	0.311	-0.045	-0.100	101250.891	34.095	101325.773	47.486	11.241	46.136	11.242	-0.063	11.241	-0.053
	7	0.314	-0.009	-0.100	101252.266	40.734	101325.586	47.525	11.123	46.206	11.123	0.006	11.123	-0.051
	8	0.313	0.027	-0.100	101232.586	47.374	101325.156	47.965	12.499	46.309	12.499	0.108	12.499	-0.042
	9	0.308	0.063	-0.100	101202.344	54.014	101325.023	48.495	14.387	46.316	14.388	0.113	14.387	-0.092
	10	0.297	0.102	-0.100	101186.344	61.257	101325.117	48.664	15.304	46.196	15.304	-0.004	15.304	-0.027
					101219.467		101325.328	48.088	13.280	46.198	13.280	-0.004	13.280	-0.053
					0.001		0.001	-0.007	-0.085	0.001	-0.085	-11.309	-0.085	-17.301
					101217.000		101320.000	48.014	13.003	46.193	13.028	-0.010	13.003	-0.049
a'	1	0.248	-0.193	-0.075	101195.953	4.500	101335.156	48.443	15.325	45.955	15.328	-0.245	15.326	-0.156
	2	0.267	-0.166	-0.075	101221.516	10.506	101346.578	47.933	14.517	45.687	14.527	-0.518	14.518	-0.160
	3	0.284	-0.134	-0.075	101244.320	17.113	101353.125	47.485	13.533	45.522	13.550	-0.684	13.533	0.023
	4	0.297	-0.101	-0.075	101268.203	23.719	101362.867	47.102	12.611	45.387	12.638	-0.817	12.611	-0.027
	5	0.307	-0.066	-0.075	101281.648	30.326	101360.000	46.890	11.475	45.466	11.499	-0.735	11.475	-0.030
	6	0.313	-0.030	-0.075	101270.969	36.932	101336.477	47.099	10.511	45.912	10.515	-0.288	10.511	-0.027
	7	0.314	0.006	-0.075	101201.070	43.539	101269.359	48.341	10.691	47.144	10.733	0.945	10.691	-0.044
	8	0.311	0.042	-0.075	101133.211	50.146	101237.445	49.502	13.174	47.717	13.261	1.518	13.174	-0.076
	9	0.304	0.078	-0.075	101151.000	56.752	101285.602	49.207	15.058	46.848	15.072	0.647	15.058	-0.036
	10	0.292	0.115	-0.075	101192.727	63.959	101332.484	48.495	15.356	46.002	15.358	-0.199	15.357	-0.123
					101216.836		101319.901	48.035	13.048	46.200	13.072	-0.002	13.048	-0.067
					0.000		0.000	-0.043	-0.340	-0.015	-0.338	445.671	-0.342	-26.835
					101229.000		101357.000	42.368	7.845	40.656	13.299	-5.547	10.650	0.469
b	1	0.281	-0.141	-0.021	101330.508	15.800	101429.508	45.541	12.688	43.739	12.925	-2.462	12.689	-0.119
	2	0.298	-0.098	-0.021	101362.383	24.236	101435.953	44.879	10.821	43.560	11.140	-2.645	10.821	-0.006
	3	0.310	-0.050	-0.021	101405.438	33.275	101461.180	44.157	9.216	43.188	9.697	-3.015	9.216	0.014
	4	0.314	-0.017	-0.021	101455.922	39.302	101492.922	43.238	7.059	42.659	7.898	-3.541	7.059	0.024
g	5	0.313	0.023	-0.021	102121.391	46.533	102858.203	27.655	-13.64	18.092	35.034	-28.107	20.915	15.856
l	6	0.312	0.036	-0.021	100148.883	48.943	100233.578	46.961	9.731	45.505	11.628	-0.694	11.608	6.329
	7	0.307	0.065	-0.021	100897.898	54.367	101129.094	26.990	-2.190	26.792	19.682	-19.408	3.274	-2.434
	8	0.299	0.097	-0.021	101159.844	60.393	101270.617	47.278	13.541	45.293	13.584	-0.907	13.554	-0.581
	9	0.287	0.128	-0.021	101253.289	66.419	101378.992	46.981	14.486	44.692	14.565	-1.508	14.487	-0.153
	10	0.263	0.171	-0.021	101328.977	75.458	101429.414	45.575	12.785	43.746	13.019	-2.454	12.786	-0.118
					101274.108		101425.890	42.449	8.338	40.573	13.949	-5.628	11.157	0.962
					-0.045		-0.068	-0.191	-5.913	0.206	-4.657	-1.443	-4.542	-51.272
					101367.000		101458.000	40.736	8.549	39.622	11.979	-6.581	8.923	0.302
c	1	0.289	-0.122	-0.010	101364.453	19.500	101445.734	44.782	11.351	43.321	11.711	-2.880	11.351	-0.118
	2	0.304	-0.079	-0.010	101395.438	27.908	101459.156	44.230	9.897	43.113	10.369	-3.092	9.897	-0.017
	3	0.313	-0.030	-0.010	101460.336	36.917	101509.914	43.070	8.258	42.273	9.145	-3.929	8.258	0.000
	4	0.314	0.003	-0.010	101607.875	42.923	101655.172	40.132	6.087	39.668	8.929	-6.532	6.087	0.064
g	5	0.311	0.042	-0.010	101634.859	50.131	101796.898	39.828	10.997	37.311	16.529	-8.889	13.935	8.558
l	6	0.309	0.055	-0.010	100897.680	52.510	101341.250	23.080	9.685	20.767	27.361	-25.440	10.071	2.760
	7	0.303	0.084	-0.010	101072.422	57.938	101126.531	37.033	2.102	36.963	9.512	-9.236	2.274	0.869
	8	0.292	0.115	-0.010	101213.648	63.944	101361.203	32.064	5.637	31.550	15.726	-14.650	5.718	-0.959
	9	0.278	0.145	-0.010	101319.516	69.950	101414.047	45.112	12.307	43.402	12.624	-2.799	12.310	-0.249
	10	0.252	0.187	-0.010	101362.750	78.959	101444.922	44.808	11.420	43.331	11.776	-2.871	11.421	-0.119
					101346.901		101454.664	40.521	8.615	39.413	12.223	-6.789	8.845	0.612
					0.020		0.003	0.532	-0.770	0.532	-1.996	-3.067	0.879	-50.658
					101408.000		101503.000	39.683	8.477	38.587	12.228	-7.616	8.767	0.321
d	1	0.299	-0.095	0.000	101398.852	24.800	101459.594	44.065	9.605	43.007	10.124	-3.195	9.607	-0.158
	2	0.310	-0.050	0.000	101441.523	33.208	101496.164	43.339	8.831	42.432	9.602	-3.769	8.831	-0.028
	3	0.314	-0.001	0.000	101577.867	42.217	101637.734	40.726	7.874	39.959	10.048	-6.242	7.874	0.015
	4	0.312	0.032	0.000	101666.648	48.223	101794.711	38.978	11.625	37.204	14.699	-8.995	11.625	0.020
g	5	0.307	0.064	0.000	101525.273	54.229	101683.375	41.919	13.749	39.237	16.312	-6.962	14.752	5.346
l	6	0.304	0.080	0.000	101107.531	57.232	101350.688	31.760	11.503	29.582	20.242	-16.617	11.558	1.134

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
		7	0.295	0.109	0.000	101200.781	62.638	101267.438	38.802	6.920	38.178	10.602	-8.022	6.932	0.406
		8	0.280	0.142	0.000	101321.258	69.244	101449.445	32.346	4.078	32.087	14.698	-14.114	4.102	-0.444
		9	0.264	0.170	0.000	101373.023	75.250	101460.688	38.166	8.127	37.290	12.065	-8.911	8.134	-0.346
		10	0.234	0.210	0.000	101397.008	84.259	101458.188	44.096	9.651	43.029	10.160	-3.172	9.652	-0.170
						101405.210		101502.941	39.614	8.686	38.560	12.156	-7.640	8.747	0.261
						0.003		0.000	0.176	-2.407	0.069	0.590	-0.319	0.233	23.026
						101436.000		101536.000	38.704	8.361	37.636	12.635	-8.567	8.390	0.119
e	1	0.307	-0.066	0.010	101433.086	30.200	101479.820	42.916	7.918	42.180	8.880	-4.020	7.918	-0.059	
	2	0.313	-0.021	0.010	101504.969	38.650	101558.328	42.117	8.137	41.327	9.486	-4.877	8.137	-0.044	
	3	0.314	0.013	0.010	101593.609	44.686	101673.547	40.406	9.347	39.311	11.611	-6.890	9.347	-0.021	
	4	0.310	0.049	0.010	101563.906	51.326	101698.258	41.166	13.217	38.987	15.057	-7.213	13.217	-0.036	
g	5	0.302	0.087	0.010	101435.086	58.569	101708.883	33.575	13.458	30.317	21.456	-15.882	14.427	5.197	
l	6	0.298	0.100	0.010	101184.828	60.984	101535.422	27.312	11.375	24.774	24.316	-21.425	11.499	1.683	
	7	0.285	0.131	0.010	101356.898	67.020	101459.773	36.736	8.116	35.828	13.170	-10.372	8.117	0.077	
	8	0.270	0.160	0.010	101366.375	73.056	101442.508	35.461	3.168	35.321	11.332	-10.880	3.168	0.039	
	9	0.246	0.195	0.010	101396.852	80.903	101507.773	33.794	4.885	33.443	13.668	-12.764	4.895	-0.309	
	10	0.212	0.232	0.010	101431.852	89.957	101478.797	42.812	7.880	42.083	8.891	-4.118	7.880	-0.057	
						101431.042		101548.814	38.009	8.273	36.909	13.068	-9.293	8.342	0.363
						0.005		-0.013	1.830	1.070	1.969	-3.314	-7.810	0.573	-67.141
						101443.000		101553.000	38.137	8.069	37.045	13.114	-9.158	8.155	0.107
f	1	0.311	-0.042	0.021	101466.203	34.800	101549.719	36.583	6.146	36.064	11.854	-10.136	6.146	-0.049	
	2	0.314	0.005	0.021	101544.008	43.236	101610.469	41.110	8.709	40.178	10.588	-6.022	8.709	-0.016	
	3	0.312	0.038	0.021	101551.500	49.262	101654.102	41.378	11.472	39.757	13.158	-6.443	11.472	-0.046	
	4	0.305	0.076	0.021	101464.969	56.494	101604.602	43.211	14.354	40.757	15.351	-5.442	14.354	-0.060	
g	5	0.295	0.108	0.021	101262.078	62.520	101451.094	45.900	17.265	42.454	17.847	-3.745	17.450	2.529	
l	6	0.290	0.120	0.021	101429.203	64.930	101940.648	22.989	11.541	19.523	29.307	-26.676	12.137	-3.756	
	7	0.277	0.147	0.021	101417.508	70.354	101516.281	35.161	5.819	34.676	12.910	-11.523	5.821	-0.117	
	8	0.260	0.176	0.021	101399.547	76.380	101460.203	37.419	4.504	37.149	10.114	-9.053	4.511	0.254	
	9	0.230	0.214	0.021	101412.617	85.419	101487.695	35.692	3.521	35.525	11.249	-10.684	3.527	-0.214	
	10	0.193	0.248	0.021	101463.688	94.458	101549.516	36.292	6.014	35.792	12.022	-10.410	6.014	-0.060	
						101446.259		101566.904	38.128	8.204	37.005	13.187	-9.197	8.244	-0.079
						-0.003		-0.014	0.022	-1.641	0.110	-0.549	-0.423	-1.077	-234.46
						101450.000		101532.000	40.211	9.229	39.134	11.760	-7.069	9.229	0.023
g'	1	0.313	0.024	0.075	101469.094	46.800	101557.664	38.761	8.826	37.742	12.226	-8.457	8.829	0.208	
	2	0.309	0.057	0.075	101448.844	52.826	101529.086	39.482	8.725	38.507	11.633	-7.694	8.725	0.056	
	3	0.300	0.092	0.075	101428.352	59.455	101502.414	39.548	8.264	38.676	11.177	-7.525	8.265	0.077	
	4	0.288	0.126	0.075	101430.516	66.083	101507.586	38.846	7.950	38.024	11.404	-8.175	7.950	-0.026	
	5	0.271	0.158	0.075	101438.445	72.712	101520.945	39.310	8.772	38.320	11.792	-7.880	8.772	-0.075	
	6	0.251	0.189	0.075	101441.891	79.341	101519.305	42.003	10.060	40.781	11.426	-5.419	10.060	-0.042	
	7	0.227	0.216	0.075	101450.578	85.969	101531.305	43.359	10.879	41.973	11.672	-4.228	10.879	-0.068	
	8	0.201	0.241	0.075	101464.953	92.598	101554.523	42.100	10.950	40.658	12.276	-5.550	10.950	-0.038	
	9	0.172	0.263	0.075	101473.180	99.226	101560.430	38.786	8.732	37.802	12.123	-8.412	8.733	0.160	
	10	0.137	0.282	0.075	101470.094	106.46	101558.906	38.700	8.795	37.689	12.241	-8.513	8.797	0.197	
						101450.861		101533.188	40.184	9.216	39.109	11.769	-7.094	9.216	0.039
						-0.001		-0.001	0.066	0.138	0.063	-0.074	-0.354	0.136	-41.326
						101442.000		101532.000	40.618	10.147	39.325	12.312	-6.877	10.148	0.122
g	1	0.311	0.040	0.100	101434.102	49.800	101532.695	40.730	10.869	39.254	12.899	-6.946	10.869	0.092	
	2	0.305	0.073	0.100	101426.625	55.826	101527.883	40.377	10.840	38.894	13.073	-7.305	10.842	0.151	
	3	0.295	0.108	0.100	101438.305	62.455	101532.297	40.378	10.352	39.029	12.595	-7.172	10.354	0.201	
	4	0.281	0.141	0.100	101433.445	69.083	101513.422	40.507	9.415	39.398	11.618	-6.803	9.418	0.241	
	5	0.262	0.172	0.100	101432.273	75.712	101509.367	39.969	8.830	38.981	11.406	-7.218	8.832	0.201	
	6	0.241	0.202	0.100	101436.297	82.341	101519.453	39.239	8.778	38.245	11.846	-7.955	8.778	0.085	
	7	0.216	0.228	0.100	101443.570	88.969	101533.320	39.706	9.620	38.524	12.307	-7.676	9.620	0.059	
	8	0.188	0.251	0.100	101454.055	95.598	101545.242	41.644	10.858	40.206	12.403	-5.996	10.858	0.042	
	9	0.158	0.271	0.100	101471.039	102.23	101566.086	42.546	11.528	40.963	12.665	-5.247	11.528	0.064	
	10	0.122	0.289	0.100	101436.703	109.46	101534.867	40.851	10.905	39.371	12.868	-6.831	10.905	0.084	
						101440.812		101531.164	40.585	10.154	39.287	12.335	-6.914	10.155	0.123
						0.001		0.001	0.083	-0.067	0.095	-0.190	-0.534	-0.066	-0.175

		Presek VII''			Span 0.997	R=0.3145 m								
		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				101220.000		101326.000	48.152	13.264	46.270	13.265	-0.004	13.265	-0.057
a	1	0.238	-0.206	-0.100	101185.523	1.500	101323.398	48.703	15.254	46.254	15.254	-0.018	15.254	0.009
	2	0.258	-0.180	-0.100	101192.914	7.546	101325.172	48.597	14.940	46.252	14.940	-0.027	14.940	-0.116
	3	0.277	-0.149	-0.100	101204.625	14.197	101325.461	48.391	14.280	46.243	14.280	-0.035	14.280	-0.004
	4	0.293	-0.116	-0.100	101221.625	20.847	101325.859	48.076	13.263	46.213	13.263	-0.061	13.263	-0.049
	5	0.304	-0.081	-0.100	101238.656	27.498	101325.844	47.756	12.130	46.190	12.131	-0.081	12.131	-0.072
	6	0.311	-0.045	-0.100	101251.117	34.149	101325.484	47.547	11.203	46.209	11.203	-0.063	11.203	-0.062
	7	0.314	-0.009	-0.100	101252.273	40.799	101325.773	47.600	11.138	46.280	11.139	0.008	11.139	-0.054
	8	0.313	0.028	-0.100	101232.359	47.450	101325.516	48.047	12.538	46.384	12.538	0.111	12.538	-0.050
	9	0.308	0.064	-0.100	101202.180	54.101	101325.023	48.568	14.397	46.389	14.398	0.113	14.398	-0.108
	10	0.297	0.102	-0.100	101185.539	61.356	101323.430	48.707	15.255	46.256	15.255	-0.015	15.255	0.008
					101219.539		101325.266	48.154	13.272	46.269	13.273	-0.005	13.272	-0.063
					0.000		0.001	-0.004	-0.059	0.001	-0.059	-17.004	-0.059	-8.508
					101217.000		101308.000	47.879	12.236	46.264	12.262	-0.013	12.236	-0.031
a'	1	0.248	-0.193	-0.075	101196.211	4.500	101322.242	48.278	14.581	46.024	14.584	-0.249	14.582	-0.155
	2	0.267	-0.166	-0.075	101221.656	10.536	101329.508	47.693	13.480	45.753	13.491	-0.524	13.480	-0.149
	3	0.285	-0.134	-0.075	101244.523	17.176	101338.500	47.285	12.573	45.590	12.592	-0.689	12.573	0.054
	4	0.298	-0.100	-0.075	101268.445	23.815	101350.664	46.947	11.748	45.458	11.777	-0.819	11.748	-0.008
	5	0.308	-0.065	-0.075	101281.734	30.455	101349.758	46.776	10.687	45.542	10.712	-0.734	10.687	-0.015
	6	0.313	-0.029	-0.075	101270.141	37.095	101327.141	47.036	9.804	46.004	9.808	-0.269	9.804	-0.010
	7	0.314	0.007	-0.075	101198.047	43.734	101258.813	48.323	10.074	47.262	10.122	0.988	10.074	-0.011
	8	0.311	0.044	-0.075	101132.930	50.374	101228.953	49.422	12.638	47.781	12.727	1.507	12.638	-0.060
	9	0.304	0.079	-0.075	101152.531	57.014	101277.063	49.067	14.485	46.882	14.497	0.608	14.485	-0.031
	10	0.292	0.117	-0.075	101194.828	64.257	101321.430	48.306	14.615	46.043	14.618	-0.230	14.616	-0.143
					101216.765		101308.369	47.901	12.287	46.271	12.314	-0.004	12.288	-0.053
					0.000		0.000	-0.047	-0.419	-0.015	-0.416	195.08	-0.420	-40.920
					101209.000		101311.000	42.694	5.317	41.221	12.080	-5.053	10.036	0.041
b	1	0.281	-0.141	-0.021	101330.672	15.800	101409.219	45.237	11.247	43.819	11.513	-2.455	11.248	-0.110
	2	0.299	-0.098	-0.021	101362.406	24.236	101419.578	44.711	9.477	43.701	9.821	-2.576	9.477	0.009
	3	0.311	-0.050	-0.021	101405.602	33.275	101449.656	44.058	8.096	43.311	8.621	-2.963	8.096	0.030
	4	0.314	-0.017	-0.021	101456.188	39.302	101485.438	43.191	6.084	42.761	7.024	-3.510	6.084	0.021
g	5	0.314	0.023	-0.021	101875.727	46.533	102308.484	34.707	-15.77	28.349	26.872	-17.923	20.023	12.335
l	6	0.312	0.036	-0.021	100193.234	48.943	100351.852	36.105	-10.98	34.375	16.233	-11.896	11.044	1.156
	7	0.308	0.065	-0.021	100899.641	54.367	101085.414	30.110	-5.430	29.588	17.594	-16.683	5.587	-1.314
	8	0.299	0.097	-0.021	101160.234	60.393	101250.969	46.132	12.066	44.525	12.195	-1.747	12.070	-0.306
	9	0.280	0.143	-0.021	101288.359	69.432	101385.258	45.953	12.617	44.188	12.788	-2.084	12.617	-0.061
	10	0.264	0.172	-0.021	101329.125	75.458	101409.031	45.266	11.350	43.821	11.612	-2.451	11.350	-0.104
					101257.608		101371.948	42.368	5.831	40.906	12.419	-5.367	10.237	0.648
					-0.048		-0.060	0.770	-8.810	0.770	-2.732	-5.855	-1.960	-93.642
					101351.000		101421.000	40.728	6.366	39.972	10.595	-6.302	7.125	0.150
c	1	0.291	-0.119	-0.010	101366.391	20.104	101427.438	44.545	9.754	43.470	10.150	-2.808	9.754	-0.069
	2	0.305	-0.075	-0.010	101398.555	28.554	101447.500	44.098	8.574	43.261	9.088	-3.015	8.574	0.014
	3	0.313	-0.026	-0.010	101469.242	37.608	101508.188	42.886	7.066	42.302	8.106	-3.971	7.066	0.006
	4	0.314	0.007	-0.010	101645.695	43.644	101691.852	39.385	5.068	39.058	8.816	-7.214	5.069	0.047
g	5	0.312	0.043	-0.010	101375.578	50.284	101590.141	44.762	1.962	40.938	18.874	-5.333	18.105	17.998
l	6	0.309	0.056	-0.010	100922.859	52.698	101086.328	29.761	-1.022	29.740	16.568	-16.531	1.108	-0.427
	7	0.302	0.088	-0.010	101080.172	58.734	101126.938	37.435	-0.576	37.430	8.865	-8.842	0.649	0.299
	8	0.291	0.120	-0.010	101235.344	64.770	101368.508	32.943	5.734	32.437	14.982	-13.834	5.751	-0.447
	9	0.277	0.150	-0.010	101327.063	70.806	101402.016	44.867	10.904	43.522	11.245	-2.750	10.904	-0.110
	10	0.252	0.189	-0.010	101363.695	79.257	101427.711	44.596	10.007	43.460	10.395	-2.812	10.007	-0.084
					101332.023		101414.257	40.960	6.301	40.101	10.953	-6.172	7.491	0.997
					0.019		0.007	-0.567	1.037	-0.321	-3.268	2.097	-4.888	-84.996
					101403.000		101477.000	39.687	6.797	38.968	10.875	-7.306	7.022	0.129
d	1	0.300	-0.094	0.000	101399.648	25.000	101445.844	44.002	8.284	43.219	8.830	-3.056	8.284	-0.082
	2	0.311	-0.049	0.000	101443.188	33.408	101485.766	43.307	7.652	42.630	8.476	-3.646	7.652	0.002
	3	0.314	-0.010	0.000	101539.148	40.616	101584.789	41.552	6.982	40.963	8.772	-5.310	6.982	0.009
	4	0.313	0.033	0.000	101663.039	48.423	101779.711	39.230	11.061	37.639	14.031	-8.633	11.061	0.012
g	5	0.308	0.066	0.000	101328.188	54.429	101532.859	43.854	6.495	40.249	18.424	-6.022	17.412	16.155
l	6	0.305	0.078	0.000	101102.539	56.832	101264.047	30.019	2.203	29.936	16.487	-16.335	2.230	-0.341

		X	Y	Z	Pressure	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.294	0.113	0.000	101211.070	63.438	101264.414	38.315	4.683	38.028	9.484	-8.244	4.689	0.238
	8	0.280	0.143	0.000	101324.508	69.444	101434.273	33.249	3.322	33.082	13.604	-13.190	3.331	-0.237
	9	0.264	0.172	0.000	101373.594	75.450	101459.508	37.174	6.815	36.546	11.879	-9.729	6.816	-0.156
	10	0.233	0.211	0.000	101397.633	84.459	101444.898	44.028	8.394	43.220	8.932	-3.051	8.394	-0.098
					101388.681		101474.533	39.533	6.811	38.722	11.336	-7.551	7.389	0.800
					0.014		0.002	0.390	-0.205	0.635	-4.064	-3.251	-4.970	-83.927
					101429.000		101513.000	38.850	6.981	38.062	11.559	-8.212	7.098	0.159
e	1	0.308	-0.066	0.010	101433.641	30.300	101472.477	42.564	6.876	42.007	8.092	-4.266	6.876	0.006
	2	0.314	-0.020	0.010	101505.953	38.722	101549.195	42.206	7.148	41.601	8.541	-4.675	7.148	-0.009
	3	0.314	0.013	0.010	101594.398	44.738	101663.313	40.517	8.484	39.620	10.781	-6.653	8.484	-0.007
	4	0.310	0.055	0.010	101545.625	52.559	101669.531	41.785	12.903	39.743	14.461	-6.528	12.903	-0.017
g	5	0.302	0.088	0.010	101187.602	58.575	101501.922	40.894	8.582	35.541	22.899	-10.730	20.229	18.318
l	6	0.298	0.100	0.010	101190.867	60.982	101364.531	30.219	4.774	29.839	17.113	-16.432	4.778	-0.201
	7	0.289	0.125	0.010	101315.875	65.794	101412.117	36.507	7.235	35.783	12.742	-10.489	7.236	-0.054
	8	0.274	0.154	0.010	101366.570	71.811	101429.891	36.474	2.918	36.358	10.335	-9.915	2.919	0.088
	9	0.246	0.196	0.010	101396.586	80.835	101496.680	34.191	4.095	33.950	12.990	-12.328	4.098	-0.154
	10	0.213	0.232	0.010	101431.359	89.859	101471.297	42.310	6.824	41.759	8.183	-4.515	6.824	0.008
					101411.209		101507.595	38.852	6.906	37.915	11.920	-8.358	7.520	0.935
					0.018		0.005	-0.004	1.083	0.386	-3.032	-1.756	-5.606	-82.986
					101442.000		101534.000	38.428	6.996	37.599	12.162	-8.674	7.104	0.197
f	1	0.312	-0.042	0.021	101466.086	34.800	101548.500	36.203	5.395	35.799	11.781	-10.473	5.395	0.022
	2	0.314	0.005	0.021	101544.188	43.236	101602.102	41.021	7.847	40.264	9.883	-6.008	7.847	0.010
	3	0.311	0.044	0.021	101541.727	50.468	101636.414	41.784	11.128	40.275	12.641	-5.997	11.128	-0.019
	4	0.305	0.077	0.021	101465.094	56.494	101584.055	43.409	13.279	41.328	14.169	-4.943	13.279	-0.026
g	5	0.295	0.108	0.021	101248.586	62.520	101380.484	47.317	14.472	44.923	14.919	-1.348	14.858	3.365
l	6	0.290	0.121	0.021	101432.258	64.930	101633.641	29.138	4.114	28.724	18.215	-17.547	4.888	-2.639
	7	0.278	0.147	0.021	101417.555	70.354	101512.172	34.586	4.148	34.336	12.636	-11.935	4.149	-0.084
	8	0.261	0.176	0.021	101399.828	76.380	101456.266	37.419	3.685	37.240	9.757	-9.034	3.687	0.109
	9	0.230	0.215	0.021	101412.625	85.419	101476.719	36.439	2.986	36.323	10.394	-9.957	2.988	-0.124
	10	0.193	0.248	0.021	101463.539	94.458	101547.586	35.988	5.272	35.601	11.903	-10.673	5.272	0.014
					101445.855		101534.799	38.536	6.902	37.766	11.952	-8.508	6.959	0.038
					-0.004		-0.001	-0.280	1.373	-0.441	1.756	1.957	2.084	424.35
					101450.000		101522.000	40.467	8.519	39.559	10.976	-6.718	8.519	0.011
g'	1	0.314	0.024	0.075	101469.172	46.800	101550.961	38.812	8.261	37.922	11.748	-8.351	8.263	0.176
	2	0.309	0.057	0.075	101449.281	52.826	101522.305	39.622	8.176	38.770	11.098	-7.504	8.176	-0.013
	3	0.301	0.092	0.075	101428.492	59.455	101493.867	39.909	7.722	39.157	10.502	-7.118	7.722	0.053
	4	0.288	0.126	0.075	101430.648	66.083	101497.680	39.275	7.344	38.582	10.634	-7.691	7.344	-0.007
	5	0.271	0.159	0.075	101438.500	72.712	101510.586	39.416	7.928	38.611	11.026	-7.663	7.928	-0.037
	6	0.251	0.189	0.075	101441.930	79.341	101508.820	41.709	9.050	40.716	10.620	-5.557	9.050	-0.023
	7	0.228	0.217	0.075	101450.586	85.969	101517.234	43.398	9.819	42.275	10.603	-4.000	9.819	-0.040
	8	0.201	0.242	0.075	101465.063	92.598	101539.430	42.801	10.160	41.585	11.193	-4.696	10.161	-0.057
	9	0.172	0.263	0.075	101473.383	99.226	101548.406	39.575	8.291	38.708	11.232	-7.580	8.292	0.097
	10	0.138	0.283	0.075	101470.125	106.46	101551.875	38.769	8.221	37.889	11.744	-8.386	8.222	0.166
					101451.007		101522.799	40.483	8.551	39.568	10.995	-6.708	8.552	0.013
					-0.001		-0.001	-0.039	-0.381	-0.024	-0.173	0.136	-0.382	-14.855
					101442.000		101524.000	40.920	9.709	39.747	11.748	-6.526	9.710	0.072
g	1	0.312	0.041	0.100	101434.602	49.800	101522.797	41.470	10.530	40.111	12.200	-6.161	10.530	0.049
	2	0.306	0.073	0.100	101426.625	55.826	101520.672	40.782	10.554	39.392	12.598	-6.879	10.554	0.094
	3	0.295	0.108	0.100	101438.352	62.455	101527.672	40.576	10.104	39.299	12.277	-6.974	10.105	0.112
	4	0.281	0.141	0.100	101433.148	69.083	101510.273	40.825	9.353	39.740	11.409	-6.533	9.354	0.135
	5	0.263	0.173	0.100	101432.484	75.712	101504.000	40.389	8.619	39.459	10.987	-6.812	8.620	0.131
	6	0.241	0.202	0.100	101436.406	82.341	101510.820	39.682	8.348	38.794	11.207	-7.477	8.348	0.070
	7	0.216	0.228	0.100	101443.648	88.969	101525.188	39.849	9.051	38.808	11.731	-7.463	9.051	0.040
	8	0.188	0.252	0.100	101454.297	95.598	101535.609	41.480	10.044	40.249	11.713	-6.026	10.044	0.008
	9	0.158	0.272	0.100	101471.125	102.23	101552.039	42.736	10.619	41.404	11.685	-4.878	10.620	0.054
	10	0.123	0.290	0.100	101437.211	109.46	101524.656	41.592	10.539	40.237	12.145	-6.037	10.539	0.042
					101440.919		101523.112	40.894	9.717	39.718	11.766	-6.555	9.718	0.075
					0.001		0.001	0.064	-0.080	0.074	-0.154	-0.442	-0.080	-4.561

7.2. PRIMER II – AKSIJALNA PROPELерна PUMPA

7.2.1. Osrednji radni parametri u tačkama razmatranih preseka

		Presek I			Span O		Theta	Total Pressure	w	W _z	W _u	c	C _u	W _{m=C_m}	W _r
		X	Y	Z	Pressure	R									
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]									
	cfx				-15261.000			-1811.190	8.056	4.722	-6.195	5.139	0.132	5.091	1.906
a	1	0.000	-0.042	-0.006	-12779.396	0.041	74.686	3119.646	7.958	5.209	-5.641	5.644	0.605	5.611	2.086
	2	0.007	-0.041	-0.006	-15904.295	0.042	83.515	1323.427	8.155	5.437	-5.693	5.874	0.638	5.838	2.128
	3	0.014	-0.039	-0.006	-19002.039	0.042	93.370	-1495.708	8.478	5.500	-6.075	5.924	0.260	5.915	2.181
	4	0.020	-0.036	-0.006	-21540.340	0.042	103.467	-4982.067	8.711	5.330	-6.536	5.763	-0.209	5.758	2.180
	5	0.026	-0.032	-0.006	-23157.150	0.042	113.436	-8797.294	8.889	4.905	-7.134	5.366	-0.807	5.304	2.018
	6	0.032	-0.027	-0.006	-19966.379	0.042	123.420	-10282.21	8.592	3.921	-7.466	4.402	-1.141	4.252	1.646
	7	0.036	-0.021	-0.006	-9291.969	0.042	133.375	-2541.454	7.330	3.388	-6.344	3.673	-0.019	3.674	1.420
	8	0.039	-0.015	-0.006	-7498.186	0.042	143.362	2314.212	7.144	4.053	-5.650	4.428	0.676	4.378	1.655
	9	0.041	-0.008	-0.006	-9414.687	0.042	153.292	3397.745	7.428	4.638	-5.497	5.066	0.830	4.998	1.863
	10	0.042	0.000	-0.006	-13043.866	0.042	164.144	2522.079	7.833	5.137	-5.550	5.583	0.778	5.527	2.042
					-15214.246			-1879.257	8.047	4.695	-6.201	5.115	0.123	5.066	1.901
					0.307			-3.622	0.107	0.555	-0.092	0.469	7.020	0.511	0.269
					-16126.900			322.125	7.634	4.670	-5.524	5.639	1.129	5.184	1.751
b	1	-0.002	-0.044	0.002	-12003.447	0.044	72.446	6429.509	8.124	5.560	-5.528	6.075	1.209	5.951	2.123
	2	0.008	-0.043	0.002	-18106.877	0.044	84.677	1890.327	8.520	5.871	-5.786	6.331	0.877	6.263	2.188
	3	0.018	-0.040	0.002	-24811.004	0.044	98.261	-4341.810	9.153	5.997	-6.543	6.406	0.104	6.403	2.243
	4	0.026	-0.035	0.002	-32345.898	0.044	110.953	-11862.65	9.841	5.965	-7.520	6.408	-0.878	6.347	2.170
g	5	0.031	-0.031	0.002	-42069.676	0.044	120.014	-31888.26	6.459	3.825	-5.008	4.392	1.635	4.078	1.415
l	6	0.035	-0.026	0.002	15747.341	0.044	128.166	38887.648	2.513	-2.398	-0.452	6.666	6.190	2.472	-0.603
	7	0.038	-0.021	0.002	5616.215	0.044	135.412	12213.247	5.030	2.525	-4.237	3.625	2.405	2.710	0.985
	8	0.041	-0.015	0.002	-2787.444	0.044	144.473	8906.893	6.564	4.181	-4.805	4.838	1.839	4.474	1.596
	9	0.043	-0.008	0.002	-7956.134	0.044	153.542	7424.478	7.362	4.975	-5.090	5.551	1.559	5.326	1.903
	10	0.044	-0.002	0.002	-11911.680	0.044	161.695	5769.135	7.840	5.416	-5.287	5.951	1.358	5.792	2.054
					-14981.948			1749.043	7.660	4.754	-5.476	5.700	1.179	5.302	1.798
					7.642			-81.583	-0.340	-1.753	0.891	-1.064	-4.255	-2.213	-2.606
					-2388.820			29869.700	7.923	6.417	-4.243	8.022	4.236	6.684	1.857
c	1	-0.022	-0.051	0.036	-2020.363	0.056	51.218	32002.287	8.240	6.744	-4.222	8.254	4.251	7.073	2.131
	2	-0.014	-0.054	0.036	-6134.532	0.056	59.737	27687.424	8.863	7.072	-4.904	8.225	3.598	7.395	2.170
	3	-0.005	-0.056	0.036	-12345.011	0.056	68.621	22715.377	9.502	7.506	-5.422	8.374	3.051	7.799	2.120
	4	0.003	-0.056	0.036	-20458.520	0.056	77.754	15404.301	9.936	7.822	-5.842	8.468	2.655	8.045	1.888
g	5	0.011	-0.055	0.036	-26932.162	0.056	85.755	8093.645	7.664	6.316	-3.609	8.326	4.881	6.759	2.411
l	6	0.026	-0.049	0.036	15384.576	0.056	102.091	41616.664	5.113	4.085	-2.682	7.239	5.786	4.351	1.497
	7	0.033	-0.045	0.036	12902.065	0.056	110.243	40303.328	6.543	5.324	-3.543	7.399	4.943	5.510	1.426
	8	0.039	-0.039	0.036	9538.932	0.056	119.319	40299.637	6.963	5.814	-3.474	7.846	5.008	6.043	1.650
	9	0.045	-0.033	0.036	5513.813	0.056	128.380	37748.172	7.408	6.184	-3.684	8.028	4.812	6.432	1.775
	10	0.051	-0.022	0.036	-355.659	0.056	140.962	32393.523	8.079	6.624	-4.216	8.100	4.258	6.890	1.897
					-1885.646			30524.718	7.968	6.457	-4.268	8.041	4.218	6.725	1.871
					26.684			-2.146	-0.569	-0.621	-0.601	-0.231	0.430	-0.602	-0.745
					6718.790			47519.100	8.066	6.806	-3.923	9.008	5.523	7.040	1.774
d	1	-0.039	-0.048	0.060	8053.031	0.062	35.822	48951.426	8.130	6.919	-3.848	9.055	5.541	7.162	1.849
	2	-0.027	-0.056	0.060	1223.907	0.062	48.183	44861.250	9.023	7.622	-4.417	9.344	5.035	7.873	1.975
	3	-0.018	-0.059	0.060	-4862.952	0.062	57.257	43650.957	9.655	8.283	-4.529	9.849	4.923	8.534	2.058
	4	-0.009	-0.062	0.060	-14146.318	0.062	66.411	37812.383	10.024	8.741	-4.545	10.200	4.913	8.943	1.892
g	5	-0.003	-0.062	0.060	-19761.635	0.062	71.701	31454.940	8.332	7.170	-2.995	10.102	6.447	7.777	3.014
l	6	0.012	-0.061	0.060	23015.873	0.062	85.354	55121.914	5.350	4.203	-2.834	8.015	6.610	4.539	1.715
	7	0.020	-0.059	0.060	21268.803	0.062	93.355	53314.145	6.662	5.424	-3.693	8.000	5.769	5.552	1.191
	8	0.029	-0.055	0.060	18345.662	0.062	102.522	53348.410	7.038	5.860	-3.629	8.375	5.813	6.032	1.429
	9	0.038	-0.049	0.060	14693.119	0.062	111.573	52549.727	7.432	6.285	-3.627	8.710	5.815	6.487	1.604
	10	0.048	-0.039	0.060	8267.150	0.062	125.214	47511.957	8.129	6.807	-4.056	8.871	5.388	7.047	1.826
					6984.192			47820.190	8.078	6.820	-3.935	9.013	5.509	7.051	1.766
					-3.800			-0.630	-0.159	-0.201	-0.324	-0.051	0.260	-0.149	0.454

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					13919.600			60712.900	8.255	7.060	-3.935	9.629	6.331	7.224	1.497
e	1	-0.053	-0.041	0.083	17369.129	0.068	21.751	60821.941	8.155	6.905	-4.133	9.333	6.141	7.029	1.318
	2	-0.043	-0.052	0.083	11964.970	0.068	34.657	60706.883	8.723	7.564	-4.082	9.879	6.183	7.709	1.491
	3	-0.034	-0.058	0.083	6617.224	0.068	43.708	63117.293	9.375	8.368	-3.906	10.628	6.359	8.522	1.611
	4	-0.025	-0.063	0.083	-1816.439	0.068	52.779	62866.281	9.851	9.009	-3.554	11.382	6.721	9.191	1.820
g	5	-0.016	-0.066	0.083	-10910.103	0.068	60.940	49996.523	8.653	7.590	-2.866	11.021	7.396	8.166	3.012
l	6	-0.004	-0.067	0.083	26786.922	0.068	70.926	63447.543	6.115	4.835	-3.377	8.565	6.883	5.098	1.618
	7	0.008	-0.067	0.083	24306.100	0.068	80.920	61263.676	7.304	5.927	-4.139	8.601	6.142	6.030	1.111
	8	0.018	-0.065	0.083	22111.981	0.068	89.958	61436.211	7.598	6.280	-4.103	8.880	6.160	6.397	1.218
	9	0.028	-0.061	0.083	20071.107	0.068	98.957	60933.910	7.785	6.491	-4.097	9.049	6.173	6.621	1.308
	10	0.041	-0.054	0.083	16391.193	0.068	111.702	58500.055	8.095	6.746	-4.213	9.189	6.051	6.916	1.525
					14136.848			60850.142	8.233	7.038	-3.925	9.625	6.344	7.207	1.513
					-1.537			-0.226	0.273	0.317	0.272	0.034	-0.202	0.235	-1.065
					19945.200			68774.600	8.373	7.126	-4.182	9.856	6.711	7.203	1.043
f	1	-0.065	-0.031	0.112	23727.461	0.072	10.022	69316.141	8.331	6.995	-4.430	9.562	6.453	7.057	0.931
	2	-0.056	-0.045	0.112	18941.031	0.072	22.669	71283.891	8.729	7.621	-4.129	10.237	6.761	7.693	1.046
	3	-0.048	-0.053	0.112	16828.570	0.072	31.740	75266.102	8.909	8.027	-3.703	10.825	7.180	8.103	1.113
	4	-0.039	-0.060	0.112	15310.444	0.072	41.708	80763.859	8.630	8.068	-2.831	11.458	8.051	8.153	1.177
g	5	-0.030	-0.065	0.112	12966.981	0.072	49.860	69951.711	6.697	6.159	-2.276	10.664	8.605	6.299	1.318
l	6	-0.024	-0.067	0.112	21413.025	0.072	54.390	60503.059	7.070	5.632	-4.147	8.839	6.734	5.726	1.034
	7	-0.012	-0.071	0.112	21208.232	0.072	64.356	64455.418	8.437	6.917	-4.728	9.312	6.156	6.988	0.998
	8	-0.001	-0.072	0.112	21358.201	0.072	73.406	64051.902	8.463	6.893	-4.802	9.251	6.087	6.971	1.035
	9	0.016	-0.070	0.112	21974.660	0.072	87.001	62429.574	8.298	6.644	-4.879	9.006	6.006	6.714	0.964
	10	0.031	-0.065	0.112	23594.529	0.072	99.689	68320.727	8.121	6.768	-4.353	9.470	6.533	6.857	1.104
					19922.336			68585.162	8.335	7.091	-4.167	9.840	6.718	7.170	1.056
					0.115			0.276	0.453	0.493	0.357	0.165	-0.103	0.455	-1.243
					19685.400			69095.900	8.763	7.329	-4.648	9.900	6.539	7.377	0.808
g	1	-0.068	-0.028	0.128	27373.637	0.075	6.878	86944.578	8.907	7.980	-3.911	10.902	7.405	8.002	0.596
	2	-0.063	-0.038	0.128	20497.658	0.074	15.507	77456.813	9.169	8.084	-4.254	10.674	6.936	8.122	0.785
	3	-0.055	-0.048	0.128	14741.005	0.074	25.432	75868.141	9.531	8.531	-4.179	11.065	7.010	8.567	0.786
	4	-0.046	-0.057	0.128	16615.035	0.074	35.362	73932.211	8.835	7.870	-3.941	10.720	7.239	7.907	0.770
	5	-0.036	-0.064	0.128	24939.809	0.074	45.282	69084.758	6.300	5.279	-3.409	9.404	7.770	5.298	0.450
	6	-0.024	-0.070	0.128	14291.527	0.074	55.205	68045.352	9.492	8.146	-4.800	10.381	6.379	8.189	0.843
	7	-0.012	-0.073	0.128	14141.287	0.074	65.127	60904.266	9.517	7.762	-5.451	9.681	5.731	7.803	0.797
	8	0.001	-0.074	0.128	17087.178	0.074	75.043	58790.488	9.318	7.298	-5.744	9.137	5.446	7.340	0.786
	9	0.014	-0.072	0.128	19561.815	0.074	84.975	55883.656	8.815	6.573	-5.827	8.522	5.364	6.625	0.825
	10	0.027	-0.068	0.128	42077.527	0.074	95.784	85822.727	5.998	4.800	-3.401	9.216	7.782	4.946	1.194
					19992.576			69512.306	8.677	7.274	-4.596	9.915	6.595	7.319	0.774
					-1.536			-0.599	0.994	0.752	1.121	-0.156	-0.843	0.800	4.360

		Presek II			Span 0.1										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-15868.300			-995.708	9.607	5.128	-7.935	5.417	0.011	5.368	1.578
a	1	0.003	-0.052	-0.006	-13442.922	0.053	77.221	3235.009	9.415	5.560	-7.456	5.781	0.619	5.748	1.459
	2	0.011	-0.051	-0.006	-16926.406	0.052	86.172	891.176	9.531	5.716	-7.463	5.970	0.479	5.950	1.653
	3	0.019	-0.049	-0.006	-20327.406	0.052	95.956	-1961.272	9.825	5.784	-7.729	6.069	0.208	6.065	1.825
	4	0.027	-0.044	-0.006	-23362.231	0.052	105.895	-5161.015	10.212	5.729	-8.241	6.041	-0.304	6.033	1.892
	5	0.035	-0.039	-0.006	-25714.797	0.052	115.820	-8829.680	10.640	5.429	-8.969	5.818	-1.031	5.726	1.820
	6	0.041	-0.033	-0.006	-22095.135	0.052	125.755	-10566.51	10.424	4.281	-9.360	4.805	-1.423	4.589	1.653
	7	0.046	-0.025	-0.006	-7425.587	0.052	135.695	619.796	8.937	3.802	-7.986	4.014	-0.049	4.014	1.289
	8	0.050	-0.017	-0.006	-6130.695	0.052	145.593	5330.227	8.762	4.589	-7.360	4.792	0.580	4.757	1.253
	9	0.052	-0.008	-0.006	-9102.781	0.052	155.546	5308.343	8.993	5.153	-7.248	5.375	0.694	5.330	1.360
	10	0.052	0.002	-0.006	-13359.819	0.052	166.358	3284.756	9.280	5.526	-7.300	5.774	0.643	5.738	1.547
					-15823.651			-1058.587	9.611	5.106	-7.955	5.397	-0.009	5.345	1.572
					0.282			-5.940	-0.041	0.429	-0.258	0.372	-221.8	0.420	0.337
					-16683.200			2626.340	9.213	5.390	-7.312	6.144	1.143	5.578	1.381
b	1	0.000	-0.056	0.004	-12250.900	0.056	74.935	7319.551	9.467	5.910	-7.206	6.263	1.240	6.138	1.656
	2	0.012	-0.054	0.004	-19351.943	0.056	87.274	2255.255	10.185	6.290	-7.829	6.575	0.634	6.542	1.800
	3	0.025	-0.050	0.004	-26315.094	0.056	100.793	-2573.624	11.105	6.652	-8.713	6.895	-0.259	6.889	1.790

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	4	0.036	-0.043	0.004	-36549.305	0.056	114.361	-11106.39	12.147	6.814	-9.937	7.144	-1.485	6.987	1.545
g	5	0.043	-0.036	0.004	-50579.078	0.056	124.323	-32832.59	3.488	1.855	-2.950	5.804	5.501	1.858	-0.108
l	6	0.047	-0.030	0.004	31457.930	0.056	131.571	50007.910	2.993	1.381	-2.657	5.957	5.794	1.381	0.015
	7	0.049	-0.025	0.004	11441.093	0.056	137.008	21068.008	6.990	3.473	-5.979	4.385	2.472	3.621	1.025
	8	0.053	-0.017	0.004	267.248	0.056	146.076	14400.665	8.317	4.836	-6.643	5.324	1.809	5.007	1.298
	9	0.055	-0.009	0.004	-6587.529	0.056	155.138	10583.818	8.949	5.465	-6.929	5.868	1.524	5.667	1.498
	10	0.056	0.000	0.004	-11863.977	0.056	164.167	7434.740	9.386	5.836	-7.156	6.218	1.302	6.079	1.704
					-15934.072			3584.201	9.250	5.438	-7.331	6.189	1.122	5.627	1.413
					4.701			-26.725	-0.395	-0.896	-0.272	-0.717	1.851	-0.870	-2.253
					-2613.010			29610.500	9.310	6.774	-6.190	8.018	3.677	6.952	1.522
c	1	-0.022	-0.061	0.037	-611.370	0.065	54.866	31705.383	9.823	7.066	-6.564	8.048	3.373	7.306	1.859
	2	-0.013	-0.064	0.037	-6210.094	0.065	62.625	27522.740	10.356	7.468	-6.950	8.214	2.911	7.681	1.799
	3	-0.003	-0.065	0.037	-14152.461	0.065	71.735	21862.924	11.165	8.020	-7.605	8.488	2.258	8.183	1.631
	4	0.007	-0.064	0.037	-22483.514	0.065	80.438	14640.845	11.557	8.262	-7.953	8.596	1.936	8.376	1.383
g	5	0.018	-0.062	0.037	-30712.270	0.065	90.555	852.250	7.413	5.483	-4.542	7.898	5.322	5.852	2.048
l	6	0.034	-0.055	0.037	18468.707	0.065	106.044	45773.797	6.652	4.850	-4.417	7.373	5.445	4.976	1.113
	7	0.044	-0.048	0.037	14004.458	0.065	116.799	43310.902	8.079	6.015	-5.267	7.659	4.597	6.129	1.174
	8	0.051	-0.040	0.037	9917.876	0.065	125.876	40302.488	8.439	6.270	-5.455	7.802	4.404	6.440	1.473
	9	0.057	-0.032	0.037	5129.876	0.065	135.002	35899.945	8.878	6.516	-5.801	7.854	4.055	6.727	1.672
	10	0.061	-0.022	0.037	276.910	0.065	143.915	31621.900	9.398	6.800	-6.223	7.922	3.636	7.038	1.814
					-2335.315			29895.186	9.323	6.786	-6.190	8.017	3.679	6.969	1.557
					11.891			-0.952	-0.142	-0.180	0.010	0.016	-0.047	-0.243	-2.241
					8356.610			47924.200	9.148	7.020	-5.641	8.873	5.043	7.194	1.473
d	1	-0.042	-0.057	0.060	11340.541	0.069	37.647	49120.488	9.196	7.041	-5.694	8.700	4.851	7.221	1.604
	2	-0.028	-0.065	0.060	2955.205	0.070	50.645	45376.102	10.420	8.040	-6.451	9.214	4.242	8.182	1.517
	3	-0.018	-0.068	0.060	-5265.771	0.070	59.766	42190.188	11.048	8.741	-6.623	9.737	4.068	8.849	1.378
	4	-0.007	-0.070	0.060	-15828.395	0.070	68.782	34338.961	11.061	8.872	-6.391	10.000	4.295	9.031	1.682
g	5	0.001	-0.070	0.060	-22862.104	0.070	75.135	26499.943	8.022	6.124	-3.742	9.925	6.946	7.093	3.580
l	6	0.017	-0.068	0.060	26790.496	0.070	87.758	59649.387	6.389	4.656	-4.185	8.095	6.508	4.823	1.258
	7	0.025	-0.066	0.060	24735.301	0.070	95.010	57161.422	7.712	5.734	-5.086	8.057	5.604	5.794	0.831
	8	0.035	-0.061	0.060	21797.486	0.070	104.113	56007.481	8.041	6.061	-5.162	8.280	5.528	6.167	1.136
	9	0.044	-0.055	0.060	18316.559	0.070	113.203	53754.512	8.391	6.351	-5.326	8.426	5.374	6.492	1.348
	10	0.057	-0.042	0.060	11259.978	0.070	127.673	48134.137	9.121	6.856	-5.781	8.595	4.909	7.055	1.668
					8518.089			48143.041	9.171	7.040	-5.655	8.877	5.025	7.210	1.468
					-1.896			-0.455	-0.250	-0.282	-0.249	-0.045	0.372	-0.223	0.322
					17530.500			62133.900	9.099	7.020	-5.457	9.411	5.934	7.253	1.243
e	1	-0.057	-0.048	0.082	20398.234	0.074	24.665	60544.738	9.068	6.957	-5.702	8.972	5.548	7.051	1.150
	2	-0.045	-0.060	0.082	15483.246	0.075	36.947	62231.320	9.922	7.894	-5.912	9.672	5.478	7.972	1.113
	3	-0.035	-0.066	0.082	9297.334	0.075	46.039	63385.402	10.534	8.725	-5.807	10.414	5.580	8.792	1.082
	4	-0.025	-0.071	0.082	-169.024	0.075	55.098	59618.285	10.603	9.029	-5.382	10.943	6.009	9.143	1.442
g	5	-0.014	-0.074	0.082	-8896.330	0.075	63.280	48166.746	8.139	6.137	-3.623	10.653	7.765	7.292	3.939
l	6	-0.004	-0.075	0.082	31192.438	0.075	71.449	68900.695	6.790	5.000	-4.410	8.680	6.982	5.164	1.291
	7	0.009	-0.074	0.082	28207.494	0.075	81.452	65003.289	8.167	6.097	-5.388	8.588	6.003	6.142	0.739
	8	0.021	-0.072	0.082	26380.463	0.075	90.542	64292.039	8.364	6.290	-5.426	8.720	5.960	6.365	0.974
	9	0.032	-0.068	0.082	24500.023	0.075	99.597	62990.367	8.548	6.435	-5.521	8.780	5.878	6.528	1.101
	10	0.048	-0.057	0.082	20752.912	0.075	114.200	60762.559	8.988	6.812	-5.721	8.956	5.666	6.936	1.302
					17737.555			62192.282	9.053	7.071	-5.431	9.398	5.949	7.214	1.256
					-1.167			-0.094	0.511	-0.722	0.483	0.148	-0.250	0.534	-1.063
					24650.800			71171.500	9.277	7.195	-5.730	9.631	6.292	7.265	0.857
f	1	-0.070	-0.037	0.109	27428.344	0.079	12.154	70502.570	9.469	7.166	-6.160	9.292	5.884	7.192	0.612
	2	-0.060	-0.052	0.109	23348.199	0.079	24.886	73371.898	9.899	7.916	-5.916	10.012	6.104	7.937	0.580
	3	-0.051	-0.060	0.109	21952.326	0.079	33.966	77787.438	9.995	8.318	-5.507	10.582	6.511	8.341	0.626
	4	-0.040	-0.068	0.109	20897.746	0.079	43.942	80788.539	9.319	7.995	-4.624	10.960	7.393	8.091	1.243
g	5	-0.031	-0.073	0.109	18555.395	0.079	51.197	70021.320	6.911	5.184	-3.704	10.156	8.313	5.835	2.678
l	6	-0.027	-0.074	0.109	27176.588	0.079	53.917	69540.945	7.311	5.484	-4.702	9.212	7.315	5.598	1.127
	7	-0.015	-0.078	0.109	26280.910	0.079	62.982	69852.219	9.213	7.046	-5.906	9.348	6.114	7.072	0.609
	8	0.001	-0.079	0.109	25852.293	0.079	74.768	66981.992	9.235	6.860	-6.129	9.081	5.893	6.911	0.836
	9	0.019	-0.077	0.109	26256.027	0.079	88.367	65344.145	9.189	6.678	-6.260	8.853	5.759	6.726	0.796
	10	0.037	-0.070	0.109	27573.475	0.079	102.000	69706.383	9.302	6.974	-6.097	9.191	5.923	7.028	0.869
					24751.691			71146.312	9.225	7.148	-5.704	9.619	6.317	7.220	0.866
					-0.408			0.035	0.565	0.665	0.461	0.123	-0.397	0.634	-0.995

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	W _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					24675.100			72429.400	9.718	7.460	-6.149	9.740	6.180	7.487	0.523
g	1	-0.074	-0.034	0.128	29839.520	0.081	9.134	89575.609	9.654	8.210	-5.070	10.913	7.187	8.214	0.257
	2	-0.067	-0.045	0.128	23166.742	0.081	18.056	81075.023	10.245	8.496	-5.713	10.776	6.616	8.506	0.408
	3	-0.059	-0.056	0.128	19416.311	0.081	28.043	75030.609	10.192	8.317	-5.858	10.555	6.469	8.341	0.623
	4	-0.048	-0.065	0.128	24257.379	0.081	37.993	68276.133	8.814	6.603	-5.739	9.388	6.588	6.690	1.071
	5	-0.036	-0.073	0.128	34347.426	0.081	47.955	81767.125	8.778	6.889	-5.432	9.751	6.895	6.895	-0.295
	6	-0.023	-0.078	0.128	18357.494	0.081	57.916	71447.516	10.386	8.308	-6.221	10.319	6.106	8.318	0.409
	7	-0.009	-0.081	0.128	18966.531	0.081	67.892	63574.742	10.320	7.689	-6.865	9.455	5.472	7.712	0.596
	8	0.005	-0.081	0.128	21456.541	0.081	77.854	61123.527	10.170	7.221	-7.140	8.916	5.195	7.248	0.622
	9	0.019	-0.079	0.128	23734.299	0.081	87.807	60286.184	9.990	6.833	-7.242	8.558	5.088	6.884	0.833
	10	0.034	-0.074	0.128	47777.418	0.081	98.690	97066.805	7.478	5.875	-4.583	9.737	7.746	5.909	0.631
					25023.331			73130.952	9.708	7.477	-6.113	9.776	6.213	7.505	0.516
					-1.392			-0.959	0.100	-0.238	0.582	-0.369	-0.525	-0.240	1.340

		Presek III			Span 0.2											
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	W _m =C _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				-16817.500			-2104.470	11.097	5.240	-9.700	5.403	-0.030	5.360	1.124	
a	1	0.005	-0.063	-0.006	-14365.445	0.063	78.577	2281.867	10.707	5.643	-9.036	5.772	0.586	5.742	1.062	
	2	0.015	-0.062	-0.006	-17957.324	0.064	87.555	-979.656	10.881	5.696	-9.224	5.835	0.467	5.815	1.171	
	3	0.025	-0.058	-0.006	-21469.346	0.064	97.499	-4249.296	11.130	5.727	-9.467	5.874	0.210	5.869	1.288	
	4	0.035	-0.053	-0.006	-24320.723	0.064	107.458	-7221.208	11.523	5.688	-9.933	5.851	-0.263	5.844	1.342	
	5	0.044	-0.046	-0.006	-26266.697	0.064	117.442	-9959.808	12.012	5.488	-10.608	5.717	-0.940	5.638	1.293	
	6	0.051	-0.038	-0.006	-23321.340	0.064	127.417	-10773.63	11.989	4.687	-10.967	5.016	-1.301	4.844	1.221	
	7	0.057	-0.029	-0.006	-8704.911	0.064	137.385	154.998	10.739	4.104	-9.880	4.214	-0.214	4.208	0.933	
	8	0.061	-0.018	-0.006	-5887.092	0.064	147.346	6110.169	10.370	4.803	-9.152	4.904	0.515	4.877	0.850	
	9	0.063	-0.008	-0.006	-9496.601	0.064	157.312	5214.086	10.528	5.310	-9.044	5.430	0.626	5.393	0.947	
	10	0.064	0.004	-0.006	-14369.673	0.064	168.145	2225.854	10.744	5.627	-9.088	5.762	0.581	5.733	1.096	
					-16632.349			-1955.612	11.085	5.233	-9.691	5.396	-0.021	5.353	1.118	
					1.113			7.612	0.107	0.121	0.094	0.123	38.282	0.141	0.533	
					-18191.500			1665.590	11.061	5.778	-9.345	6.254	0.864	5.884	0.901	
b	1	0.002	-0.067	0.007	-12840.943	0.067	75.924	6872.492	10.961	6.026	-9.054	6.280	1.156	6.173	1.341	
	2	0.017	-0.065	0.007	-20910.328	0.067	88.584	709.389	11.693	6.403	-9.679	6.581	0.527	6.559	1.423	
	3	0.031	-0.059	0.007	-28216.184	0.067	102.147	-4544.273	12.707	6.766	-10.696	6.888	-0.487	6.870	1.190	
	4	0.044	-0.050	0.007	-36692.656	0.067	115.619	-11960.26	13.540	6.834	-11.655	7.042	-1.451	6.890	0.881	
g	5	0.054	-0.039	0.007	-54887.973	0.067	128.178	-45484.03	7.886	3.016	-7.233	4.330	2.977	3.145	-0.892	
l	6	0.059	-0.032	0.007	30013.068	0.067	135.459	55879.359	6.097	4.117	-4.407	7.167	5.797	4.215	-0.903	
	7	0.062	-0.027	0.007	11690.846	0.067	140.865	24501.447	8.829	4.331	-7.665	5.065	2.538	4.382	0.670	
	8	0.064	-0.020	0.007	1676.824	0.067	147.171	16833.910	9.754	5.072	-8.275	5.513	1.929	5.164	0.969	
	9	0.067	-0.009	0.007	-6524.432	0.067	156.126	11166.594	10.387	5.621	-8.652	5.955	1.555	5.748	1.205	
	10	0.067	0.001	0.007	-12299.190	0.067	165.160	7268.932	10.828	5.968	-8.931	6.256	1.279	6.123	1.369	
					-18436.481			1297.473	11.045	5.785	-9.322	6.234	0.884	5.896	0.915	
					-1.329			28.372	0.146	-0.125	0.238	0.323	-2.304	-0.196	-1.486	
					-2514.540			28486.900	10.830	6.902	-8.254	7.865	3.108	7.015	1.203	
c	1	-0.023	-0.071	0.038	170.531	0.075	56.059	31419.789	11.231	7.194	-8.483	7.917	2.914	7.361	1.562	
	2	-0.013	-0.074	0.038	-6550.222	0.075	64.427	26098.459	11.913	7.624	-9.044	8.089	2.306	7.754	1.414	
	3	-0.001	-0.075	0.038	-15110.218	0.075	73.425	20374.080	12.849	8.205	-9.815	8.433	1.537	8.291	1.191	
	4	0.011	-0.074	0.038	-24415.867	0.075	82.430	12132.895	13.305	8.434	-10.255	8.552	1.105	8.480	0.882	
g	5	0.024	-0.071	0.038	-34237.074	0.075	93.299	-5964.901	9.008	5.808	-6.807	7.434	4.550	5.888	0.966	
l	6	0.041	-0.062	0.038	21837.607	0.075	107.801	49900.676	7.760	4.960	-5.879	7.467	5.484	5.072	1.064	
	7	0.051	-0.054	0.038	17054.324	0.075	117.692	44433.180	9.362	5.984	-7.123	7.408	4.231	6.081	1.082	
	8	0.059	-0.046	0.038	12247.223	0.075	126.757	40040.555	9.723	6.179	-7.396	7.464	3.966	6.323	1.343	
	9	0.066	-0.036	0.038	6904.710	0.075	135.726	35651.227	10.242	6.519	-7.760	7.591	3.593	6.686	1.486	
	10	0.071	-0.024	0.038	656.196	0.075	145.682	30513.895	10.874	6.906	-8.247	7.738	3.104	7.088	1.597	
					-2292.017			28591.727	10.824	6.903	-8.240	7.847	3.118	7.020	1.241	
					9.709			-0.367	0.055	-0.011	0.163	0.229	-0.306	-0.059	-3.045	

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					11041.900			47587.200	10.374	6.983	-7.561	8.532	4.501	7.097	1.136
d	1	-0.045	-0.065	0.060	14186.953	0.079	39.292	49707.219	10.689	7.199	-7.796	8.438	4.204	7.316	1.300
	2	-0.030	-0.074	0.060	4265.565	0.079	52.174	44795.832	11.901	8.215	-8.541	9.005	3.524	8.289	1.105
	3	-0.018	-0.077	0.060	-5213.150	0.079	61.277	38793.461	12.568	8.802	-8.929	9.386	3.133	8.849	0.912
	4	-0.005	-0.079	0.060	-15993.718	0.080	70.253	28851.305	12.368	8.778	-8.675	9.467	3.399	8.836	1.016
g	5	0.003	-0.079	0.060	-22322.471	0.079	76.639	22241.369	7.659	5.048	-4.769	9.428	7.294	5.987	3.220
l	6	0.018	-0.077	0.060	30748.893	0.079	87.493	65376.902	6.555	4.104	-4.937	8.329	7.126	4.316	1.337
	7	0.028	-0.074	0.060	28936.447	0.079	94.785	60017.289	8.913	5.804	-6.744	7.893	5.318	5.833	0.582
	8	0.039	-0.069	0.060	25927.076	0.079	103.814	57053.574	9.210	5.967	-6.971	7.898	5.100	6.032	0.887
	9	0.054	-0.058	0.060	20336.242	0.079	117.401	52802.039	9.731	6.362	-7.263	8.065	4.802	6.481	1.236
	10	0.065	-0.046	0.060	13955.339	0.079	129.142	48266.895	10.383	6.873	-7.649	8.290	4.412	7.019	1.423
					11113.527			47866.002	10.351	6.969	-7.537	8.556	4.523	7.089	1.146
					-0.645			-0.582	0.222	0.207	0.311	-0.279	-0.478	0.108	-0.836
					21395.300			61786.100	10.148	6.968	-7.251	8.965	5.388	7.079	0.955
e	1	-0.063	-0.055	0.081	24768.910	0.084	25.525	61683.297	10.566	7.056	-7.829	8.602	4.854	7.101	0.796
	2	-0.049	-0.067	0.081	18467.965	0.083	38.173	62006.004	11.303	8.029	-7.925	9.338	4.714	8.062	0.725
	3	-0.038	-0.074	0.081	11654.521	0.083	47.238	61041.234	11.869	8.768	-7.974	9.950	4.660	8.792	0.644
	4	-0.026	-0.079	0.081	1392.474	0.083	56.263	53373.199	11.546	8.734	-7.476	10.206	5.160	8.804	1.109
g	5	-0.015	-0.082	0.081	-5614.588	0.083	63.574	46136.406	7.797	4.612	-4.642	10.162	7.998	6.271	4.251
l	6	-0.005	-0.083	0.081	34060.012	0.083	70.778	70855.258	7.582	4.854	-5.699	8.552	6.939	5.002	1.210
	7	0.009	-0.083	0.081	32425.227	0.083	80.728	67258.852	9.254	6.101	-6.945	8.355	5.693	6.118	0.459
	8	0.025	-0.079	0.081	30149.506	0.083	91.632	64505.941	9.464	6.174	-7.139	8.300	5.499	6.218	0.741
	9	0.039	-0.073	0.081	27782.963	0.083	102.490	62546.539	9.707	6.346	-7.287	8.348	5.346	6.412	0.919
	10	0.055	-0.063	0.081	24723.639	0.083	115.173	61460.199	10.197	6.813	-7.523	8.579	5.116	6.888	1.012
					21503.159			61879.964	10.138	6.940	-7.249	8.963	5.391	7.063	0.963
					-0.502			-0.152	0.104	0.402	0.027	0.025	-0.062	0.232	-0.837
					28755.000			71073.500	10.322	7.084	-7.432	9.195	5.741	7.148	0.638
f	1	-0.076	-0.042	0.107	30501.895	0.086	13.465	70252.648	10.703	7.232	-7.886	8.929	5.229	7.238	0.288
	2	-0.069	-0.052	0.107	28144.643	0.087	21.135	71805.945	11.072	7.735	-7.919	9.351	5.254	7.737	0.206
	3	-0.060	-0.062	0.107	26529.760	0.087	30.194	74536.953	11.208	8.143	-7.701	9.811	5.472	8.145	0.165
	4	-0.050	-0.071	0.107	25764.367	0.087	39.272	76907.859	10.536	7.932	-6.906	10.128	6.264	7.958	0.644
g	5	-0.037	-0.079	0.107	20900.215	0.087	49.236	63634.902	7.933	4.148	-5.730	9.244	7.440	5.486	3.590
l	6	-0.033	-0.080	0.107	30905.910	0.087	51.955	72870.430	7.897	5.232	-5.772	9.154	7.399	5.390	1.294
	7	-0.019	-0.085	0.107	31099.359	0.087	61.916	72898.977	10.063	6.971	-7.247	9.156	5.924	6.982	0.387
	8	0.002	-0.087	0.107	29652.326	0.087	75.485	68061.570	10.209	6.761	-7.622	8.772	5.551	6.793	0.666
	9	0.022	-0.084	0.107	29657.668	0.087	89.090	66179.063	10.353	6.688	-7.877	8.555	5.297	6.720	0.649
	10	0.041	-0.076	0.107	30147.266	0.087	102.704	69028.805	10.682	7.112	-7.963	8.830	5.213	7.127	0.466
					28593.813			70632.591	10.231	6.956	-7.392	9.165	5.777	7.058	0.698
					0.564			0.624	0.888	1.839	0.531	0.334	-0.625	1.264	-8.677
					28350.500			71835.500	10.829	7.388	-7.880	9.308	5.608	7.403	0.310
g	1	-0.080	-0.039	0.128	34878.281	0.089	10.631	86980.492	11.197	8.267	-7.542	10.195	5.955	8.276	-0.391
	2	-0.073	-0.051	0.128	26105.332	0.089	19.139	78871.281	11.166	8.321	-7.454	10.280	6.035	8.321	0.034
	3	-0.063	-0.063	0.128	24031.371	0.089	29.131	67052.016	10.557	7.199	-7.690	9.272	5.796	7.237	0.735
	4	-0.051	-0.073	0.128	30534.852	0.089	39.149	65662.102	9.713	5.989	-7.632	8.386	5.851	6.008	0.483
	5	-0.038	-0.080	0.128	38489.297	0.089	49.165	79131.313	9.698	6.489	-7.207	9.027	6.276	6.489	-0.059
	6	-0.023	-0.086	0.128	22852.748	0.089	59.194	73944.336	11.192	8.221	-7.594	10.115	5.890	8.223	0.158
	7	-0.008	-0.088	0.128	23130.813	0.089	69.227	64595.430	11.279	7.541	-8.380	9.118	5.107	7.554	0.448
	8	0.008	-0.088	0.128	25213.106	0.089	79.208	63573.801	11.384	7.333	-8.705	8.768	4.790	7.346	0.446
	9	0.023	-0.086	0.128	26705.242	0.089	89.267	65094.172	11.397	7.337	-8.711	8.774	4.778	7.358	0.562
	10	0.039	-0.080	0.128	37525.703	0.089	100.179	86678.250	10.958	7.926	-7.566	9.891	5.919	7.927	0.097
					28257.376			72152.083	10.861	7.442	-7.877	9.350	5.611	7.452	0.265
					0.330			-0.439	-0.299	-0.728	0.045	-0.450	-0.051	-0.654	17.134

		Presek IV			Span 0.3										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
cfx															
a	1	0.006	-0.074	-0.006	-17484.800	0.075	79.429	-2598.480	12.613	5.359	-11.384	5.443	-0.027	5.411	0.746
	2	0.018	-0.073	-0.006	-19153.914	0.075	88.200	-1994.299	12.422	5.790	-10.968	5.864	0.395	5.850	0.835
	3	0.030	-0.068	-0.006	-22536.457	0.075	98.229	-5549.013	12.586	5.762	-11.164	5.835	0.197	5.831	0.897
	4	0.042	-0.062	-0.006	-25015.500	0.075	108.140	-8402.169	12.941	5.698	-11.596	5.770	-0.234	5.764	0.871
	5	0.052	-0.054	-0.006	-26289.670	0.075	118.066	-10428.92	13.354	5.527	-12.132	5.636	-0.779	5.582	0.783
	6	0.060	-0.044	-0.006	-23617.777	0.075	128.007	-10420.85	13.430	4.974	-12.456	5.144	-1.102	5.025	0.714
	7	0.067	-0.033	-0.006	-10813.229	0.075	137.948	-1123.561	12.496	4.352	-11.699	4.407	-0.346	4.394	0.609
	8	0.072	-0.021	-0.006	-5653.908	0.075	147.902	6740.357	11.981	4.932	-10.905	4.985	0.448	4.965	0.573
	9	0.074	-0.008	-0.006	-9854.519	0.075	157.860	5240.392	12.111	5.433	-10.809	5.501	0.548	5.474	0.668
	10	0.075	0.006	-0.006	-15300.862	0.075	168.661	1430.321	12.275	5.710	-10.842	5.787	0.515	5.765	0.791
					-17355.541			-2510.066	12.617	5.351	-11.393	5.434	-0.031	5.403	0.741
					0.745			3.522	-0.032	0.145	-0.076	0.153	-15.07	0.157	0.720
					-20383.400			-246.975	12.849	6.009	-11.309	6.303	0.586	6.055	0.601
b	1	0.003	-0.078	0.009	-14058.068	0.078	76.771	5942.559	12.345	6.135	-10.662	6.332	1.155	6.225	1.060
	2	0.020	-0.076	0.009	-22574.981	0.078	89.175	-490.815	13.320	6.563	-11.548	6.647	0.345	6.638	0.994
	3	0.037	-0.069	0.009	-30244.391	0.078	102.841	-6817.095	14.230	6.784	-12.509	6.843	-0.602	6.816	0.657
	4	0.053	-0.058	0.009	-36993.098	0.078	116.341	-14032.66	14.878	6.627	-13.319	6.785	-1.424	6.633	0.283
g	5	0.065	-0.044	0.009	-44440.844	0.078	129.946	-33498.2	12.243	4.414	-11.413	4.457	0.480	4.431	-0.390
l	6	0.070	-0.035	0.009	-2227.452	0.078	138.101	25420.945	9.262	5.752	-7.248	7.402	4.644	5.765	-0.377
	7	0.073	-0.029	0.009	14986.984	0.078	142.631	31866.078	10.278	5.014	-8.967	5.815	2.925	5.025	0.332
	8	0.076	-0.021	0.009	1831.178	0.078	148.973	18545.211	11.324	5.388	-9.928	5.790	1.964	5.447	0.793
	9	0.078	-0.008	0.009	-7583.904	0.078	158.030	11082.192	11.973	5.846	-10.402	6.117	1.492	5.932	1.010
	10	0.078	0.003	0.009	-14017.142	0.078	166.201	5965.438	12.410	6.123	-10.742	6.329	1.155	6.222	1.105
					-20030.575			162.959	12.873	6.063	-11.317	6.307	0.573	6.110	0.614
					1.761			-251.557	-0.189	-0.889	-0.076	-0.064	2.289	-0.900	-2.135
					-2161.200			27645.300	12.265	6.880	-10.099	7.708	2.728	6.965	0.976
c	1	-0.024	-0.081	0.038	485.677	0.085	56.936	30657.250	12.630	7.233	-10.277	7.778	2.564	7.343	1.267
	2	-0.013	-0.083	0.038	-7305.016	0.084	65.477	24319.625	13.366	7.648	-10.909	7.960	1.918	7.725	1.087
	3	0.000	-0.084	0.038	-16592.217	0.084	74.511	17687.203	14.286	8.165	-11.696	8.289	1.135	8.210	0.859
	4	0.014	-0.083	0.038	-26704.877	0.084	83.497	9117.375	14.890	8.433	-12.262	8.471	0.567	8.451	0.550
g	5	0.029	-0.079	0.038	-39158.008	0.084	94.389	-11081.73	10.694	6.125	-8.761	7.354	4.062	6.132	0.293
l	6	0.047	-0.070	0.038	25490.885	0.084	107.925	54676.902	8.342	4.523	-6.884	7.582	5.940	4.714	1.328
	7	0.059	-0.060	0.038	19684.842	0.084	118.735	44576.461	10.705	5.805	-8.940	7.064	3.887	5.899	1.045
	8	0.068	-0.050	0.038	13918.698	0.084	127.751	39661.469	11.125	6.095	-9.231	7.184	3.596	6.219	1.239
	9	0.075	-0.039	0.038	7553.767	0.084	136.782	34740.418	11.675	6.514	-9.604	7.382	3.220	6.643	1.306
	10	0.080	-0.025	0.038	530.571	0.084	146.674	29601.857	12.347	7.007	-10.086	7.634	2.739	7.125	1.295
					-2069.418			27619.454	12.197	6.852	-10.034	7.684	2.794	6.939	1.013
					4.435			0.094	0.556	0.413	0.647	0.318	-2.337	0.375	-3.667
					14111.300			48152.400	11.593	6.854	-9.287	8.234	4.130	6.931	0.910
d	1	-0.050	-0.073	0.060	16573.410	0.088	39.503	50276.699	11.972	7.195	-9.511	8.221	3.826	7.276	1.084
	2	-0.033	-0.082	0.060	6020.565	0.088	52.215	44144.879	13.186	8.137	-10.346	8.738	3.075	8.180	0.836
	3	-0.020	-0.086	0.060	-4042.332	0.088	61.228	37129.566	13.976	8.708	-10.913	9.085	2.505	8.733	0.656
	4	-0.006	-0.088	0.060	-15028.487	0.088	70.290	26525.547	13.831	8.688	-10.746	9.118	2.677	8.717	0.713
g	5	0.002	-0.088	0.060	-20969.947	0.088	75.715	19270.494	8.826	5.380	-6.647	8.910	6.772	5.798	2.160
l	6	0.019	-0.086	0.060	35201.598	0.088	86.598	69355.547	8.101	4.457	-6.638	8.222	6.784	4.648	1.320
	7	0.031	-0.083	0.060	32498.522	0.088	94.775	61018.398	10.176	5.666	-8.442	7.561	4.980	5.690	0.528
	8	0.044	-0.077	0.060	29404.531	0.088	103.804	57691.922	10.488	5.821	-8.700	7.531	4.724	5.866	0.727
	9	0.060	-0.064	0.060	23543.809	0.088	117.401	53296.117	11.014	6.255	-9.008	7.723	4.411	6.340	1.035
	10	0.072	-0.051	0.060	16659.227	0.088	129.198	48919.742	11.718	6.880	-9.420	8.042	4.001	6.976	1.157
					14234.393			48285.609	11.648	6.892	-9.332	8.233	4.082	6.964	0.901
					-0.865			-0.276	-0.478	-0.550	-0.478	0.014	1.162	-0.468	0.971
					24826.300			61881.600	11.288	6.805	-8.920	8.589	4.960	6.898	0.760
e	1	-0.068	-0.061	0.080	27345.148	0.091	25.542	62273.203	11.734	7.054	-9.361	8.368	4.463	7.078	0.588
	2	-0.053	-0.074	0.080	20895.920	0.091	38.688	61044.668	12.588	7.952	-9.748	8.973	4.132	7.966	0.473
	3	-0.041	-0.082	0.080	13394.495	0.091	47.740	58388.270	13.141	8.619	-9.912	9.498	3.968	8.629	0.408
	4	-0.027	-0.087	0.080	3017.773	0.091	56.795	49476.781	12.526	8.385	-9.271	9.630	4.617	8.447	1.029
g	5	-0.019	-0.089	0.080	-2620.890	0.091	62.250	48748.332	8.079	4.250	-5.609	10.109	8.277	5.814	3.969
l	6	-0.008	-0.091	0.080	37770.516	0.091	69.478	73540.461	8.960	5.085	-7.262	8.447	6.620	5.249	1.304

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	7	0.010	-0.091	0.080	35658.629	0.091	80.359	67750.953	10.506	6.027	-8.606	8.020	5.283	6.037	0.340
	8	0.027	-0.087	0.080	33360.898	0.091	91.245	64581.574	10.703	6.050	-8.818	7.912	5.067	6.077	0.566
	9	0.043	-0.081	0.080	30957.961	0.091	102.088	62669.895	10.963	6.248	-8.983	7.972	4.900	6.289	0.723
	10	0.060	-0.069	0.080	27505.309	0.091	115.666	61648.984	11.512	6.810	-9.250	8.271	4.632	6.854	0.770
					24952.452			61888.034	11.341	6.835	-8.969	8.574	4.910	6.922	0.749
					-0.506			-0.010	-0.466	-0.444	-0.547	0.174	1.024	-0.350	1.414
					31744.800			71166.500	11.427	6.918	-8.995	8.875	5.338	7.034	0.536
f	1	-0.082	-0.046	0.104	32588.988	0.095	13.826	69677.969	12.220	7.286	-9.814	8.622	4.610	7.286	0.045
	2	-0.075	-0.057	0.104	30825.695	0.094	21.657	70804.234	12.352	7.656	-9.695	8.951	4.639	7.656	-0.045
	3	-0.065	-0.068	0.104	29387.404	0.094	30.711	72733.258	12.402	7.974	-9.501	9.324	4.832	7.974	-0.120
	4	-0.053	-0.078	0.104	29081.670	0.094	39.772	75227.625	11.301	7.547	-8.393	9.620	5.937	7.569	0.583
g	5	-0.043	-0.084	0.104	21447.516	0.094	47.019	71550.266	8.663	3.315	-6.278	10.023	8.052	5.969	4.964
l	6	-0.039	-0.086	0.104	32673.473	0.094	49.736	73192.961	9.323	5.498	-7.379	8.987	6.951	5.697	1.494
	7	-0.019	-0.092	0.104	35210.117	0.094	62.408	73784.984	11.131	6.825	-8.790	8.795	5.541	6.830	0.265
	8	0.003	-0.094	0.104	32881.641	0.094	76.006	68476.406	11.358	6.674	-9.176	8.448	5.155	6.694	0.517
	9	0.025	-0.091	0.104	32022.023	0.094	89.546	66303.867	11.657	6.721	-9.512	8.285	4.826	6.739	0.489
	10	0.046	-0.083	0.104	32794.332	0.094	103.162	69377.680	12.016	7.162	-9.650	8.560	4.686	7.165	0.195
					31662.848			70847.099	11.400	6.857	-8.995	8.848	5.343	6.992	0.570
					0.259			0.451	0.234	0.877	0.008	0.299	-0.092	0.604	-5.942
					31989.500			71087.000	11.985	7.190	-9.572	8.832	5.074	7.201	0.132
g	1	-0.086	-0.043	0.128	54845.297	0.097	11.453	87828.438	12.256	6.712	-10.229	8.108	4.490	6.752	-0.734
	2	-0.078	-0.056	0.128	29645.498	0.096	20.064	76588.406	11.611	7.676	-8.726	9.698	5.924	7.676	0.064
	3	-0.067	-0.069	0.128	28307.824	0.096	30.029	61847.902	11.109	6.089	-9.247	8.187	5.395	6.160	0.935
	4	-0.054	-0.080	0.128	34665.422	0.096	39.986	69683.164	11.561	6.608	-9.486	8.380	5.153	6.608	0.102
	5	-0.040	-0.088	0.128	39083.094	0.096	49.950	76800.883	11.153	6.608	-8.985	8.697	5.654	6.608	0.067
	6	-0.024	-0.093	0.128	31295.951	0.096	59.921	78811.820	11.942	7.918	-8.944	9.756	5.697	7.919	-0.079
	7	-0.007	-0.096	0.128	26680.381	0.096	69.890	66580.664	12.498	7.592	-9.925	8.944	4.717	7.600	0.338
	8	0.009	-0.096	0.128	27906.863	0.096	79.877	65755.930	12.733	7.527	-10.270	8.708	4.374	7.532	0.263
	9	0.026	-0.093	0.128	28222.588	0.096	89.793	66363.375	12.823	7.602	-10.329	8.743	4.317	7.605	0.182
	10	0.043	-0.086	0.128	29544.822	0.096	100.697	64896.109	12.613	7.204	-10.345	8.398	4.298	7.218	-0.440
					31887.738			71575.202	12.021	7.266	-9.558	8.899	5.089	7.275	0.099
					0.319			-0.682	-0.298	-1.047	0.146	-0.752	-0.305	-1.014	33.943

		Presek V			Span 0.4										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-18023.700			-2789.320	14.151	5.464	-13.039	5.509	-0.025	5.485	0.469
a	1	0.007	-0.085	-0.006	-16267.203	0.085	79.217	844.114	13.765	5.818	-12.464	5.858	0.431	5.843	0.539
	2	0.020	-0.083	-0.006	-20262.395	0.086	88.066	-2566.796	14.006	5.918	-12.690	5.956	0.328	5.947	0.581
	3	0.035	-0.078	-0.006	-23497.365	0.086	97.976	-6185.948	14.128	5.859	-12.855	5.891	0.172	5.889	0.594
	4	0.048	-0.071	-0.006	-25728.408	0.086	108.046	-9144.195	14.416	5.737	-13.233	5.765	-0.207	5.761	0.526
	5	0.059	-0.062	-0.006	-26440.174	0.086	117.933	-10928.156	14.733	5.509	-13.661	5.562	-0.646	5.524	0.399
	6	0.069	-0.051	-0.006	-23368.115	0.086	127.920	-9957.030	14.855	5.087	-13.954	5.186	-0.942	5.099	0.351
	7	0.077	-0.038	-0.006	-12343.549	0.086	137.884	-1829.775	14.180	4.559	-13.424	4.591	-0.412	4.573	0.352
	8	0.082	-0.024	-0.006	-5301.746	0.086	147.854	7500.794	13.570	5.036	-12.597	5.067	0.415	5.050	0.373
	9	0.085	-0.010	-0.006	-10056.196	0.086	157.822	5683.885	13.703	5.574	-12.511	5.617	0.501	5.595	0.477
	10	0.085	0.007	-0.006	-16116.878	0.086	168.703	1167.212	13.869	5.845	-12.569	5.888	0.446	5.871	0.552
					-17896.058			-2692.474	14.149	5.458	-13.040	5.502	-0.030	5.478	0.465
					0.713			3.597	0.010	0.121	-0.012	0.119	-17.548	0.127	0.931
					-22064.100			-1602.030	14.451	6.084	-13.068	6.352	0.475	6.108	0.395
b	1	0.003	-0.089	0.011	-14352.999	0.089	75.845	7309.824	14.075	6.446	-12.484	6.589	1.059	6.503	0.862
	2	0.022	-0.086	0.011	-24083.106	0.089	88.684	-1366.690	14.939	6.708	-13.338	6.746	0.208	6.743	0.682
	3	0.042	-0.079	0.011	-32147.027	0.089	102.296	-8861.737	15.835	6.780	-14.313	6.831	-0.769	6.788	0.313
	4	0.064	-0.062	0.011	-38400.430	0.089	120.389	-19382.066	16.172	5.991	-15.028	6.173	-1.485	5.992	-0.097
g	5	0.076	-0.047	0.011	-37565.406	0.089	132.166	-28811.965	12.774	3.810	-12.190	4.053	1.349	3.822	-0.302
l	6	0.081	-0.036	0.011	-18053.568	0.089	140.319	7073.927	10.571	5.384	-9.089	6.993	4.449	5.396	0.364
	7	0.084	-0.030	0.011	13865.465	0.089	144.849	34428.281	12.107	5.730	-10.661	6.420	2.877	5.739	0.333
	8	0.087	-0.019	0.011	-944.089	0.089	152.098	18022.422	13.122	5.846	-11.725	6.167	1.814	5.894	0.754
	9	0.089	-0.010	0.011	-7106.203	0.089	157.538	12713.469	13.513	6.067	-12.051	6.304	1.492	6.125	0.838
	10	0.089	0.002	0.011	-14470.255	0.089	165.697	6622.966	13.981	6.344	-12.431	6.502	1.110	6.407	0.894
					-21879.720			-1519.854	14.482	6.116	-13.098	6.341	0.445	6.141	0.406
					0.843			5.407	-0.215	-0.521	-0.229	0.177	6.881	-0.532	-2.831

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	Wz	Wu	c	Cu	Wm=Cm	Wf
					-1786.930			27122.200	13.645	6.807	-11.784	7.584	2.495	6.881	0.806
c	1	-0.026	-0.090	0.039	-191.418	0.094	58.042	29764.940	14.117	7.342	-12.020	7.750	2.273	7.410	0.999
	2	-0.013	-0.093	0.039	-7940.584	0.094	66.138	23406.709	14.822	7.708	-12.638	7.924	1.641	7.752	0.829
	3	0.002	-0.094	0.039	-18261.141	0.094	75.184	15151.505	15.660	8.105	-13.389	8.177	0.891	8.128	0.606
	4	0.016	-0.093	0.039	-29267.943	0.094	84.272	5386.179	16.307	8.325	-14.023	8.334	0.254	8.330	0.292
g	5	0.034	-0.088	0.039	-43240.734	0.094	95.150	-16965.963	11.194	5.602	-9.694	7.236	4.585	5.602	0.058
l	6	0.052	-0.078	0.039	29178.315	0.094	107.848	59532.856	9.241	4.282	-8.027	7.746	6.248	4.580	1.625
	7	0.066	-0.067	0.039	22787.051	0.094	118.695	45642.320	12.053	5.618	-10.627	6.768	3.652	5.698	0.956
	8	0.076	-0.056	0.039	15964.378	0.094	127.777	39985.156	12.540	6.001	-10.962	6.939	3.313	6.097	1.081
	9	0.083	-0.043	0.039	8511.688	0.094	136.836	34641.465	13.125	6.523	-11.343	7.237	2.936	6.615	1.100
	10	0.090	-0.027	0.039	242.057	0.094	147.679	29133.223	13.903	7.151	-11.884	7.610	2.394	7.224	1.025
					-1893.192			26813.363	13.515	6.761	-11.662	7.560	2.617	6.833	0.838
					-5.613			1.152	0.966	0.676	1.042	0.317	-4.671	0.707	-3.915
					16809.700			49383.100	12.902	6.804	-10.920	8.049	3.847	6.861	0.735
d	1	-0.055	-0.080	0.060	18639.203	0.097	40.072	50744.789	13.428	7.198	-11.311	8.022	3.446	7.245	0.825
	2	-0.043	-0.087	0.060	11340.757	0.097	48.233	45910.520	14.088	7.727	-11.766	8.321	3.009	7.758	0.699
	3	-0.028	-0.093	0.060	1430.560	0.097	57.508	39750.801	14.935	8.402	-12.338	8.763	2.429	8.420	0.559
	4	-0.013	-0.096	0.060	-10311.342	0.097	66.712	30133.486	15.459	8.760	-12.735	9.006	2.034	8.773	0.474
g	5	0.001	-0.097	0.060	-21231.205	0.097	74.992	18201.959	10.710	6.130	-8.674	8.749	6.089	6.283	1.380
l	6	0.018	-0.095	0.060	39162.727	0.097	85.089	76619.250	8.845	4.272	-7.529	8.605	7.240	4.651	1.841
	7	0.035	-0.091	0.060	35477.379	0.097	95.249	61772.082	11.565	5.568	-10.129	7.260	4.639	5.587	0.454
	8	0.049	-0.084	0.060	32038.484	0.097	104.524	58424.781	11.919	5.795	-10.412	7.274	4.360	5.822	0.568
	9	0.068	-0.070	0.060	25849.615	0.097	118.287	54152.391	12.432	6.286	-10.695	7.533	4.068	6.340	0.826
	10	0.081	-0.053	0.060	17746.559	0.098	130.958	48986.086	13.360	7.019	-11.338	7.913	3.550	7.073	0.868
					17043.512			49535.670	12.856	6.764	-10.890	8.033	3.887	6.824	0.758
					-1.372			-0.308	0.357	0.600	0.278	0.205	-1.047	0.549	-3.015
					27564.400			62515.300	12.564	6.766	-10.536	8.336	4.598	6.826	0.580
e	1	-0.073	-0.067	0.078	29034.207	0.099	26.992	62009.461	13.000	7.031	-10.929	8.131	4.063	7.044	0.426
	2	-0.063	-0.077	0.078	25680.258	0.100	34.942	61159.012	13.539	7.493	-11.274	8.433	3.856	7.501	0.348
	3	-0.050	-0.086	0.078	19154.920	0.100	43.955	59100.559	14.177	8.204	-11.560	8.949	3.567	8.208	0.250
	4	-0.036	-0.093	0.078	8959.420	0.100	52.992	52066.207	14.351	8.553	-11.521	9.293	3.608	8.563	0.419
g	5	-0.023	-0.097	0.078	-1183.321	0.100	61.086	46540.891	10.343	6.093	-7.999	9.675	7.127	6.549	2.399
l	6	-0.010	-0.099	0.078	40971.668	0.100	68.341	77030.945	10.029	5.031	-8.511	8.482	6.619	5.308	1.694
	7	0.010	-0.099	0.078	38481.512	0.100	80.072	68362.711	11.836	5.975	-10.221	7.739	4.915	5.981	0.268
	8	0.029	-0.095	0.078	36015.883	0.100	90.899	65217.156	12.083	6.049	-10.455	7.652	4.673	6.060	0.363
	9	0.049	-0.087	0.078	33142.008	0.100	103.553	63134.590	12.366	6.296	-10.636	7.755	4.497	6.319	0.536
	10	0.067	-0.074	0.078	29456.828	0.100	116.196	61723.238	12.903	6.837	-10.936	8.042	4.198	6.860	0.558
					27829.976			62358.574	12.586	6.763	-10.568	8.288	4.556	6.816	0.582
					-0.954			0.251	-0.170	0.035	-0.310	0.580	0.940	0.139	-0.353
					34519.400			71770.300	12.687	6.934	-10.568	8.618	4.933	7.003	0.336
f	1	-0.088	-0.051	0.102	33721.949	0.101	14.436	68699.266	13.289	7.246	-11.140	8.375	4.199	7.246	-0.102
	2	-0.080	-0.063	0.102	32804.859	0.102	22.670	69688.500	13.606	7.518	-11.350	8.595	4.164	7.521	-0.214
	3	-0.069	-0.075	0.102	31585.391	0.102	31.703	71297.672	13.568	7.770	-11.123	8.924	4.381	7.776	-0.282
	4	-0.056	-0.085	0.102	31880.484	0.102	40.773	75699.406	12.049	7.264	-9.598	9.374	5.900	7.285	0.550
g	5	-0.048	-0.090	0.102	22911.012	0.102	46.207	90332.133	8.748	3.440	-5.863	11.618	9.635	6.494	5.508
l	6	-0.045	-0.092	0.102	34045.375	0.102	48.019	79555.188	9.228	4.956	-7.563	9.536	7.935	5.288	1.845
	7	-0.019	-0.100	0.102	38181.523	0.102	63.416	73806.805	12.411	6.750	-10.415	8.451	5.085	6.751	0.141
	8	0.005	-0.102	0.102	35239.094	0.102	76.967	69136.203	12.681	6.721	-10.749	8.239	4.754	6.731	0.366
	9	0.029	-0.098	0.102	33867.090	0.102	90.614	66604.477	13.024	6.799	-11.108	8.101	4.397	6.806	0.309
	10	0.051	-0.088	0.102	34737.125	0.102	104.180	69098.398	13.386	7.164	-11.313	8.300	4.192	7.164	0.018
					34023.817			71875.081	12.479	6.772	-10.384	8.681	5.111	6.901	0.451
					1.457			-0.146	1.667	2.401	1.765	-0.726	-3.497	1.489	-25.44
					34509.900			71234.400	13.155	7.085	-11.072	8.556	4.727	7.092	0.113
g	1	-0.092	-0.048	0.128	63222.582	0.105	12.641	88939.688	12.744	5.594	-11.452	7.132	4.423	5.595	-0.094
	2	-0.083	-0.062	0.128	34195.965	0.104	21.119	74668.531	11.932	6.743	-9.852	9.002	5.949	6.751	0.347
	3	-0.071	-0.076	0.128	32900.781	0.104	31.126	63792.902	12.470	6.092	-10.863	7.861	4.933	6.123	0.616
	4	-0.057	-0.087	0.128	36499.992	0.104	41.136	70634.406	12.931	6.760	-11.024	8.273	4.770	6.760	0.049
	5	-0.041	-0.096	0.128	40308.902	0.104	51.172	76163.992	12.670	6.782	-10.702	8.480	5.092	6.782	-0.002
	6	-0.023	-0.101	0.128	35473.484	0.104	61.207	78919.063	13.205	7.788	-10.665	9.326	5.130	7.789	-0.114
	7	-0.006	-0.104	0.128	29307.385	0.104	71.200	68673.508	13.870	7.768	-11.493	8.883	4.306	7.771	0.218
	8	0.013	-0.103	0.128	28983.602	0.104	81.245	66913.578	14.140	7.762	-11.821	8.721	3.974	7.763	0.116
	9	0.030	-0.099	0.128	27875.674	0.104	91.243	64743.027	14.142	7.657	-11.898	8.594	3.910	7.657	-0.045
	10	0.049	-0.092	0.128	29543.912	0.104	102.182	55925.895	13.518	6.172	-12.030	7.232	3.765	6.173	0.120
					34430.156			71083.779	13.157	7.076	-11.078	8.545	4.724	7.080	0.117
					0.232			0.212	-0.013	0.126	-0.053	0.129	0.079	0.168	-3.266

		Presek VI			Span 0.5										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	W _z	W _u	C	C _u	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-18571.800			-2505.830	15.727	5.632	-14.676	5.656	-0.022	5.639	0.269
a	1	0.007	-0.096	-0.006	-17189.242	0.097	78.480	1480.520	15.554	6.094	-14.308	6.115	0.389	6.103	0.335
	2	0.022	-0.094	-0.006	-21239.219	0.096	87.397	-2189.964	15.608	6.159	-14.339	6.179	0.313	6.171	0.384
	3	0.038	-0.089	-0.006	-24543.592	0.097	97.345	-6120.712	15.713	6.063	-14.496	6.077	0.157	6.075	0.384
	4	0.053	-0.081	-0.006	-26513.148	0.097	107.226	-9366.329	15.914	5.853	-14.800	5.863	-0.146	5.861	0.309
	5	0.066	-0.071	-0.006	-26586.299	0.097	117.203	-10949.53	16.182	5.566	-15.206	5.596	-0.545	5.569	0.189
	6	0.077	-0.058	-0.006	-23495.703	0.096	127.097	-9778.748	16.273	5.180	-15.428	5.239	-0.778	5.181	0.120
	7	0.086	-0.044	-0.006	-13992.763	0.096	137.031	-2459.063	15.855	4.784	-15.116	4.810	-0.467	4.787	0.165
	8	0.092	-0.029	-0.006	-5012.292	0.096	146.946	8209.972	15.208	5.134	-14.314	5.150	0.334	5.139	0.220
	9	0.096	-0.012	-0.006	-9985.614	0.096	156.880	6642.996	15.327	5.749	-14.206	5.774	0.443	5.757	0.294
	10	0.096	0.006	-0.006	-16716.109	0.097	167.693	1802.153	15.513	6.070	-14.277	6.091	0.377	6.080	0.347
					-18460.359			-2447.276	15.728	5.621	-14.680	5.646	-0.025	5.628	0.267
					0.604			2.393	-0.005	0.183	-0.025	0.173	-11.068	0.184	0.931
					-23506.500			-2494.900	15.985	6.135	-14.718	6.418	0.427	6.150	0.289
b	1	0.006	-0.100	0.013	-17086.838	0.100	77.510	6251.639	15.819	6.754	-14.297	6.840	0.848	6.786	0.658
	2	0.027	-0.096	0.013	-27014.773	0.100	89.967	-2874.491	16.696	6.940	-15.181	6.956	-0.040	6.955	0.454
	3	0.048	-0.087	0.013	-34860.457	0.100	103.332	-11569.48	17.454	6.764	-16.093	6.831	-0.954	6.764	0.082
	4	0.073	-0.068	0.013	-37768.523	0.100	121.172	-20766.62	17.501	5.660	-16.564	5.838	-1.423	5.662	-0.147
g	5	0.087	-0.049	0.013	-30567.293	0.100	134.518	-21784.30	13.448	3.490	-12.987	4.101	2.150	3.492	-0.125
l	6	0.093	-0.037	0.013	-41034.742	0.100	142.535	-6971.559	15.177	7.894	-12.959	8.193	2.179	7.898	0.260
	7	0.096	-0.028	0.013	8540.847	0.100	147.881	30254.242	14.182	6.140	-12.774	6.599	2.363	6.162	0.509
	8	0.098	-0.021	0.013	-654.199	0.100	152.334	20449.188	14.742	6.220	-13.349	6.506	1.789	6.255	0.660
	9	0.099	-0.013	0.013	-6624.059	0.100	156.781	15088.652	15.098	6.392	-13.663	6.598	1.477	6.431	0.707
	10	0.100	0.003	0.013	-15680.154	0.100	165.700	7355.242	15.654	6.679	-14.140	6.795	0.999	6.721	0.743
					-24658.717			-3662.458	16.158	6.238	-14.869	6.423	0.271	6.252	0.278
					-4.673			-31.879	-1.072	-1.659	-1.016	-0.078	57.600	-1.639	3.753
					-1840.040			26743.000	15.031	6.758	-13.390	7.949	3.600	6.825	0.670
c	1	-0.028	-0.100	0.039	-425.300	0.104	58.936	29815.027	15.744	7.490	-13.829	7.788	1.976	7.533	0.806
	2	-0.013	-0.103	0.039	-8944.913	0.103	66.920	22628.732	16.322	7.807	-14.323	7.955	1.384	7.834	0.654
	3	0.003	-0.103	0.039	-19967.318	0.103	75.937	13242.106	17.156	8.126	-15.105	8.160	0.602	8.138	0.427
	4	0.019	-0.102	0.039	-32495.066	0.103	84.991	927.230	17.754	8.184	-15.755	8.186	-0.050	8.186	0.153
g	5	0.038	-0.096	0.039	-45669.848	0.103	95.831	-21319.67	12.732	5.467	-11.501	6.897	4.208	5.467	0.080
l	6	0.057	-0.086	0.039	32806.680	0.103	107.565	76165.625	8.588	3.560	-7.477	9.255	8.237	4.233	2.292
	7	0.072	-0.074	0.039	26051.291	0.104	118.354	47540.309	13.389	5.480	-12.198	6.554	3.519	5.532	0.760
	8	0.083	-0.062	0.039	18346.129	0.103	127.443	41226.047	14.040	5.994	-12.679	6.770	3.034	6.052	0.838
	9	0.091	-0.048	0.039	9729.801	0.103	136.431	35468.539	14.629	6.604	-13.025	7.181	2.682	6.662	0.877
	10	0.099	-0.029	0.039	189.825	0.103	148.201	29665.506	15.441	7.340	-13.564	7.689	2.143	7.384	0.804
					-1613.193			27388.026	14.848	6.711	-13.203	7.575	2.511	6.789	0.721
					14.062			-2.355	1.230	0.702	1.410	4.940	43.357	0.534	-7.141
					18484.500			50308.600	14.271	6.816	-12.502	7.949	3.600	6.868	0.577
d	1	-0.058	-0.089	0.060	20317.074	0.107	40.812	51298.129	15.028	7.244	-13.155	7.883	3.051	7.269	0.596
	2	-0.045	-0.096	0.060	11928.572	0.106	49.171	45790.828	15.517	7.773	-13.424	8.239	2.680	7.791	0.532
	3	-0.029	-0.102	0.060	1536.015	0.106	58.231	39001.352	16.344	8.404	-14.016	8.668	2.085	8.413	0.398
	4	-0.013	-0.105	0.060	-10785.374	0.106	67.284	28818.447	16.796	8.728	-14.351	8.907	1.750	8.733	0.319
g	5	0.002	-0.106	0.060	-23316.121	0.106	75.414	17349.248	11.742	6.248	-9.893	8.861	6.207	6.325	0.987
l	6	0.019	-0.104	0.060	41648.668	0.106	84.460	82075.617	9.956	4.330	-8.650	8.941	7.455	4.938	2.374
	7	0.035	-0.100	0.060	38699.414	0.106	93.575	63916.059	12.833	5.479	-11.601	7.100	4.507	5.491	0.368
	8	0.050	-0.093	0.060	35258.844	0.106	102.591	60331.270	13.354	5.797	-12.029	7.090	4.073	5.805	0.299
	9	0.071	-0.079	0.060	29258.525	0.106	116.200	56294.305	13.789	6.263	-12.279	7.360	3.826	6.288	0.558
	10	0.088	-0.059	0.060	20121.588	0.106	130.691	50918.379	14.619	7.089	-12.770	7.858	3.329	7.118	0.645
					18701.301			50479.648	14.232	6.789	-12.471	7.935	3.638	6.842	0.588
					-1.159			-0.339	0.270	0.395	0.249	0.175	-1.042	0.376	-1.793
					29288.600			62829.700	13.938	6.792	-12.134	8.162	4.248	6.836	0.422
e	1	-0.078	-0.075	0.077	30426.490	0.107	28.354	62056.922	14.381	7.050	-12.537	7.963	3.694	7.055	0.276
	2	-0.066	-0.085	0.077	26704.293	0.108	36.343	60574.340	14.924	7.475	-12.916	8.240	3.462	7.478	0.204
	3	-0.052	-0.094	0.077	19672.199	0.108	45.429	57890.445	15.537	8.164	-13.219	8.755	3.159	8.165	0.125
	4	-0.036	-0.102	0.077	8581.247	0.108	54.532	50100.754	15.759	8.558	-13.236	9.123	3.148	8.563	0.266
g	5	-0.023	-0.105	0.077	-2062.248	0.108	61.756	46457.680	11.242	6.347	-9.113	9.802	7.271	6.579	1.731
l	6	-0.013	-0.107	0.077	43916.430	0.108	67.227	91007.586	9.470	4.187	-8.052	9.708	8.334	4.990	2.718

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
		7	0.012	-0.107	0.077	40482.184	0.108	80.822	68609.578	13.256	5.975	-11.836	7.508	4.547	5.977	0.138
		8	0.032	-0.103	0.077	37961.883	0.108	91.678	65992.758	13.555	6.143	-12.082	7.497	4.295	6.145	0.163
		9	0.054	-0.093	0.077	34985.879	0.108	104.367	63815.398	13.832	6.384	-12.269	7.601	4.113	6.393	0.339
		10	0.075	-0.078	0.077	30897.164	0.108	117.943	61877.793	14.356	6.898	-12.587	7.880	3.795	6.907	0.359
						29726.771			63728.422	13.796	6.699	-12.004	8.215	4.370	6.778	0.492
						-1.474			-1.410	1.025	1.383	1.082	-0.643	-2.796	0.860	-14.21
						36527.100			72083.400	13.991	6.936	-12.108	8.410	4.568	6.989	0.198
f	1	-0.093	-0.059	0.099	35271.520	0.109	16.550	68106.250	14.647	7.180	-12.766	8.113	3.769	7.185	-0.253	
	2	-0.084	-0.071	0.099	34296.484	0.110	24.687	68826.000	14.905	7.420	-12.933	8.321	3.752	7.427	-0.329	
	3	-0.071	-0.083	0.099	33115.422	0.110	33.716	70299.656	14.805	7.644	-12.675	8.635	4.000	7.652	-0.355	
	4	-0.057	-0.094	0.099	34346.285	0.110	42.771	78049.750	12.439	6.856	-10.355	9.352	6.319	6.893	0.716	
g	5	-0.051	-0.097	0.099	22301.969	0.110	46.395	103006.8	9.283	4.546	-6.103	12.673	10.571	6.991	5.311	
l	6	-0.048	-0.099	0.099	37584.715	0.110	48.207	81444.852	11.830	6.020	-9.903	9.367	6.771	6.473	2.377	
	7	-0.025	-0.107	0.099	41363.027	0.110	60.911	75256.375	13.609	6.687	-11.855	8.244	4.823	6.688	0.071	
	8	0.000	-0.110	0.099	37932.309	0.110	74.476	70787.000	13.989	6.789	-12.235	8.115	4.444	6.790	0.127	
	9	0.026	-0.107	0.099	35649.973	0.110	88.071	67344.805	14.301	6.825	-12.570	7.968	4.109	6.828	0.196	
	10	0.058	-0.093	0.099	35974.039	0.110	106.169	68428.898	14.733	7.122	-12.899	8.063	3.780	7.124	-0.170	
						36250.475			72185.461	13.904	6.885	-12.014	8.450	4.657	6.974	0.301
						0.763			-0.141	0.623	0.732	0.782	-0.480	-1.914	0.210	-34.212
						36084.000			71276.900	14.369	7.038	-12.515	8.374	4.439	7.048	0.166
g	1	-0.097	-0.055	0.128	62685.277	0.112	14.503	87196.898	13.329	5.061	-12.314	6.940	4.690	5.112	0.724	
	2	-0.087	-0.070	0.128	36834.320	0.112	23.051	74307.477	12.908	6.407	-11.181	8.660	5.771	6.456	0.798	
	3	-0.074	-0.084	0.128	36063.102	0.112	33.011	68383.023	14.216	6.720	-12.530	8.046	4.425	6.723	0.203	
	4	-0.058	-0.095	0.128	38003.250	0.112	42.993	71553.875	14.325	6.920	-12.545	8.203	4.406	6.920	-0.012	
	5	-0.041	-0.104	0.128	41221.145	0.112	52.960	76008.695	14.166	6.960	-12.339	8.348	4.610	6.961	-0.046	
	6	-0.022	-0.109	0.128	39143.285	0.112	62.952	80095.086	14.493	7.744	-12.256	9.059	4.699	7.745	-0.131	
	7	-0.003	-0.112	0.128	30354.158	0.112	72.877	69596.430	15.265	7.956	-13.029	8.870	3.921	7.957	0.104	
	8	0.017	-0.110	0.128	29006.879	0.112	82.841	66463.484	15.462	7.867	-13.316	8.667	3.638	7.867	-0.019	
	9	0.036	-0.106	0.128	26313.227	0.112	92.826	60595.668	15.186	7.419	-13.260	8.289	3.696	7.419	-0.025	
	10	0.055	-0.097	0.128	32177.186	0.112	103.691	56919.902	14.177	5.662	-12.976	6.983	3.975	5.736	0.919	
						35798.000			71058.540	14.369	7.037	-12.510	8.381	4.445	7.053	0.215
						0.799			0.307	-0.006	0.006	0.037	-0.077	-0.129	-0.060	-22.538

		Presek VII			Span 0.6										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _u	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-19257.200			-1680.770	17.345	5.900	-16.304	5.914	-0.030	5.902	0.121
a	1	0.006	-0.107	-0.006	-18202.875	0.107	77.719	2095.530	17.250	6.373	-16.030	6.379	0.261	6.374	0.079
	2	0.023	-0.105	-0.006	-22138.272	0.107	86.561	-970.762	17.258	6.506	-15.992	6.515	0.288	6.508	0.173
	3	0.041	-0.099	-0.006	-25521.037	0.107	96.527	-4858.699	17.342	6.430	-16.109	6.437	0.167	6.435	0.239
	4	0.057	-0.091	-0.006	-27341.133	0.107	106.498	-8239.171	17.527	6.182	-16.407	6.187	-0.128	6.186	0.221
	5	0.072	-0.079	-0.006	-27192.998	0.107	116.425	-10170.94	17.738	5.821	-16.759	5.842	-0.485	5.822	0.123
	6	0.085	-0.066	-0.006	-23480.873	0.107	126.436	-8828.015	17.772	5.378	-16.945	5.420	-0.668	5.379	0.028
	7	0.095	-0.050	-0.006	-14585.210	0.107	136.380	-1955.911	17.439	5.014	-16.704	5.032	-0.432	5.014	0.024
	8	0.102	-0.033	-0.006	-5360.092	0.107	146.348	8788.019	16.861	5.319	-16.001	5.327	0.271	5.320	0.083
	9	0.106	-0.015	-0.006	-10483.677	0.107	156.327	7419.785	16.997	5.979	-15.913	5.991	0.360	5.980	0.096
	10	0.107	0.005	-0.006	-17898.262	0.107	167.192	2513.244	17.203	6.388	-15.976	6.397	0.299	6.390	0.123
					-19097.961			-1578.154	17.345	5.890	-16.308	5.905	-0.032	5.892	0.117
					0.834			6.502	-0.002	0.171	-0.024	0.164	-7.434	0.173	3.699
					-24494.600			-2482.620	17.604	6.298	-16.395	6.559	0.314	6.311	0.299
b	1	0.001	-0.110	0.016	-16338.113	0.111	75.121	8998.111	17.432	7.047	-15.936	7.128	0.905	7.070	0.575
	2	0.034	-0.105	0.016	-30524.063	0.110	92.216	-4855.436	18.506	7.157	-17.071	7.174	-0.361	7.165	0.337
	3	0.065	-0.089	0.016	-38696.891	0.110	110.339	-17176.3	19.130	6.437	-18.019	6.569	-1.313	6.437	-0.048
	4	0.084	-0.071	0.016	-36432.356	0.110	123.939	-21132.98	18.784	5.383	-18.001	5.537	-1.295	5.383	-0.019
g	5	0.097	-0.051	0.016	-26280.934	0.110	136.459	-16886.67	14.542	3.477	-14.118	4.341	2.585	3.487	0.270
l	6	0.102	-0.040	0.016	-45464.758	0.110	142.943	-19947.38	15.353	6.321	-13.979	6.909	2.723	6.350	0.608
	7	0.106	-0.030	0.016	7908.189	0.110	148.378	32088.906	15.900	6.575	-14.468	6.964	2.234	6.595	0.521
	8	0.108	-0.022	0.016	-1874.800	0.110	152.911	21537.580	16.447	6.623	-15.045	6.853	1.658	6.649	0.588
	9	0.109	-0.011	0.016	-9200.698	0.110	158.333	14942.974	16.866	6.811	-15.423	6.958	1.285	6.838	0.615
	10	0.110	0.001	0.016	-16122.998	0.110	164.709	8786.033	17.266	6.978	-15.788	7.067	0.921	7.007	0.635
					-25635.534			-4015.005	17.713	6.326	-16.514	6.523	0.206	6.338	0.293
					-4.451			-38.166	-0.615	-0.450	-0.722	0.544	52.298	-0.433	1.935

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					-2790.860			26025.700	16.483	6.783	-14.992	7.548	2.134	6.840	0.552	
c	1	-0.028	-0.109	0.040	-926.466	0.113	59.943	29622.094	17.209	7.612	-15.423	7.827	1.686	7.643	0.695	
	2	-0.012	-0.112	0.040	-10355.013	0.113	67.905	21502.928	17.892	7.900	-16.047	7.991	1.079	7.917	0.532	
	3	0.005	-0.113	0.040	-22147.742	0.113	76.951	11086.571	18.692	8.153	-16.818	8.164	0.305	8.158	0.305	
	4	0.023	-0.110	0.040	-35264.238	0.113	85.997	-2777.917	19.226	8.064	-17.459	8.071	-0.330	8.065	0.120	
g	5	0.043	-0.104	0.040	-48116.863	0.113	96.786	-25240.61	17.029	6.429	-15.776	6.574	1.352	6.433	0.203	
l	6	0.064	-0.093	0.040	35132.973	0.113	108.537	87784.086	8.771	3.312	-7.747	10.235	9.378	4.110	2.434	
	7	0.079	-0.081	0.040	28698.492	0.113	118.464	49450.137	14.715	5.425	-13.678	6.444	3.452	5.442	0.425	
	8	0.090	-0.067	0.040	20153.961	0.113	127.518	42525.082	15.556	6.055	-14.320	6.695	2.804	6.080	0.548	
	9	0.100	-0.052	0.040	10579.453	0.113	136.551	36442.527	16.154	6.738	-14.669	7.201	2.454	6.770	0.662	
	10	0.109	-0.029	0.040	-180.820	0.113	149.178	29630.340	16.982	7.467	-15.240	7.732	1.886	7.499	0.687	
					-2051.273			27214.939	16.498	6.823	-14.985	7.586	2.140	6.891	0.580	
					36.055			-4.370	-0.089	-0.582	0.046	-0.499	-0.285	-0.737	-4.740	
					19162.000			50511.600	15.652	6.828	-14.050	7.884	3.382	6.881	0.436	
d	1	-0.060	-0.098	0.060	19350.393	0.115	42.964	49984.145	16.416	7.341	-14.681	7.839	2.708	7.356	0.458	
	2	-0.046	-0.105	0.060	11725.315	0.115	50.627	45293.273	17.043	7.862	-15.123	8.203	2.314	7.870	0.364	
	3	-0.029	-0.111	0.060	291.384	0.115	59.718	37076.633	17.794	8.405	-15.687	8.589	1.749	8.409	0.257	
	4	-0.011	-0.114	0.060	-12993.765	0.115	68.766	25260.434	18.142	8.626	-15.960	8.752	1.470	8.628	0.184	
g	5	0.004	-0.115	0.060	-24696.754	0.115	76.002	10053.955	15.398	7.343	-13.528	8.331	3.906	7.359	0.480	
l	6	0.020	-0.113	0.060	43015.918	0.115	84.155	92977.336	10.178	4.028	-8.847	9.956	8.589	5.040	3.030	
	7	0.039	-0.108	0.060	40306.555	0.115	94.152	64988.398	14.200	5.512	-13.091	7.019	4.348	5.514	0.146	
	8	0.056	-0.100	0.060	37034.598	0.115	103.187	61727.004	14.780	5.875	-13.566	7.034	3.868	5.876	0.064	
	9	0.078	-0.085	0.060	30985.553	0.115	116.780	57378.531	15.284	6.350	-13.902	7.275	3.532	6.360	0.353	
	10	0.097	-0.061	0.060	20572.553	0.115	132.191	50595.809	16.165	7.162	-14.491	7.759	2.946	7.178	0.475	
					19800.733			51222.040	15.664	6.825	-14.057	7.888	3.376	6.894	0.449	
					-3.226			-1.387	-0.073	0.038	-0.045	-0.039	0.157	-0.188	-2.924	
					30087.700			62701.700	15.282	6.795	-13.655	8.044	3.984	6.841	0.301	
e	1	-0.080	-0.084	0.075	31667.715	0.116	30.487	61719.602	16.037	7.040	-14.413	7.762	3.268	7.041	0.104	
	2	-0.067	-0.095	0.075	26699.361	0.116	38.917	59699.020	16.408	7.538	-14.576	8.135	3.058	7.538	0.078	
	3	-0.051	-0.104	0.075	18683.076	0.116	47.947	55992.727	16.950	8.188	-14.842	8.650	2.791	8.188	0.047	
	4	-0.034	-0.111	0.075	6030.105	0.116	56.983	46264.395	16.993	8.482	-14.729	8.970	2.907	8.485	0.231	
g	5	-0.022	-0.114	0.075	-4404.356	0.116	63.324	43496.113	12.385	6.431	-10.516	9.674	7.123	6.549	1.238	
l	6	-0.013	-0.115	0.075	45685.305	0.117	67.918	99561.594	10.360	4.290	-8.850	10.388	8.882	5.393	3.270	
	7	0.011	-0.116	0.075	42377.055	0.116	79.529	69926.063	14.448	5.942	-13.173	7.431	4.464	5.942	-0.038	
	8	0.038	-0.110	0.075	39333.094	0.116	93.097	66562.320	15.003	6.225	-13.655	7.389	3.983	6.225	-0.036	
	9	0.062	-0.098	0.075	36061.910	0.116	106.622	63987.727	15.302	6.464	-13.870	7.483	3.765	6.467	0.192	
	10	0.083	-0.081	0.075	31632.346	0.116	120.174	61582.586	15.808	6.944	-14.203	7.749	3.433	6.947	0.205	
					30576.617			63745.676	15.200	6.741	-13.572	8.100	4.073	6.822	0.344	
					-1.599			-1.638	0.539	0.790	0.616	-0.691	-2.176	0.278	-12.579	
					37961.100			71979.600	15.253	6.889	-13.576	8.223	4.289	6.936	0.097	
f	1	-0.096	-0.068	0.096	36706.879	0.118	19.864	67621.727	16.189	7.100	-14.546	7.874	3.386	7.109	-0.362	
	2	-0.085	-0.081	0.096	35414.121	0.118	27.668	68300.078	16.107	7.312	-14.351	8.120	3.515	7.321	-0.346	
	3	-0.072	-0.093	0.096	34358.156	0.118	36.714	69534.656	15.959	7.495	-14.086	8.400	3.776	7.503	-0.342	
	4	-0.064	-0.099	0.096	34750.313	0.118	41.242	71871.992	15.317	7.390	-13.416	8.625	4.445	7.391	-0.158	
g	5	-0.054	-0.104	0.096	27943.373	0.118	46.677	108923.49	9.903	6.024	-7.149	12.717	10.712	6.853	3.267	
l	6	-0.051	-0.106	0.096	38468.352	0.118	48.489	94630.320	10.953	5.074	-9.147	10.594	8.714	6.025	3.249	
	7	-0.034	-0.113	0.096	44146.594	0.118	57.549	77510.367	14.599	6.593	-13.024	8.180	4.838	6.596	0.201	
	8	-0.003	-0.118	0.096	40093.277	0.118	72.943	72136.078	15.247	6.814	-13.647	8.016	4.222	6.815	-0.117	
	9	0.034	-0.113	0.096	36891.738	0.118	91.073	67189.969	15.694	6.840	-14.131	7.794	3.737	6.840	0.029	
	10	0.067	-0.096	0.096	36769.508	0.118	109.182	67504.773	16.057	7.051	-14.427	7.850	3.439	7.058	-0.313	
					37840.879			72903.035	15.129	6.845	-13.435	8.323	4.433	6.923	0.164	
					0.318			-1.267	0.820	0.647	1.049	-1.212	-3.252	0.188	-40.701	
					37130.300			71355.100	15.526	7.001	-13.840	8.258	4.267	7.022	0.201	
g	1	-0.100	-0.065	0.128	75931.594	0.119	17.144	99726.531	13.778	4.334	-13.008	6.826	5.089	4.549	1.383	
	2	-0.089	-0.079	0.128	38481.582	0.119	26.051	73554.391	14.532	6.523	-12.953	8.357	5.153	6.583	0.885	
	3	-0.074	-0.094	0.128	37416.832	0.119	36.011	70133.977	15.570	6.945	-13.936	8.099	4.169	6.945	0.011	
	4	-0.056	-0.105	0.128	39622.449	0.119	45.973	73054.406	15.584	7.032	-13.915	8.188	4.197	7.032	-0.054	
	5	-0.037	-0.113	0.128	43482.313	0.119	55.957	78157.148	15.431	7.087	-13.709	8.339	4.395	7.087	-0.089	
	6	-0.017	-0.118	0.128	40931.356	0.119	65.918	82783.680	15.852	8.016	-13.679	9.158	4.426	8.017	-0.128	
	7	0.003	-0.119	0.128	30071.703	0.119	75.906	68096.492	16.518	7.947	-14.482	8.733	3.622	7.947	-0.011	
	8	0.024	-0.117	0.128	28133.045	0.119	85.849	63477.016	16.456	7.642	-14.575	8.418	3.529	7.643	-0.148	
	9	0.044	-0.111	0.128	26582.082	0.119	95.806	57491.277	15.918	6.906	-14.347	7.866	3.758	6.908	0.163	
	10	0.064	-0.101	0.128	38639.082	0.119	106.681	63831.020	14.633	5.214	-13.600	7.052	4.505	5.420	1.480	
					37781.335			71964.589	15.519	6.971	-13.835	8.247	4.271	7.005	0.273	
					-1.723			-0.847	0.048	0.422	0.038	0.137	-0.097	0.241	-26.534	

Presek VIII				Span 0.7											
	X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	C	C _u	w _m =C _m	w _r	
	[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx			-20223.600			-1344.360	18.949	6.120	-17.929	6.132	-0.042	6.121	0.024	
a	1	0.004	-0.118	-0.006	-19308.934	0.118	76.341	1981.627	18.796	6.525	-17.628	6.533	0.260	6.528	-0.179
	2	0.022	-0.116	-0.006	-23278.451	0.118	85.115	-973.999	18.813	6.680	-17.590	6.687	0.296	6.681	-0.063
	3	0.042	-0.110	-0.006	-26543.695	0.118	95.143	-4227.917	18.923	6.686	-17.706	6.689	0.180	6.687	0.093
	4	0.060	-0.101	-0.006	-28369.998	0.118	105.163	-7489.627	19.109	6.467	-17.982	6.471	-0.098	6.471	0.214
	5	0.077	-0.089	-0.006	-27918.457	0.118	115.161	-9070.287	19.330	6.127	-18.340	6.147	-0.450	6.130	0.208
	6	0.091	-0.074	-0.006	-24466.180	0.118	125.187	-8220.832	19.380	5.669	-18.535	5.706	-0.649	5.669	0.089
	7	0.103	-0.057	-0.006	-15701.209	0.118	135.216	-1780.438	19.059	5.266	-18.320	5.284	-0.435	5.266	-0.009
	8	0.111	-0.038	-0.006	-6333.156	0.118	145.231	8594.946	18.521	5.468	-17.696	5.472	0.188	5.468	-0.029
	9	0.116	-0.018	-0.006	-11143.073	0.118	155.233	7459.083	18.605	6.098	-17.580	6.106	0.307	6.099	-0.107
	10	0.118	0.004	-0.006	-19002.438	0.118	166.202	2377.772	18.783	6.540	-17.611	6.548	0.275	6.542	-0.141
					-20074.007			-1283.217	18.941	6.105	-17.924	6.118	-0.038	6.107	0.018
					0.745			4.765	0.040	0.238	0.024	0.229	10.722	0.238	33.953
					-24991.200			-3020.590	19.191	6.352	-18.068	6.554	0.177	6.375	0.381
b	1	-0.001	-0.120	0.018	-16579.926	0.121	74.316	9220.778	18.954	7.132	-17.553	7.194	0.789	7.151	0.515
	2	0.035	-0.115	0.018	-31684.635	0.120	91.177	-5173.464	20.039	7.268	-18.677	7.291	-0.434	7.278	0.370
	3	0.069	-0.098	0.018	-39952.981	0.120	109.330	-18115.57	20.516	6.504	-19.457	6.618	-1.222	6.504	0.050
	4	0.090	-0.079	0.018	-38378.828	0.120	122.935	-22419.87	20.184	5.530	-19.421	5.654	-1.177	5.531	0.092
g	5	0.106	-0.056	0.018	-25772.949	0.120	136.508	-15943.87	16.908	3.847	-16.449	4.302	1.787	3.913	0.714
l	6	0.112	-0.044	0.018	-45506.922	0.120	142.849	-22613.69	17.444	6.429	-16.206	6.764	2.029	6.453	0.558
	7	0.115	-0.035	0.018	9003.769	0.120	147.379	33914.836	17.377	6.691	-16.027	7.068	2.209	6.715	0.567
	8	0.117	-0.026	0.018	-1359.349	0.120	151.909	22406.811	17.930	6.694	-16.626	6.905	1.610	6.714	0.521
	9	0.119	-0.014	0.018	-9102.830	0.120	157.347	15445.077	18.363	6.888	-17.015	7.016	1.223	6.909	0.536
	10	0.120	-0.001	0.018	-16290.467	0.120	163.664	9372.264	18.780	7.099	-17.381	7.174	0.859	7.122	0.576
					-26496.067			-4564.712	19.278	6.422	-18.150	6.566	0.100	6.437	0.351
					-5.680			-33.827	-0.453	-1.088	-0.452	-0.191	76.265	-0.957	8.763
					-3985.770			24581.800	17.904	6.783	-16.549	7.512	1.986	6.823	0.427
c	1	-0.029	-0.119	0.041	-1456.896	0.122	60.877	28457.615	18.786	7.592	-17.176	7.746	1.423	7.614	0.580
	2	-0.002	-0.122	0.041	-17373.658	0.122	73.171	14659.953	19.697	7.988	-18.006	8.013	0.530	7.996	0.360
	3	0.017	-0.121	0.041	-30158.975	0.122	82.263	2166.184	20.314	8.049	-18.656	8.052	-0.121	8.051	0.180
	4	0.036	-0.117	0.041	-43130.445	0.122	91.295	-13140.13	20.587	7.733	-19.080	7.755	-0.549	7.735	0.179
g	5	0.052	-0.110	0.041	-51420.231	0.122	99.457	-27066.54	16.459	5.796	-15.395	6.627	3.142	5.836	0.685
l	6	0.072	-0.099	0.041	36554.578	0.122	110.333	83904.148	10.579	3.589	-9.781	9.636	8.753	4.035	1.843
	7	0.085	-0.087	0.041	31037.875	0.122	118.496	51607.348	16.083	5.442	-15.142	6.414	3.394	5.442	0.029
	8	0.098	-0.073	0.041	22066.219	0.122	127.524	43862.207	16.929	6.023	-15.823	6.607	2.710	6.026	0.202
	9	0.108	-0.057	0.041	11906.282	0.122	136.584	37210.410	17.573	6.724	-16.229	7.124	2.302	6.742	0.492
	10	0.118	-0.030	0.041	-417.197	0.122	150.178	28771.783	18.473	7.450	-16.898	7.651	1.636	7.474	0.601
					-3839.569			24579.520	18.023	6.858	-16.652	7.484	1.887	6.892	0.416
					3.808			0.009	-0.662	-1.104	-0.616	0.373	5.231	-0.999	2.531
					19242.300			50157.100	16.920	6.772	-15.476	7.822	3.288	6.827	0.321
d	1	-0.061	-0.107	0.060	20160.990	0.125	44.151	49699.926	17.992	7.285	-16.458	7.696	2.469	7.289	0.260
	2	-0.045	-0.115	0.060	10569.860	0.124	52.650	43603.231	18.468	7.872	-16.710	8.138	2.050	7.876	0.237
	3	-0.027	-0.121	0.060	-1914.296	0.124	61.716	33581.699	19.032	8.278	-17.140	8.436	1.618	8.279	0.167
	4	-0.007	-0.123	0.060	-15650.512	0.124	70.765	20353.891	19.301	8.380	-17.391	8.493	1.367	8.382	0.171
g	5	0.008	-0.123	0.060	-27883.648	0.124	77.998	7887.152	15.602	6.772	-14.040	8.292	4.721	6.817	0.782
l	6	0.024	-0.121	0.060	44578.273	0.124	85.245	95924.320	11.263	4.166	-10.045	10.091	8.715	5.097	2.938
	7	0.044	-0.115	0.060	41479.750	0.124	95.233	66144.633	15.549	5.593	-14.507	7.026	4.248	5.597	-0.198
	8	0.062	-0.107	0.060	38445.195	0.124	104.281	62896.797	16.174	5.936	-15.046	7.002	3.710	5.938	-0.151
	9	0.085	-0.089	0.060	32059.410	0.124	117.880	57612.535	16.721	6.355	-15.474	7.158	3.289	6.358	0.204
	10	0.107	-0.062	0.060	20245.861	0.124	134.189	49450.305	17.616	7.165	-16.101	7.652	2.664	7.173	0.346
					19690.334			50466.102	16.979	6.794	-15.528	7.799	3.240	6.855	0.312
					-2.275			-0.612	-0.345	-0.325	-0.336	0.288	1.497	-0.409	2.970
					30079.200			62104.800	16.486	6.735	-15.015	7.964	3.883	6.787	0.205
e	1	-0.081	-0.094	0.074	31507.494	0.125	33.591	60116.902	17.481	6.960	-16.039	7.575	2.989	6.960	-0.014
	2	-0.067	-0.105	0.074	26151.111	0.124	41.654	58148.746	17.756	7.505	-16.094	8.011	2.801	7.506	-0.027
	3	-0.050	-0.114	0.074	16658.359	0.124	50.714	52871.168	18.202	8.117	-16.294	8.523	2.600	8.117	-0.010
	4	-0.031	-0.120	0.074	1917.189	0.124	59.789	40343.734	18.153	8.321	-16.139	8.769	2.758	8.323	0.180
g	5	-0.020	-0.123	0.074	-7400.296	0.124	65.236	35867.578	14.456	6.779	-12.729	9.219	6.168	6.855	1.015
l	6	-0.010	-0.124	0.074	46488.648	0.124	69.758	102801.94	11.646	4.699	-10.082	10.567	8.815	5.832	3.455
	7	0.018	-0.123	0.074	43339.645	0.124	82.424	70968.477	15.673	5.987	-14.487	7.442	4.411	5.994	-0.292

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	8	0.046	-0.116	0.074	40201.133	0.124	95.999	66641.594	16.289	6.193	-15.068	7.282	3.828	6.195	-0.148
	9	0.072	-0.101	0.074	36635.895	0.124	109.589	63443.645	16.684	6.442	-15.393	7.333	3.502	6.442	0.093
	10	0.094	-0.082	0.074	31532.313	0.124	123.165	60511.906	17.200	6.939	-15.742	7.623	3.156	6.940	0.096
					30763.641			63139.278	16.493	6.723	-15.009	7.995	3.893	6.812	0.255
					-2.225			-1.638	-0.041	0.175	0.039	-0.393	-0.251	-0.370	-19.528
					38903.300			71591.500	16.370	6.775	-14.874	8.060	4.187	6.821	0.018
f	1	-0.098	-0.079	0.094	37854.438	0.125	22.865	67425.906	17.214	6.946	-15.746	7.701	3.298	6.959	-0.424
	2	-0.086	-0.092	0.094	36023.961	0.126	31.163	67429.484	17.168	7.137	-15.614	7.933	3.447	7.146	-0.357
	3	-0.070	-0.104	0.094	34924.547	0.126	40.211	69483.258	16.875	7.363	-15.182	8.325	3.876	7.368	-0.278
	4	-0.062	-0.109	0.094	35947.660	0.126	44.741	74580.469	15.972	7.331	-14.191	8.799	4.866	7.331	0.010
g	5	-0.055	-0.113	0.094	21917.047	0.126	48.365	80998.641	12.371	6.249	-10.444	10.869	8.613	6.630	2.215
l	6	-0.051	-0.115	0.094	41202.137	0.126	50.177	103173.45	11.887	5.211	-9.991	11.120	9.066	6.440	3.784
	7	-0.029	-0.122	0.094	44238.652	0.126	61.055	76621.727	15.731	6.516	-14.319	8.058	4.741	6.516	-0.064
	8	0.005	-0.125	0.094	40805.844	0.126	76.451	71829.891	16.381	6.722	-14.939	7.888	4.121	6.726	-0.227
	9	0.044	-0.118	0.094	37905.121	0.126	94.571	66328.773	16.898	6.672	-15.528	7.550	3.532	6.673	-0.093
	10	0.078	-0.098	0.094	37923.672	0.126	112.683	67201.953	17.123	6.869	-15.683	7.663	3.377	6.879	-0.354
					38771.007			72367.491	16.242	6.722	-14.735	8.153	4.324	6.810	0.095
					0.341			-1.072	0.787	0.781	0.947	-1.147	-3.171	0.174	-80.615
					37483.400			71171.600	16.464	6.914	-14.930	8.200	4.330	6.931	0.157
g	1	-0.103	-0.074	0.128	76322.867	0.126	20.173	106266.23	14.627	5.156	-13.592	7.688	5.478	5.399	1.604
	2	-0.090	-0.089	0.128	38930.688	0.127	29.132	74463.727	16.068	6.944	-14.495	8.430	4.769	6.951	0.315
	3	-0.073	-0.104	0.128	38620.367	0.127	39.131	71581.055	16.601	6.968	-15.068	8.130	4.188	6.969	-0.131
	4	-0.054	-0.115	0.128	40858.645	0.127	49.160	74502.945	16.577	7.033	-15.014	8.215	4.244	7.033	-0.097
	5	-0.033	-0.122	0.128	44897.660	0.127	59.176	79704.945	16.451	7.092	-14.846	8.353	4.413	7.093	-0.119
	6	-0.011	-0.126	0.128	36792.746	0.127	69.193	78225.055	17.049	8.065	-15.024	9.110	4.236	8.065	-0.054
	7	0.011	-0.126	0.128	28583.965	0.127	79.205	63727.262	17.375	7.572	-15.642	8.392	3.620	7.572	-0.116
	8	0.033	-0.123	0.128	27637.275	0.127	89.232	59086.410	17.017	6.998	-15.515	7.937	3.745	6.998	-0.104
	9	0.054	-0.115	0.128	29023.596	0.127	99.257	56929.223	16.243	6.148	-15.031	7.473	4.230	6.162	0.424
	10	0.074	-0.103	0.128	44746.168	0.127	110.181	75535.367	15.297	5.779	-14.114	7.826	5.147	5.900	1.192
					38205.525			72008.994	16.459	6.920	-14.918	8.212	4.333	6.943	0.190
					-1.890			-1.163	0.028	-0.084	0.082	-0.150	-0.056	-0.163	-17.62

		Presek IX			Span 0.8										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	w _m =C _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-21285.300			-3249.390	20.387	5.982	-19.487	5.997	0.005	5.985	-0.023
a	1	-0.002	-0.128	-0.006	-19556.049	0.129	73.505	69.775	20.224	6.250	-19.233	6.270	0.379	6.259	-0.332
	2	0.019	-0.127	-0.006	-23848.902	0.128	82.558	-2906.881	20.171	6.462	-19.111	6.478	0.381	6.467	-0.261
	3	0.040	-0.122	-0.006	-27264.125	0.128	92.523	-6340.227	20.261	6.470	-19.207	6.476	0.287	6.470	-0.065
	4	0.061	-0.113	-0.006	-29139.680	0.128	102.489	-9048.863	20.495	6.345	-19.490	6.347	0.001	6.347	0.172
	5	0.079	-0.101	-0.006	-29116.606	0.128	112.466	-10607.30	20.767	6.071	-19.861	6.088	-0.370	6.076	0.265
	6	0.096	-0.086	-0.006	-26345.496	0.128	122.404	-9871.001	20.914	5.708	-20.124	5.747	-0.631	5.712	0.224
	7	0.109	-0.068	-0.006	-18592.412	0.128	132.378	-4304.138	20.692	5.328	-19.997	5.352	-0.506	5.328	0.061
	8	0.119	-0.048	-0.006	-8398.502	0.128	142.346	5768.641	20.130	5.329	-19.412	5.330	0.077	5.330	-0.048
	9	0.126	-0.027	-0.006	-10798.894	0.128	152.323	6252.037	20.003	5.833	-19.133	5.847	0.356	5.836	-0.196
	10	0.128	-0.002	-0.006	-18883.176	0.128	163.181	960.963	20.160	6.289	-19.157	6.305	0.336	6.296	-0.296
					-21153.101			-3150.999	20.396	5.976	-19.498	5.992	0.000	5.979	-0.028
					0.625			3.123	-0.044	0.101	-0.054	0.092	-2782.1	0.097	-20.87
					-25410.800			-4364.780	20.431	6.237	-19.429	6.432	0.315	6.256	0.368
b	1	-0.006	-0.130	0.020	-14550.973	0.130	71.737	9075.519	19.948	6.801	-18.751	6.881	0.944	6.816	0.446
	2	0.032	-0.126	0.020	-31289.922	0.130	88.750	-6086.700	21.240	7.087	-20.026	7.102	-0.276	7.096	0.354
	3	0.070	-0.110	0.020	-40662.945	0.130	106.818	-19203.38	21.707	6.487	-20.724	6.560	-0.972	6.487	0.095
	4	0.094	-0.090	0.020	-41388.570	0.130	120.429	-25165.36	21.451	5.618	-20.709	5.700	-0.960	5.619	0.096
g	5	0.114	-0.062	0.020	-29284.484	0.130	135.820	-19734.32	18.752	3.886	-18.333	4.186	1.410	3.941	0.654
l	6	0.120	-0.051	0.020	-36865.570	0.130	141.255	-6687.607	19.125	7.382	-17.643	7.676	2.100	7.383	-0.140
	7	0.123	-0.043	0.020	11144.904	0.130	144.878	33725.262	18.509	6.274	-17.401	6.728	2.342	6.307	0.644
	8	0.126	-0.033	0.020	1002.053	0.130	149.408	22189.418	19.028	6.255	-17.965	6.518	1.778	6.271	0.448
	9	0.128	-0.021	0.020	-6919.713	0.130	154.844	15047.774	19.476	6.478	-18.363	6.637	1.381	6.492	0.423
	10	0.130	-0.007	0.020	-14392.986	0.130	161.191	8871.317	19.969	6.747	-18.793	6.829	0.954	6.762	0.459
					-26720.416			-5924.440	20.525	6.260	-19.527	6.385	0.215	6.273	0.315
					-4.901			-26.326	-0.457	-0.366	-0.502	0.734	46.049	-0.271	16.812

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	W _z	W _u	C	C _u	W _m =C _m	W _r
					-4569.140			22521.400	19.067	6.613	-17.873	7.320	2.057	6.637	0.298
c	1	-0.032	-0.127	0.041	-740.803	0.131	60.664	26995.219	19.738	7.287	-18.341	7.456	1.510	7.301	0.449
	2	-0.003	-0.131	0.041	-16921.596	0.131	72.848	12946.009	20.744	7.704	-19.261	7.739	0.671	7.710	0.294
	3	0.017	-0.130	0.041	-29884.174	0.131	81.892	332.409	21.273	7.780	-19.801	7.783	0.130	7.782	0.168
	4	0.038	-0.126	0.041	-41893.594	0.131	90.913	-13770.89	21.441	7.501	-20.094	7.505	-0.157	7.503	0.171
g	5	0.061	-0.116	0.041	-53958.285	0.131	101.768	-27139.43	15.556	5.001	-14.702	7.298	5.232	5.091	0.954
l	6	0.078	-0.105	0.041	38701.020	0.131	110.815	85849.367	11.849	3.690	-11.187	9.574	8.745	3.905	1.277
	7	0.094	-0.092	0.041	31490.859	0.131	119.874	52133.180	17.377	5.434	-16.508	6.426	3.424	5.438	-0.219
	8	0.107	-0.076	0.041	21722.430	0.131	128.909	43210.227	18.164	5.951	-17.164	6.563	2.766	5.951	0.055
	9	0.118	-0.058	0.041	12081.895	0.131	137.937	36206.180	18.844	6.566	-17.660	6.956	2.268	6.575	0.361
	10	0.127	-0.033	0.041	768.925	0.131	149.666	27839.348	19.583	7.150	-18.226	7.365	1.704	7.166	0.476
					-4714.830			22643.768	18.954	6.601	-17.757	7.357	2.169	6.625	0.314
					-3.090			-0.540	0.597	0.174	0.655	-0.498	-5.162	0.179	-4.971
					19164.000			49298.100	17.900	6.583	-16.624	7.715	3.458	6.624	0.218
d	1	-0.063	-0.116	0.060	19528.109	0.133	46.086	47628.750	18.988	7.065	-17.626	7.505	2.528	7.067	0.157
	2	-0.045	-0.124	0.060	9827.229	0.132	54.162	41099.742	19.477	7.618	-17.927	7.916	2.151	7.619	0.131
	3	-0.025	-0.130	0.060	-3308.410	0.132	63.232	29940.912	20.013	7.978	-18.358	8.163	1.721	7.979	0.088
	4	-0.005	-0.132	0.060	-17318.414	0.132	72.270	16477.787	19.910	7.988	-18.242	8.199	1.837	7.991	0.223
g	5	0.014	-0.131	0.060	-32185.828	0.132	80.444	13497.260	13.761	5.598	-12.501	9.515	7.580	5.755	1.338
l	6	0.027	-0.129	0.060	47582.367	0.133	86.127	110449.09	10.976	3.776	-9.950	11.227	10.229	4.632	2.684
	7	0.049	-0.123	0.060	43087.910	0.132	95.803	69124.555	16.457	5.558	-15.491	7.214	4.589	5.567	-0.315
	8	0.067	-0.114	0.060	39897.977	0.132	104.882	64203.848	17.184	5.787	-16.182	6.981	3.896	5.792	-0.241
	9	0.092	-0.095	0.060	33057.953	0.132	118.484	57173.141	17.823	6.102	-16.750	6.952	3.329	6.103	0.109
	10	0.116	-0.063	0.060	20317.231	0.132	135.671	48398.141	18.773	7.012	-17.415	7.503	2.663	7.015	0.205
					19341.281			50289.954	17.764	6.530	-16.491	7.797	3.598	6.590	0.246
					-0.917			-1.972	0.763	0.804	0.810	-1.044	-3.866	0.510	-11.69
					30034.200			61510.700	17.383	6.505	-16.087	7.877	4.073	6.564	0.155
e	1	-0.080	-0.106	0.072	30239.701	0.134	37.416	57660.797	18.499	6.759	-17.221	7.416	3.051	6.759	-0.096
	2	-0.065	-0.116	0.072	24521.252	0.133	45.100	55180.281	18.725	7.279	-17.253	7.838	2.907	7.279	-0.091
	3	-0.046	-0.125	0.072	12776.990	0.133	54.120	47363.570	19.137	7.872	-17.444	8.327	2.715	7.872	-0.061
	4	-0.026	-0.130	0.072	-2981.710	0.133	63.136	32950.000	18.717	7.844	-16.993	8.461	3.165	7.847	0.216
g	5	-0.013	-0.132	0.072	-11192.180	0.133	68.566	44613.840	12.648	5.378	-11.324	10.483	8.845	5.637	1.689
l	6	-0.005	-0.133	0.072	47050.254	0.133	72.123	113578.81	11.593	4.408	-10.111	11.532	10.053	5.666	3.561
	7	0.026	-0.130	0.072	44779.688	0.133	85.643	73214.680	16.665	5.967	-15.555	7.549	4.605	5.983	-0.435
	8	0.056	-0.120	0.072	40921.078	0.133	99.163	66438.000	17.343	6.002	-16.270	7.154	3.887	6.005	-0.180
	9	0.083	-0.104	0.072	36900.797	0.133	112.695	62078.746	17.741	6.166	-16.638	7.102	3.524	6.166	0.035
	10	0.105	-0.082	0.072	30781.291	0.133	126.171	58225.125	18.318	6.729	-17.045	7.418	3.123	6.729	0.040
					30129.468			62860.431	17.264	6.447	-15.955	7.997	4.211	6.558	0.246
					-0.316			-2.147	0.693	0.900	0.830	-1.491	-3.280	0.088	-36.94
					39400.100			71483.400	17.121	6.495	-15.811	7.970	4.455	6.547	-0.026
f	1	-0.099	-0.090	0.091	38119.797	0.133	26.931	65684.344	17.936	6.517	-16.708	7.429	3.542	6.530	-0.411
	2	-0.085	-0.103	0.091	36040.977	0.133	34.653	65910.461	17.861	6.763	-16.527	7.736	3.737	6.774	-0.387
	3	-0.068	-0.115	0.091	34721.391	0.133	43.713	69569.320	17.367	7.092	-15.850	8.360	4.414	7.100	-0.330
	4	-0.059	-0.120	0.091	33204.012	0.133	48.242	76255.344	16.283	7.319	-14.546	9.288	5.718	7.319	0.057
g	5	-0.051	-0.123	0.091	42401.305	0.133	52.043	113373.24	12.128	5.115	-10.230	11.932	9.998	6.513	4.032
l	6	-0.049	-0.124	0.091	44521.543	0.133	52.771	113983.11	12.274	5.127	-10.419	11.790	9.844	6.488	3.975
	7	-0.022	-0.132	0.091	44640.672	0.133	64.532	78826.406	16.486	6.497	-15.153	8.273	5.115	6.503	-0.263
	8	0.013	-0.133	0.091	41627.191	0.133	79.945	71901.297	17.298	6.525	-16.018	7.790	4.246	6.531	-0.278
	9	0.054	-0.122	0.091	38955.738	0.133	98.062	65282.434	17.753	6.274	-16.611	7.263	3.657	6.276	-0.153
	10	0.089	-0.099	0.091	38519.961	0.133	116.182	65892.656	17.858	6.454	-16.652	7.405	3.616	6.462	-0.328
					39824.933			73866.947	16.918	6.442	-15.572	8.165	4.693	6.568	0.116
					-1.067			-3.227	1.200	0.821	1.534	-2.394	-5.072	-0.316	-122.2
					38352.400			72101.500	16.879	6.542	-15.550	8.191	4.864	6.546	-0.046
g	1	-0.103	-0.086	0.128	51457.422	0.134	24.074	96942.984	15.309	6.795	-13.713	9.489	6.630	6.795	-0.094
	2	-0.089	-0.101	0.128	39691.106	0.134	33.056	75555.695	16.980	6.912	-15.511	8.473	4.905	6.912	-0.029
	3	-0.070	-0.115	0.128	40209.746	0.134	43.005	74350.742	17.298	6.905	-15.863	8.273	4.553	6.908	-0.201
	4	-0.049	-0.125	0.128	41645.242	0.134	52.990	75564.867	17.310	6.889	-15.882	8.247	4.532	6.890	-0.104
	5	-0.026	-0.132	0.128	47672.547	0.134	62.955	83290.539	16.997	6.895	-15.535	8.446	4.876	6.897	-0.151
	6	-0.003	-0.134	0.128	30435.422	0.134	72.921	67900.531	17.793	7.531	-16.122	8.666	4.289	7.531	-0.022
	7	0.020	-0.133	0.128	27549.990	0.134	82.892	58432.645	17.527	6.646	-16.221	7.859	4.193	6.648	-0.148
	8	0.043	-0.127	0.128	28466.148	0.134	92.833	56274.664	16.974	5.932	-15.910	7.449	4.504	5.932	0.007
	9	0.064	-0.118	0.128	34109.586	0.134	102.807	61510.395	16.212	5.334	-15.312	7.396	5.105	5.351	0.425
	10	0.085	-0.104	0.128	63765.504	0.134	113.685	102236.04	14.891	5.597	-13.782	8.698	6.631	5.633	-0.642
					38600.586			72510.494	16.887	6.568	-15.547	8.212	4.863	6.573	-0.057
					-0.643			-0.564	-0.045	-0.399	0.015	-0.257	0.029	-0.406	-19.06

		Presek X			Span 0.9			Total Pressure	w	W _z	W _u	c	C _u	W _m =C _m	W _r
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta								
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-22217.800			-7350.680	21.488	5.419	-20.793	5.443	0.302	5.421	-0.052
a	1	-0.011	-0.138	-0.006	-18352.979	0.139	69.625	-2218.337	21.252	5.642	-20.488	5.688	0.658	5.650	-0.300
	2	0.011	-0.138	-0.006	-23611.324	0.139	78.740	-6325.805	21.199	5.834	-20.382	5.883	0.711	5.840	-0.268
	3	0.035	-0.135	-0.006	-27260.111	0.139	88.673	-10217.96	21.233	5.796	-20.433	5.837	0.663	5.799	-0.165
	4	0.057	-0.127	-0.006	-29698.879	0.139	98.625	-13722.5	21.433	5.642	-20.678	5.657	0.413	5.642	-0.014
	5	0.078	-0.115	-0.006	-30237.199	0.139	108.569	-15286.73	21.751	5.466	-21.059	5.468	0.039	5.468	0.146
	6	0.097	-0.099	-0.006	-28856.096	0.139	118.507	-15071.27	22.010	5.241	-21.380	5.253	-0.286	5.245	0.198
	7	0.113	-0.081	-0.006	-22718.131	0.139	128.454	-10321.26	21.969	4.967	-21.401	4.978	-0.309	4.968	0.122
	8	0.125	-0.061	-0.006	-11961.913	0.139	138.402	5.969	21.541	4.897	-20.982	4.899	0.113	4.897	-0.021
	9	0.134	-0.038	-0.006	-9704.659	0.139	148.325	4236.993	21.125	5.245	-20.467	5.284	0.627	5.246	-0.142
	10	0.138	-0.012	-0.006	-17505.781	0.139	159.180	-1190.940	21.198	5.672	-20.426	5.717	0.667	5.678	-0.264
					-22165.066			-7324.605	21.496	5.416	-20.801	5.440	0.295	5.419	-0.052
					0.238			0.356	-0.038	0.052	-0.040	0.060	2.292	0.047	-0.140
					-24720.400			-6488.790	21.244	5.785	-20.426	5.987	0.807	5.797	0.250
b	1	-0.016	-0.139	0.022	-10736.285	0.140	67.699	8731.853	20.666	6.043	-19.767	6.235	1.521	6.046	0.205
	2	0.025	-0.137	0.022	-28720.561	0.140	84.711	-6700.089	21.875	6.623	-20.848	6.638	0.382	6.627	0.237
	3	0.067	-0.123	0.022	-40905.957	0.140	102.813	-21698.12	22.373	6.192	-21.502	6.198	-0.269	6.192	0.056
	4	0.102	-0.096	0.022	-43272.063	0.140	120.938	-30307.76	22.126	5.081	-21.542	5.090	-0.306	5.081	0.052
g	5	0.121	-0.069	0.022	-32452.395	0.140	134.537	-23061.59	18.393	2.922	-18.140	4.337	3.089	3.044	0.853
l	6	0.126	-0.061	0.022	32244.441	0.140	138.161	71127.742	18.828	7.502	-17.174	8.723	4.055	7.722	1.832
	7	0.131	-0.049	0.022	8597.779	0.140	143.596	26006.078	19.552	5.370	-18.795	5.909	2.433	5.385	0.391
	8	0.134	-0.039	0.022	1419.444	0.140	148.126	19183.518	19.927	5.579	-19.129	5.967	2.101	5.585	0.261
	9	0.137	-0.028	0.022	-4813.975	0.140	152.658	13834.251	20.280	5.830	-19.426	6.107	1.806	5.834	0.230
	10	0.139	-0.017	0.022	-10341.799	0.140	157.194	9091.268	20.629	6.039	-19.729	6.230	1.505	6.045	0.253
					-25060.195			-6763.661	21.180	5.739	-20.362	5.987	0.876	5.759	0.271
					-1.356			-4.064	0.305	0.789	0.317	0.005	-7.801	0.670	-7.712
					-3767.050			21188.900	19.766	6.218	-18.759	7.034	2.560	6.229	0.164
c	1	-0.038	-0.135	0.042	1612.656	0.141	58.834	25900.385	20.354	6.608	-19.253	6.970	2.207	6.611	0.198
	2	-0.007	-0.140	0.042	-14440.264	0.140	71.180	12094.098	21.256	7.167	-20.013	7.287	1.308	7.168	0.161
	3	0.019	-0.139	0.042	-30362.920	0.140	82.059	-3645.377	21.819	7.274	-20.577	7.312	0.748	7.274	0.071
	4	0.041	-0.134	0.042	-41935.098	0.140	91.134	-17399.31	21.919	6.991	-20.782	7.013	0.542	6.992	0.115
g	5	0.063	-0.125	0.042	-57260.250	0.140	101.065	-33760.77	18.648	5.681	-17.743	6.770	3.582	5.745	0.856
l	6	0.082	-0.114	0.042	41228.488	0.140	110.139	81059.391	14.193	4.129	-13.564	8.808	7.756	4.177	0.633
	7	0.099	-0.099	0.042	33710.902	0.140	119.208	55628.023	18.049	5.224	-17.276	6.609	4.044	5.228	-0.219
	8	0.114	-0.083	0.042	23790.846	0.140	128.253	44151.801	18.896	5.502	-18.080	6.386	3.242	5.502	-0.049
	9	0.125	-0.064	0.042	14564.815	0.140	137.314	36377.133	19.558	6.029	-18.605	6.614	2.714	6.031	0.166
	10	0.135	-0.039	0.042	2583.441	0.140	148.169	26593.471	20.279	6.587	-19.181	6.932	2.143	6.593	0.280
					-3448.549			21288.706	19.870	6.265	-18.853	7.002	2.480	6.274	0.159
					9.236			-0.469	-0.523	-0.757	-0.501	0.468	3.245	-0.718	2.824
					19623.500			48946.900	18.482	6.209	-17.399	7.607	3.999	6.224	0.103
d	1	-0.066	-0.125	0.060	20281.961	0.141	46.610	46522.199	19.522	6.588	-18.382	7.249	3.024	6.588	0.051
	2	-0.047	-0.133	0.060	10242.577	0.141	54.633	38865.391	19.991	7.070	-18.704	7.566	2.695	7.070	0.071
	3	-0.026	-0.139	0.060	-3443.807	0.141	63.709	26701.426	20.479	7.421	-19.093	7.771	2.307	7.421	0.018
	4	-0.004	-0.141	0.060	-17021.727	0.141	72.780	14525.308	20.294	7.495	-18.862	7.914	2.534	7.497	0.169
g	5	0.016	-0.140	0.060	-33636.828	0.141	80.938	9720.909	15.384	5.787	-14.228	9.261	7.170	5.861	0.931
l	6	0.032	-0.137	0.060	48482.926	0.141	87.279	99554.008	13.102	4.232	-12.346	10.064	9.051	4.400	1.204
	7	0.053	-0.131	0.060	45296.805	0.141	96.347	74410.445	17.143	5.580	-16.211	7.623	5.189	5.588	-0.306
	8	0.073	-0.121	0.060	41366.113	0.141	105.390	66393.086	17.775	5.476	-16.913	7.079	4.483	5.479	-0.182
	9	0.099	-0.100	0.060	33926.297	0.141	118.971	56875.285	18.489	5.628	-17.613	6.781	3.782	5.628	0.019
	10	0.124	-0.066	0.060	21059.992	0.141	136.185	47424.750	19.459	6.580	-18.317	7.266	3.081	6.581	0.081
					19889.188			49092.328	18.508	6.215	-17.425	7.592	3.973	6.230	0.094
					-1.336			-0.296	-0.143	-0.102	-0.151	0.194	0.668	-0.085	8.783
					29731.200			60857.900	17.922	6.121	-16.829	7.822	4.605	6.147	0.078
e	1	-0.081	-0.116	0.071	29746.791	0.142	39.312	55431.305	19.036	6.227	-17.989	7.175	3.564	6.228	-0.069
	2	-0.064	-0.126	0.071	23364.025	0.141	47.378	52028.328	19.351	6.815	-18.113	7.582	3.320	6.816	-0.109
	3	-0.043	-0.134	0.071	10277.541	0.141	56.468	41990.742	19.659	7.307	-18.251	7.970	3.181	7.308	-0.068
	4	-0.026	-0.139	0.071	-2094.238	0.141	63.724	32191.633	19.017	7.241	-17.589	8.201	3.846	7.243	0.159
g	5	-0.010	-0.141	0.071	-12447.646	0.141	70.116	35554.195	14.946	5.845	-13.704	9.772	7.732	5.975	1.236
l	6	0.001	-0.141	0.071	48506.617	0.141	74.639	113048.15	12.148	4.335	-11.157	11.340	10.279	4.802	2.066
	7	0.023	-0.139	0.071	48285.523	0.141	83.743	82045.820	16.721	5.839	-15.669	8.209	5.767	5.845	-0.254

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _f
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	8	0.055	-0.130	0.071	43111.094	0.141	97.376	69641.500	17.768	5.659	-16.844	7.289	4.591	5.662	-0.172
	9	0.084	-0.113	0.071	39044.895	0.141	110.990	63116.410	18.257	5.627	-17.372	6.941	4.064	5.627	-0.011
	10	0.116	-0.081	0.071	29950.820	0.141	129.175	56217.211	19.016	6.350	-17.925	7.254	3.508	6.350	-0.008
					30471.970			61601.723	17.947	6.115	-16.856	7.814	4.584	6.146	0.084
					-2.431			-1.207	-0.140	0.097	-0.161	0.099	0.457	0.015	-6.876
					40287.500			73053.600	17.400	6.010	-16.303	8.019	5.182	6.052	-0.031
f	1	-0.099	-0.101	0.088	38415.051	0.141	30.135	64453.102	18.192	5.842	-17.231	7.211	4.218	5.848	-0.274
	2	-0.083	-0.114	0.088	36462.371	0.141	38.158	64669.816	18.048	6.017	-17.013	7.504	4.470	6.028	-0.365
	3	-0.064	-0.126	0.088	33998.965	0.141	47.212	69217.578	17.290	6.396	-16.056	8.402	5.426	6.415	-0.494
	4	-0.054	-0.131	0.088	23684.525	0.141	51.742	70053.094	16.039	6.695	-14.571	9.629	6.911	6.704	0.350
g	5	-0.048	-0.133	0.088	18746.147	0.141	54.459	94170.797	11.549	4.745	-10.346	12.261	11.136	5.132	1.956
l	6	-0.044	-0.135	0.088	47755.848	0.141	56.270	114163.78	13.075	4.956	-11.647	11.490	9.835	5.940	3.276
	7	-0.015	-0.141	0.088	46310.586	0.141	68.049	84965.977	16.839	6.473	-15.544	8.788	5.939	6.478	-0.270
	8	0.023	-0.140	0.088	43140.414	0.142	83.452	73018.523	17.850	6.130	-16.768	7.738	4.720	6.133	-0.188
	9	0.065	-0.126	0.088	40407.043	0.141	101.564	65168.387	18.232	5.685	-17.323	7.045	4.160	5.686	-0.106
	10	0.101	-0.099	0.088	38725.949	0.141	119.686	64841.813	18.203	5.843	-17.241	7.226	4.244	5.848	-0.251
					40166.245			73872.318	17.307	5.981	-16.198	8.109	5.285	6.059	0.053
					0.302			-1.108	0.537	0.488	0.648	-1.112	-1.941	-0.106	-158.5
					40996.500			75957.900	16.889	5.889	-15.803	8.321	5.766	5.896	-0.156
g	1	-0.104	-0.096	0.128	60998.578	0.142	27.254	119062.33	14.841	6.659	-13.235	10.735	8.382	6.711	-0.831
	2	-0.088	-0.112	0.128	40462.246	0.142	36.063	80093.773	17.182	6.773	-15.792	8.903	5.777	6.777	-0.239
	3	-0.067	-0.125	0.128	41389.117	0.142	46.026	77817.555	17.687	6.761	-16.345	8.545	5.222	6.764	-0.195
	4	-0.044	-0.135	0.128	43573.367	0.142	55.990	78722.031	17.639	6.585	-16.366	8.393	5.203	6.587	-0.153
	5	-0.020	-0.141	0.128	50922.602	0.142	65.953	88969.875	17.207	6.625	-15.881	8.732	5.686	6.628	-0.182
	6	0.004	-0.142	0.128	28142.785	0.142	75.916	62197.641	17.867	6.600	-16.606	8.258	4.963	6.601	-0.120
	7	0.029	-0.139	0.128	28456.275	0.142	85.902	57153.020	17.349	5.566	-16.435	7.571	5.134	5.566	-0.082
	8	0.052	-0.132	0.128	31306.561	0.142	95.850	58539.059	16.632	4.773	-15.933	7.382	5.632	4.773	0.067
	9	0.074	-0.121	0.128	38498.578	0.142	105.811	66676.695	15.915	4.203	-15.351	7.504	6.215	4.205	0.135
	10	0.096	-0.105	0.128	87764.102	0.142	116.685	136989.70	13.644	4.408	-12.864	9.803	8.702	4.528	-1.036
					41953.027			77666.410	16.820	5.910	-15.719	8.400	5.850	5.921	-0.190
					-2.280			-2.200	0.415	-0.352	0.534	-0.940	-1.442	-0.433	-17.66

		Presek XI			Span 0.999										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _u	W _m =C _m	W _f
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				-23116.400			-11095.00	22.216	4.778	-21.696	4.887	0.982	4.778	-0.051
a	1	-0.026	-0.147	-0.006	-19683.857	0.149	64.553	-5845.058	21.807	5.062	-21.211	5.261	1.421	5.066	0.195
	2	-0.003	-0.149	-0.006	-21786.715	0.149	73.239	-7052.725	22.048	5.282	-21.409	5.434	1.271	5.283	-0.091
	3	0.023	-0.148	-0.006	-26907.445	0.149	83.183	-11990.7	22.114	5.332	-21.466	5.469	1.214	5.333	-0.098
	4	0.048	-0.141	-0.006	-29646.070	0.149	93.124	-15852.19	22.206	5.148	-21.607	5.260	1.074	5.149	-0.083
	5	0.072	-0.131	-0.006	-30758.527	0.149	103.067	-18627.23	22.404	4.864	-21.871	4.930	0.806	4.864	-0.058
	6	0.094	-0.116	-0.006	-29731.514	0.149	113.011	-19019.29	22.594	4.600	-22.127	4.633	0.555	4.600	-0.018
	7	0.112	-0.099	-0.006	-27021.824	0.149	122.954	-17651.03	22.667	4.312	-22.258	4.333	0.423	4.312	-0.027
	8	0.128	-0.078	-0.006	-19297.391	0.149	132.898	-10680.12	22.316	4.090	-21.940	4.156	0.738	4.090	-0.026
	9	0.139	-0.054	-0.006	-10249.986	0.149	142.839	254.219	21.812	4.392	-21.368	4.584	1.311	4.393	-0.046
	10	0.147	-0.027	-0.006	-12764.780	0.149	153.686	366.945	21.809	4.921	-21.252	5.124	1.429	4.921	0.022
					-23145.720			-11160.39	22.215	4.770	-21.696	4.879	0.982	4.770	-0.038
					-0.127			-0.586	0.006	0.170	0.001	0.164	0.083	0.169	32.694
					-21685.300			-5618.440	21.456	5.108	-20.828	5.623	1.856	5.110	0.051
b	1	-0.030	-0.146	0.023	-6160.014	0.149	62.856	11389.275	20.879	5.373	-20.175	5.933	2.511	5.375	0.155
	2	0.014	-0.149	0.023	-23563.600	0.149	79.713	-4692.942	22.162	6.001	-21.340	6.150	1.347	6.001	0.068
	3	0.060	-0.137	0.023	-40069.254	0.149	97.831	-22491.65	22.880	5.908	-22.105	5.936	0.577	5.908	0.038
	4	0.099	-0.112	0.023	-45063.441	0.149	115.949	-33704.32	22.444	4.712	-21.952	4.769	0.737	4.712	0.056
g	5	0.123	-0.085	0.023	-47854.836	0.149	129.537	-34700.02	18.743	2.663	-18.548	4.932	4.133	2.693	0.401
l	6	0.128	-0.077	0.023	58460.281	0.149	133.161	80870.578	17.841	2.662	-17.640	5.702	5.041	2.667	0.155
	7	0.135	-0.065	0.023	14975.695	0.149	138.596	30926.965	19.374	4.215	-18.910	5.656	3.771	4.215	0.057
	8	0.139	-0.054	0.023	8224.946	0.149	143.125	24393.324	19.953	4.655	-19.403	5.694	3.279	4.655	0.030
	9	0.143	-0.043	0.023	2669.634	0.149	147.655	19055.395	20.474	4.987	-19.860	5.731	2.823	4.987	0.053
	10	0.146	-0.031	0.023	-3640.696	0.149	152.185	13337.055	20.906	5.290	-20.228	5.834	2.456	5.292	0.117
					-22809.681			-6566.518	21.431	5.063	-20.811	5.634	1.874	5.066	0.095
					-4.929			-14.438	0.119	0.884	0.083	-0.202	-0.984	0.867	-46.859

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	C	C _u	w _m =C _m	w _r
					118.424			25012.600	20.005	5.768	-19.154	7.002	3.419	5.776	0.109
c	1	-0.047	-0.141	0.042	4977.334	0.149	56.197	27550.090	20.517	6.005	-19.620	6.727	3.029	6.006	0.114
	2	-0.014	-0.148	0.042	-10533.403	0.149	68.678	13250.153	21.423	6.552	-20.402	6.902	2.170	6.552	0.047
	3	0.014	-0.148	0.042	-26624.481	0.149	79.555	-2334.148	22.009	6.780	-20.945	6.973	1.627	6.781	0.012
	4	0.037	-0.144	0.042	-39737.684	0.149	88.607	-16901.78	22.235	6.628	-21.230	6.763	1.341	6.629	0.077
g	5	0.063	-0.134	0.042	-54539.375	0.149	99.477	-29302.65	19.184	5.578	-18.347	7.014	4.219	5.603	0.528
l	6	0.080	-0.125	0.042	46139.281	0.149	106.732	106260.15	12.778	3.519	-12.239	10.964	10.329	3.679	1.074
	7	0.099	-0.111	0.042	37477.629	0.149	115.788	62991.555	18.174	5.015	-17.469	7.151	5.097	5.015	-0.062
	8	0.115	-0.094	0.042	28702.102	0.149	124.843	50752.156	18.806	4.958	-18.144	6.645	4.425	4.958	-0.011
	9	0.128	-0.075	0.042	18831.516	0.149	133.901	39800.731	19.457	5.234	-18.742	6.483	3.826	5.234	0.024
	10	0.141	-0.047	0.042	6882.302	0.149	145.678	28908.412	20.543	5.973	-19.658	6.645	2.911	5.973	0.104
					-55.481			25197.107	19.941	5.763	-19.088	7.039	3.487	5.773	0.123
					-313.449			-0.732	0.319	0.094	0.346	-0.521	-1.973	0.046	-11.093
					22447.800			52771.900	18.812	5.799	-17.891	7.719	4.807	5.807	0.087
d	1	-0.071	-0.132	0.060	22238.092	0.150	46.010	47754.566	19.770	6.014	-18.833	7.154	3.875	6.014	0.042
	2	-0.051	-0.140	0.060	11666.017	0.149	54.154	38114.531	20.290	6.413	-19.251	7.281	3.448	6.413	0.032
	3	-0.029	-0.147	0.060	-2404.212	0.150	63.212	25748.617	20.754	6.839	-19.599	7.510	3.102	6.839	-0.011
	4	-0.005	-0.149	0.060	-14040.819	0.149	72.271	15765.815	20.550	6.933	-19.347	7.702	3.352	6.934	0.074
g	5	0.016	-0.149	0.060	-30948.164	0.149	80.701	10905.907	16.364	5.584	-15.378	9.149	7.237	5.600	0.415
l	6	0.030	-0.146	0.060	53077.434	0.150	85.860	117384.83	12.722	3.849	-12.085	11.335	10.618	3.980	1.010
	7	0.055	-0.139	0.060	47773.285	0.150	95.824	82698.492	17.401	5.587	-16.485	8.359	6.219	5.588	-0.103
	8	0.086	-0.122	0.060	41488.852	0.150	109.414	67546.930	18.395	5.176	-17.656	7.228	5.046	5.176	0.006
	9	0.112	-0.099	0.060	33366.262	0.149	123.001	56531.566	19.104	5.262	-18.366	6.815	4.332	5.262	0.052
	10	0.131	-0.071	0.060	23657.594	0.149	135.684	48539.141	19.898	6.001	-18.974	7.063	3.725	6.001	0.036
					22422.339			52846.792	18.779	5.777	-17.862	7.728	4.834	5.786	0.089
					0.114			-0.142	0.179	0.373	0.163	-0.124	-0.560	0.369	-2.454
					31383.100			64137.800	18.234	5.736	-17.299	8.004	5.402	5.748	0.086
e	1	-0.083	-0.125	0.069	29129.022	0.150	40.660	54940.910	19.256	5.745	-18.379	7.196	4.333	5.745	-0.006
	2	-0.064	-0.135	0.069	22712.889	0.149	48.835	50722.203	19.490	6.193	-18.481	7.494	4.220	6.193	-0.030
	3	-0.042	-0.143	0.069	8072.321	0.150	57.875	37876.949	19.874	6.631	-18.738	7.726	3.965	6.631	-0.039
	4	-0.024	-0.148	0.069	-1489.560	0.150	65.105	30972.154	19.440	6.693	-18.255	8.036	4.448	6.693	0.030
g	5	-0.010	-0.149	0.069	-9864.348	0.150	70.529	33559.422	16.931	6.179	-15.756	9.314	6.951	6.204	0.554
l	6	0.002	-0.149	0.069	55629.961	0.150	75.048	131292.63	11.886	3.936	-11.124	12.310	11.581	4.189	1.435
	7	0.028	-0.147	0.069	50677.566	0.150	84.992	90389.258	16.925	5.774	-15.912	8.913	6.790	5.774	-0.055
	8	0.062	-0.136	0.069	44532.484	0.150	98.550	73343.125	18.174	5.402	-17.355	7.601	5.347	5.402	-0.035
	9	0.092	-0.118	0.069	40257.367	0.150	112.108	65085.242	18.694	5.219	-17.953	7.056	4.750	5.219	0.028
	10	0.124	-0.084	0.069	28933.225	0.150	130.186	54061.945	19.545	5.833	-18.657	7.099	4.046	5.833	0.042
					31976.708			64509.568	18.279	5.714	-17.352	7.972	5.351	5.730	0.093
					-1.856			-0.576	-0.243	0.380	-0.309	0.409	0.949	0.306	-7.933
					41275.400			77961.200	17.244	5.410	-16.353	8.424	6.351	5.414	-0.010
f	1	-0.100	-0.112	0.086	37039.320	0.149	32.860	63262.121	18.301	5.158	-17.561	7.243	5.085	5.158	-0.024
	2	-0.083	-0.125	0.086	35893.340	0.150	40.653	65116.695	17.628	4.978	-16.913	7.637	5.792	4.979	-0.087
	3	-0.062	-0.136	0.086	33591.270	0.150	49.712	72566.281	15.985	4.746	-15.264	8.823	7.437	4.747	-0.053
	4	-0.051	-0.140	0.086	22337.348	0.150	54.242	74091.359	14.446	4.675	-13.669	10.171	9.033	4.675	-0.040
g	5	-0.044	-0.143	0.086	20633.842	0.150	56.959	112063.67	10.631	4.042	-9.801	13.541	12.900	4.117	0.784
l	6	-0.040	-0.144	0.086	59383.227	0.150	58.772	143059.98	11.531	4.468	-10.593	12.938	12.109	4.556	0.892
	7	-0.010	-0.149	0.086	49166.777	0.150	70.545	95535.313	16.886	6.497	-15.595	9.636	7.119	6.499	-0.183
	8	0.030	-0.146	0.086	44801.227	0.150	85.948	76103.094	18.169	5.739	-17.241	7.923	5.463	5.739	-0.015
	9	0.074	-0.130	0.086	40694.656	0.150	104.065	65813.625	18.574	5.170	-17.842	7.097	4.862	5.170	-0.022
	10	0.111	-0.100	0.086	39132.762	0.150	122.184	65444.879	18.392	5.198	-17.646	7.254	5.060	5.198	-0.063
					41643.921			78961.669	17.143	5.351	-16.270	8.478	6.432	5.358	0.015
					-0.885			-1.267	0.588	1.117	0.508	-0.644	-1.263	1.041	-169.797
					44588.200			83086.100	16.982	5.462	-16.036	8.726	6.673	5.469	-0.184
g	1	-0.106	-0.105	0.128	63953.516	0.148	29.084	128475.04	14.835	6.520	-13.299	11.333	9.234	6.572	-0.828
	2	-0.088	-0.121	0.128	43898.465	0.150	38.059	90462.422	17.108	6.686	-15.748	9.654	6.962	6.689	-0.213
	3	-0.066	-0.134	0.128	45417.203	0.150	48.023	87016.328	17.844	6.720	-16.529	9.130	6.179	6.723	-0.186
	4	-0.042	-0.144	0.128	47416.137	0.150	57.989	85426.836	17.885	6.351	-16.722	8.729	5.990	6.352	-0.075
	5	-0.016	-0.149	0.128	52503.992	0.150	67.954	93020.469	17.562	6.393	-16.359	9.012	6.350	6.395	-0.150
	6	0.010	-0.149	0.128	32233.516	0.150	77.918	65922.914	17.984	5.899	-16.990	8.216	5.718	5.900	-0.116
	7	0.035	-0.145	0.128	32029.272	0.150	87.884	61659.637	17.331	4.772	-16.664	7.704	6.049	4.774	-0.146
	8	0.060	-0.137	0.128	36149.715	0.150	97.849	65634.602	16.724	4.111	-16.214	7.688	6.497	4.112	-0.082
	9	0.083	-0.125	0.128	42430.109	0.150	107.814	73080.977	15.961	3.326	-15.615	7.837	7.099	3.327	-0.078
	10	0.105	-0.107	0.128	85886.359	0.150	118.685	147313.1	13.861	4.860	-12.926	10.970	9.783	4.982	-1.095
					45232.738			84632.936	16.921	5.522	-15.950	8.808	6.751	5.533	-0.225
					-1.425			-1.828	0.361	-1.081	0.534	-0.928	-1.156	-1.151	-18.422

7.3. PRIMER III - CENTRIFUGALNA PUMPA

7.3.1. Osrednjeni radni parametri u tačkama razmatranih preseka

		Presek I			Span 0.01			Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _p	W _m =C _m	W _r
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta								
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				20449.900			20675.500	2.423	0.536	2.336	0.658	-0.047	0.657	0.381
a	1	0.014	-0.005	0.008	20438.523	0.015	0.301	23233.125	2.364	0.485	2.283	0.619	-0.048	0.617	0.381
	2	0.015	-0.004	0.008	20459.750	0.015	5.970	23408.092	2.419	0.532	2.339	0.652	-0.049	0.650	0.376
	3	0.015	-0.002	0.008	20488.293	0.015	12.851	23412.145	2.410	0.521	2.323	0.651	-0.058	0.649	0.386
	4	0.015	0.000	0.008	20469.543	0.015	19.637	23423.443	2.419	0.541	2.331	0.667	-0.055	0.664	0.387
	5	0.015	0.001	0.008	20453.195	0.015	26.251	23434.791	2.426	0.544	2.336	0.669	-0.047	0.667	0.387
	6	0.015	0.003	0.008	20442.375	0.015	33.070	23401.787	2.427	0.546	2.337	0.668	-0.045	0.667	0.384
	7	0.014	0.005	0.008	20435.531	0.015	39.620	23405.539	2.431	0.543	2.341	0.664	-0.042	0.663	0.380
	8	0.014	0.007	0.008	20433.660	0.015	46.528	23402.316	2.429	0.538	2.342	0.658	-0.042	0.657	0.377
	9	0.013	0.008	0.008	20432.438	0.015	53.102	23400.441	2.425	0.533	2.343	0.652	-0.043	0.650	0.373
	10	0.012	0.010	0.008	20435.445	0.015	60.430	23380.717	2.422	0.528	2.335	0.648	-0.044	0.646	0.373
				0.008	20448.537	0.015		23400.583	2.421	0.535	2.335	0.657	-0.047	0.656	0.380
				7.550	0.007			-11.645	0.071	0.171	0.040	0.145	0.849	0.137	0.069
					26010.800			34562.700	3.265	0.769	2.595	4.018	-3.489	1.799	1.454
b	1	0.039	-0.002	0.040	25974.318	0.039	18.309	33352.211	3.843	1.058	3.336	3.328	-2.727	1.908	1.587
	2	0.039	0.002	0.040	26743.656	0.039	23.452	32754.504	3.449	0.870	2.999	3.525	-3.085	1.700	1.461
	3	0.039	0.006	0.040	27684.543	0.039	29.502	31442.607	2.722	0.737	2.223	4.167	-3.860	1.570	1.386
	4	0.038	0.010	0.040	29218.440	0.039	35.579	32379.029	2.488	0.732	2.044	4.285	-4.042	1.418	1.215
g	5	0.036	0.014	0.040	29838.994	0.039	42.228	30581.588	1.162	-1.101	-0.269	6.456	-6.353	1.129	0.249
l	6	0.031	0.024	0.040	20982.461	0.039	58.557	26374.818	3.287	0.680	2.727	3.826	-3.358	1.836	1.706
	7	0.029	0.026	0.040	22012.906	0.039	62.201	31788.766	4.419	1.433	3.652	3.480	-2.433	2.488	2.035
	8	0.027	0.028	0.040	23444.717	0.039	67.073	32872.703	4.342	1.367	3.591	3.489	-2.494	2.439	2.021
	9	0.024	0.031	0.040	24832.688	0.039	72.504	33272.856	4.104	1.211	3.475	3.404	-2.609	2.185	1.819
	10	0.021	0.033	0.040	25906.969	0.039	77.959	33515.262	3.902	1.079	3.391	3.312	-2.692	1.928	1.598
				0.040	25818.621	0.039		31210.425	3.086	0.569	2.356	4.218	-3.727	1.760	1.372
					0.744			10.741	5.807	35.242	10.138	-4.745	-6.402	2.226	5.982
					61525.200			72229.500	6.515	0.240	6.056	4.200	-3.522	1.780	1.729
c	1	0.046	0.040	0.048	58784.285	0.061	62.159	88670.367	7.742	0.079	7.741	1.849	-1.842	0.167	0.147
	2	0.042	0.044	0.048	65156.703	0.061	67.450	88901.758	6.895	-0.115	6.891	2.695	-2.687	0.219	0.187
	3	0.037	0.049	0.048	72808.117	0.061	73.510	89085.898	5.701	-0.178	5.673	3.941	-3.906	0.541	0.511
	4	0.032	0.052	0.048	79229.266	0.061	79.560	87936.133	4.143	-0.020	3.999	5.680	-5.580	1.075	1.075
g	5	0.027	0.055	0.048	83135.938	0.061	85.011	87380.188	2.915	-0.040	2.515	7.214	-7.063	1.473	1.473
l	6	0.015	0.059	0.048	40158.582	0.061	96.508	59398.742	6.203	-0.441	4.619	6.459	-4.960	4.141	4.118
	7	0.010	0.061	0.048	48065.918	0.061	101.355	77811.156	7.706	1.124	5.938	6.114	-3.640	4.913	4.784
	8	0.003	0.061	0.048	53003.000	0.061	108.026	84065.414	7.843	0.690	7.273	3.741	-2.305	2.948	2.866
	9	-0.004	0.061	0.048	54169.379	0.061	114.694	87309.633	8.129	0.332	8.020	2.060	-1.558	1.347	1.305
	10	-0.012	0.060	0.048	58488.406	0.061	121.953	88792.242	7.794	0.081	7.793	1.795	-1.785	0.183	0.164
				0.048	61061.479	0.061		82760.519	6.678	0.225	6.249	3.997	-3.329	1.723	1.679
					0.759			-12.725	-2.439	6.620	-3.088	5.067	5.792	3.305	3.010
					90939.500			112994.000	7.548	0.083	6.969	6.539	-5.804	2.564	2.555
d	1	0.029	0.077	0.050	94022.250	0.082	90.744	122375.750	7.541	0.024	7.468	5.381	-5.278	1.050	1.050
	2	0.021	0.079	0.050	98960.477	0.082	95.955	123312.750	6.986	-0.044	6.913	5.945	-5.861	1.006	1.005
	3	0.013	0.081	0.050	104421.086	0.082	102.008	123660.203	6.206	-0.102	6.079	6.807	-6.694	1.244	1.240
	4	0.004	0.082	0.050	108934.875	0.082	108.075	124142.539	5.502	-0.055	5.184	7.802	-7.590	1.827	1.827
g	5	-0.002	0.082	0.050	111385.320	0.082	112.297	123605.281	4.949	-0.170	4.372	8.715	-8.401	2.320	2.314
l	6	-0.013	0.081	0.050	66939.234	0.082	120.172	98430.078	7.943	-0.618	6.667	7.477	-6.105	4.317	4.273
	7	-0.023	0.079	0.050	75506.898	0.082	127.443	116786.734	9.096	0.396	7.487	7.390	-5.285	5.165	5.150
	8	-0.035	0.074	0.050	84268.227	0.082	136.521	122889.156	8.799	0.315	8.226	5.514	-4.547	3.121	3.105
	9	-0.044	0.069	0.050	87972.070	0.082	143.184	122398.992	8.307	0.163	8.114	4.988	-4.659	1.782	1.775
	10	-0.052	0.063	0.050	93854.391	0.082	150.456	122616.727	7.594	0.028	7.520	5.360	-5.253	1.066	1.066
				0.050	90338.016	0.082		119136.552	7.588	0.063	7.045	6.415	-5.727	2.489	2.479
					0.666			-5.156	-0.527	32.562	-1.084	1.935	1.357	3.014	3.073

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					120199.000			160239.000	7.378	-0.127	7.125	8.905	-8.650	1.562	0.990
e	1	0.009	0.101	0.050	119660.016	0.101	105.893	148067.047	7.544	-0.020	7.531	8.202	-8.190	0.445	-0.445
	2	-0.006	0.101	0.050	122585.578	0.101	114.476	145767.563	6.814	-0.080	6.739	9.092	-9.036	1.012	-1.009
	3	-0.022	0.099	0.050	126159.586	0.101	123.564	142534.484	5.718	-0.218	5.690	10.098	-10.085	0.559	-0.515
	4	-0.032	0.096	0.050	127975.922	0.101	129.618	144399.656	5.710	-0.305	5.662	10.138	-10.112	0.734	0.668
g	5	-0.044	0.091	0.050	128152.953	0.101	136.884	156654.031	7.559	-0.415	6.970	9.279	-8.805	2.927	2.898
l	6	-0.053	0.086	0.050	102034.172	0.101	142.333	139272.516	8.641	-0.381	7.744	8.900	-8.031	3.835	3.816
	7	-0.060	0.082	0.050	109515.039	0.101	147.180	155203.375	9.571	-0.078	8.630	8.258	-7.145	4.140	4.139
	8	-0.069	0.074	0.050	117046.570	0.101	153.843	153666.781	8.565	0.032	8.309	7.753	-7.466	2.086	2.086
	9	-0.075	0.067	0.050	118557.875	0.101	159.293	152087.484	8.197	0.029	8.175	7.626	-7.600	0.618	0.617
	10	-0.083	0.058	0.050	120084.141	0.101	165.952	148813.516	7.589	-0.006	7.577	8.208	-8.198	0.423	-0.423
				0.050	119716.837	0.101		148637.854	7.401	-0.128	7.168	8.840	-8.602	1.493	0.884
					0.403			7.805	-0.305	-0.982	-0.609	0.735	0.556	4.687	11.953
					140870.000			185178.000	10.037	0.003	9.970	9.416	-9.349	1.016	1.015
f	1	0.001	0.124	0.050	139676.547	0.124	110.628	187780.844	9.820	-0.064	9.790	9.547	-9.517	0.759	0.757
	2	-0.012	0.123	0.050	140876.813	0.124	116.555	189057.906	9.829	-0.005	9.702	9.744	-9.617	1.574	1.574
	3	-0.026	0.121	0.050	146867.750	0.124	123.217	193050.000	9.624	0.047	9.412	10.108	-9.907	2.010	2.009
	4	-0.040	0.117	0.050	148631.797	0.124	129.879	194824.516	9.622	0.047	9.507	9.924	-9.812	1.489	1.488
	5	-0.053	0.112	0.050	143588.063	0.124	136.537	194153.281	10.064	0.054	10.004	9.377	-9.315	1.091	1.089
	6	-0.066	0.105	0.050	137820.531	0.124	143.202	192531.766	10.470	0.049	10.428	8.941	-8.891	0.944	0.943
	7	-0.078	0.096	0.050	134926.031	0.124	149.862	191103.781	10.609	0.001	10.594	8.744	-8.725	0.575	0.575
	8	-0.088	0.087	0.050	136944.672	0.124	156.520	190275.375	10.335	-0.016	10.328	8.999	-8.991	0.397	0.397
	9	-0.098	0.076	0.050	138773.844	0.124	163.189	188696.531	10.000	-0.046	9.990	9.339	-9.328	0.439	0.436
	10	-0.107	0.063	0.050	139674.688	0.124	170.456	187652.234	9.806	-0.054	9.778	9.568	-9.540	0.732	0.730
				0.050	140557.505	0.124		191048.857	10.014	0.002	9.944	9.444	-9.374	1.024	1.023
					0.222			-3.073	0.229	18.695	0.263	-0.296	-0.272	-0.788	-0.788

		Presek II			Span 0.1											
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _m =C _m	W _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				20392.000			20914.600	3.041	0.985	2.869	1.015	-0.005	1.015	0.247	
a	1	0.017	-0.006	0.005	20383.947	0.018	2.114	24923.703	3.009	0.963	2.841	0.994	-0.005	0.994	0.244	
	2	0.018	-0.004	0.005	20391.520	0.018	8.043	25051.904	3.038	0.985	2.863	1.018	-0.010	1.018	0.257	
	3	0.018	-0.002	0.005	20402.043	0.018	14.766	25032.037	3.035	0.982	2.863	1.014	-0.009	1.014	0.252	
	4	0.018	0.000	0.005	20408.174	0.018	21.374	25018.664	3.035	0.984	2.866	1.014	-0.009	1.014	0.247	
	5	0.018	0.002	0.005	20404.000	0.018	28.049	25009.596	3.035	0.983	2.862	1.014	-0.010	1.014	0.250	
	6	0.018	0.004	0.005	20397.943	0.018	34.680	25031.537	3.039	0.984	2.870	1.013	-0.005	1.013	0.242	
	7	0.017	0.006	0.005	20387.623	0.018	41.309	25025.201	3.044	0.985	2.873	1.014	-0.001	1.014	0.241	
	8	0.016	0.008	0.005	20379.578	0.018	48.006	25022.000	3.046	0.984	2.874	1.013	0.002	1.013	0.242	
	9	0.015	0.010	0.005	20373.182	0.018	54.716	25032.397	3.048	0.989	2.874	1.019	0.001	1.019	0.246	
	10	0.014	0.012	0.005	20380.217	0.018	61.926	25019.932	3.042	0.985	2.868	1.016	-0.003	1.016	0.247	
				0.005	20391.098	0.018		25023.256	3.039	0.984	2.867	1.014	-0.005	1.014	0.247	
					0.004			-16.419	0.062	0.138	0.070	0.110	-6.537	0.110	-0.3	
					26043.500			33580.600	4.084	0.820	3.385	3.670	-2.957	1.991	1.550	
b	1	0.041	-0.001	0.037	25834.785	0.041	19.581	36815.965	4.692	1.128	4.291	2.797	-2.056	1.897	1.526	
	2	0.041	0.003	0.037	26789.531	0.041	24.952	36696.090	4.456	0.784	4.091	2.860	-2.251	1.764	1.580	
	3	0.040	0.007	0.037	27994.281	0.041	31.009	36365.648	4.092	0.631	3.707	3.154	-2.635	1.734	1.616	
	4	0.039	0.011	0.037	29717.418	0.041	37.070	36293.891	3.601	0.716	3.017	3.866	-3.326	1.962	1.828	
g	5	0.038	0.015	0.037	30523.805	0.041	43.109	32358.256	1.835	-1.656	-0.442	7.019	-6.786	1.776	0.640	
l	6	0.032	0.025	0.037	20836.104	0.041	59.450	27945.365	3.769	0.940	3.220	3.688	-3.123	1.961	1.722	
	7	0.030	0.028	0.037	22063.094	0.041	63.715	35259.164	5.127	1.816	4.398	3.280	-1.945	2.641	1.919	
	8	0.027	0.030	0.037	23568.106	0.041	68.551	36221.203	5.030	1.726	4.396	3.135	-1.950	2.452	1.743	
	9	0.025	0.032	0.037	24744.996	0.041	73.407	36615.543	4.874	1.498	4.359	2.950	-1.984	2.182	1.587	
	10	0.021	0.035	0.037	25851.566	0.041	79.454	36694.930	4.659	1.133	4.254	2.824	-2.089	1.901	1.527	
				0.037	25923.435	0.041		34172.523	3.899	0.593	3.056	3.954	-3.288	1.992	1.490	
					0.463			-1.732	4.727	38.369	10.789	-7.193	-10.055	-0.070	4.021	

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _φ	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					60398.400			70215.900	7.020	0.481	6.608	3.930	-3.054	1.900	1.557
c	1	0.046	0.041	0.045	58045.086	0.062	62.489	91018.984	8.131	-0.034	8.125	1.550	-1.515	0.330	0.329
	2	0.042	0.045	0.045	65105.203	0.062	67.945	90467.922	7.125	-0.459	7.101	2.634	-2.562	0.608	0.399
	3	0.037	0.049	0.045	73527.195	0.062	73.999	90554.469	5.832	-0.622	5.745	4.044	-3.917	1.007	0.792
	4	0.032	0.053	0.045	79855.547	0.062	80.058	89502.500	4.379	-0.550	4.112	5.751	-5.551	1.506	1.403
g	5	0.027	0.056	0.045	83620.367	0.062	85.506	86690.328	2.464	-0.514	1.968	7.835	-7.695	1.484	1.392
l	6	0.016	0.060	0.045	37859.680	0.062	96.411	52911.496	5.490	-1.177	4.200	6.505	-5.461	3.535	3.333
	7	0.010	0.061	0.045	45265.356	0.062	101.862	84115.617	8.755	2.692	7.467	5.074	-2.194	4.576	3.700
	8	0.003	0.062	0.045	50510.160	0.062	108.527	92978.750	9.202	2.125	8.695	3.173	-0.967	3.020	2.146
	9	-0.005	0.062	0.045	52718.547	0.062	115.180	92838.328	8.961	0.958	8.867	1.557	-0.797	1.335	0.930
	10	-0.012	0.061	0.045	58293.106	0.062	122.448	91484.734	8.156	0.014	8.151	1.544	-1.512	0.315	0.314
				0.045	59957.171	0.062		84741.096	7.170	0.467	6.784	3.758	-2.877	1.857	1.493
					0.736			-17.141	-2.095	3.133	-2.585	4.562	6.151	2.284	4.289
					90592.300			112195.000	7.502	0.128	7.000	6.459	-5.795	2.392	2.327
d	1	0.028	0.077	0.048	94111.156	0.082	90.989	120773.039	7.309	-0.101	7.253	5.615	-5.540	0.914	0.908
	2	0.021	0.079	0.048	99415.758	0.082	96.449	122199.305	6.756	-0.279	6.680	6.197	-6.114	1.013	0.974
	3	0.012	0.081	0.048	104965.906	0.082	102.513	123509.023	6.090	-0.392	5.920	7.016	-6.874	1.417	1.362
	4	0.003	0.082	0.048	109271.211	0.082	108.561	124837.539	5.578	-0.404	5.178	7.893	-7.616	2.076	2.036
g	5	-0.002	0.082	0.048	111474.922	0.082	112.194	124933.969	5.194	-0.424	4.570	8.586	-8.224	2.469	2.432
l	6	-0.014	0.081	0.048	67072.734	0.082	120.668	107621.258	9.015	-1.065	7.527	7.236	-5.267	4.962	4.847
	7	-0.024	0.078	0.048	74933.188	0.082	127.942	119069.734	9.393	1.046	8.099	6.683	-4.694	4.757	4.641
	8	-0.036	0.074	0.048	83289.016	0.082	137.029	121688.117	8.765	0.811	8.400	5.065	-4.394	2.514	2.381
	9	-0.044	0.069	0.048	87321.938	0.082	143.083	120802.117	8.186	0.336	8.053	4.971	-4.741	1.487	1.448
	10	-0.053	0.063	0.048	94146.914	0.082	150.949	121236.273	7.369	-0.080	7.311	5.561	-5.483	0.930	0.927
				0.048	90094.663	0.082		120058.312	7.655	0.114	7.178	6.276	-5.616	2.359	2.291
					0.552			-6.550	-2.000	12.287	-2.477	2.906	3.177	1.383	1.562
					120133.000			162825.000	7.024	-0.194	6.788	9.204	-8.980	1.495	0.994
e	1	0.010	0.101	0.048	119114.875	0.101	105.677	141521.531	6.691	0.017	6.672	9.027	-9.012	0.509	-0.51
	2	-0.005	0.101	0.048	122322.930	0.101	113.981	142776.391	6.397	-0.182	6.350	9.450	-9.418	0.777	-0.76
	3	-0.021	0.099	0.048	126050.039	0.101	123.060	141496.422	5.565	-0.501	5.538	10.245	-10.230	0.552	-0.23
	4	-0.036	0.094	0.048	128351.109	0.101	132.147	148468.969	6.329	-0.638	6.066	9.866	-9.702	1.804	1.688
g	5	-0.044	0.091	0.048	128491.047	0.101	136.988	157105.953	7.572	-0.648	6.947	9.320	-8.821	3.013	2.942
l	6	-0.053	0.086	0.048	102747.078	0.101	142.439	144653.844	9.167	-0.655	8.212	8.586	-7.556	4.076	4.024
	7	-0.062	0.080	0.048	111476.070	0.101	148.499	152177.234	9.027	0.197	8.363	8.153	-7.405	3.405	3.400
	8	-0.070	0.073	0.048	117012.750	0.101	154.553	148682.719	7.969	0.233	7.818	8.099	-7.950	1.548	1.530
	9	-0.076	0.067	0.048	118318.422	0.101	159.403	146321.688	7.473	0.155	7.463	8.319	-8.305	0.438	0.409
	10	-0.082	0.059	0.048	119742.070	0.101	165.456	144116.406	6.974	0.045	6.961	8.818	-8.806	0.443	-0.44
				0.048	119652.598	0.101		146551.902	7.069	-0.195	6.850	9.121	-8.911	1.452	0.922
					0.401			11.104	-0.644	-0.866	-0.910	0.905	0.774	2.929	7.727
					183469.000			183469.000	10.249	0.069	10.174	9.224	-9.145	1.123	1.113
f	1	0.001	0.124	0.048	139817.203	0.124	110.562	189603.828	9.991	-0.144	9.956	9.367	-9.329	0.841	0.828
	2	-0.012	0.123	0.048	141141.625	0.124	116.557	190665.938	9.966	-0.028	9.832	9.624	-9.487	1.625	1.625
	3	-0.026	0.121	0.048	146866.531	0.124	123.218	194033.375	9.725	0.153	9.510	10.017	-9.809	2.034	2.029
	4	-0.040	0.117	0.048	148491.281	0.124	129.879	195669.203	9.726	0.218	9.602	9.841	-9.718	1.556	1.540
	5	-0.053	0.112	0.048	143441.531	0.124	136.543	195300.906	10.191	0.206	10.121	9.276	-9.198	1.199	1.181
	6	-0.066	0.105	0.048	137640.297	0.124	143.202	194634.953	10.690	0.212	10.629	8.764	-8.689	1.140	1.120
	7	-0.078	0.096	0.048	134956.344	0.124	149.864	194425.594	10.917	0.125	10.892	8.460	-8.427	0.748	0.737
	8	-0.088	0.087	0.048	136909.797	0.124	156.528	193556.125	10.653	0.031	10.640	8.697	-8.679	0.550	0.549
	9	-0.098	0.076	0.048	138912.984	0.124	163.186	192090.203	10.324	-0.092	10.311	9.024	-9.008	0.537	0.529
	10	-0.107	0.063	0.048	139899.438	0.124	170.456	190361.609	10.057	-0.150	10.023	9.333	-9.296	0.831	0.818
				0.048	140584.376	0.124		193200.259	10.225	0.058	10.147	9.250	-9.170	1.125	1.116
					30.505			-5.037	0.242	17.814	0.264	-0.289	-0.275	-0.249	-0.3

			Presek III		Span 0.2										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _p	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				20228.100			21313.000	3.758	1.457	3.460	1.472	-0.001	1.472	0.213
a	1	0.021	-0.007	0.004	20208.225	0.022	3.993	27224.229	3.745	1.447	3.448	1.464	0.004	1.464	0.222
	2	0.022	-0.004	0.004	20222.004	0.022	9.616	27283.637	3.759	1.461	3.458	1.478	-0.003	1.478	0.229
	3	0.022	-0.002	0.004	20250.635	0.022	16.299	27290.190	3.751	1.454	3.453	1.470	-0.008	1.470	0.222
	4	0.022	0.001	0.004	20264.965	0.022	23.017	27285.135	3.748	1.457	3.449	1.474	-0.012	1.473	0.217
	5	0.022	0.003	0.004	20263.660	0.022	29.730	27288.918	3.750	1.458	3.450	1.473	-0.011	1.473	0.209
	6	0.021	0.006	0.004	20246.770	0.022	36.475	27296.822	3.755	1.457	3.457	1.471	-0.004	1.471	0.202
	7	0.021	0.008	0.004	20212.973	0.022	43.090	27301.965	3.761	1.454	3.466	1.467	0.004	1.467	0.200
	8	0.019	0.011	0.004	20202.123	0.022	49.921	27286.191	3.765	1.453	3.467	1.468	0.008	1.468	0.205
	9	0.018	0.013	0.004	20189.590	0.022	56.647	27281.879	3.766	1.452	3.468	1.468	0.009	1.467	0.215
	10	0.016	0.015	0.004	20203.119	0.022	63.932	27286.316	3.763	1.455	3.463	1.472	0.004	1.472	0.222
				0.004	20227.006	0.022		27285.748	3.757	1.456	3.459	1.471	-0.001	1.471	0.214
					0.005			-21.890	0.025	0.073	0.038	0.067	26.439	0.067	-0.19
					25411.600			32788.100	5.031	0.807	4.221	3.548	-2.426	2.366	1.811
b	1	0.043	0.000	0.034	24714.846	0.043	20.701	40786.156	5.677	1.010	5.274	2.512	-1.376	2.102	1.844
	2	0.042	0.004	0.034	25529.508	0.043	25.949	39899.824	5.366	0.636	4.891	2.819	-1.754	2.207	2.114
	3	0.042	0.008	0.034	27096.611	0.043	32.014	40559.422	5.191	0.555	4.588	3.183	-2.057	2.428	2.364
	4	0.041	0.012	0.034	29390.174	0.043	38.079	40067.539	4.590	0.413	3.804	3.836	-2.842	2.567	2.534
g	5	0.039	0.016	0.034	30267.682	0.043	43.509	34046.234	2.737	-2.271	0.032	7.156	-6.613	2.737	1.527
l	6	0.033	0.027	0.034	20650.188	0.043	59.856	27096.570	3.586	1.011	3.119	3.944	-3.527	1.768	1.452
	7	0.031	0.029	0.034	22148.006	0.043	64.722	40984.953	6.121	2.415	5.419	3.105	-1.228	2.852	1.517
	8	0.029	0.032	0.034	23356.307	0.043	68.948	41972.586	6.105	2.141	5.541	2.791	-1.104	2.564	1.410
	9	0.025	0.034	0.034	23803.559	0.043	74.388	41675.000	5.978	1.584	5.569	2.427	-1.077	2.177	1.494
	10	0.022	0.037	0.034	24713.865	0.043	80.454	40749.215	5.669	1.036	5.268	2.505	-1.377	2.093	1.819
				0.034	25301.312	0.043		37113.200	4.693	0.532	3.765	3.878	-2.881	2.336	1.754
					0.436			-11.654	7.207	51.594	12.101	-8.504	-15.792	1.274	3.286
					57711.800			68417.000	7.448	0.628	6.914	4.191	-2.856	2.437	1.644
c	1	0.047	0.041	0.042	56229.789	0.063	62.723	89879.359	8.212	-0.134	8.180	1.750	-1.591	0.728	0.716
	2	0.043	0.046	0.042	63214.469	0.063	67.959	89696.844	7.275	-0.894	7.175	2.870	-2.598	1.214	0.822
	3	0.038	0.050	0.042	72118.977	0.063	74.006	90666.594	6.079	-1.382	5.795	4.383	-3.976	1.842	1.219
	4	0.032	0.054	0.042	79144.555	0.063	80.050	90325.180	4.719	-1.337	4.160	6.034	-5.613	2.222	1.775
g	5	0.028	0.056	0.042	82924.289	0.063	84.903	87943.586	3.152	-1.214	2.294	7.782	-7.476	2.163	1.790
l	6	0.016	0.061	0.042	34878.922	0.063	96.407	47298.371	4.950	-0.728	3.879	6.644	-5.891	3.075	2.988
	7	0.008	0.062	0.042	42861.234	0.063	103.687	95992.523	10.309	4.127	9.103	4.888	-0.667	4.843	2.535
	8	0.000	0.063	0.042	46737.508	0.063	110.958	93904.172	9.709	2.512	9.233	3.067	-0.538	3.020	1.677
	9	-0.006	0.062	0.042	49802.262	0.063	116.398	90605.516	9.041	1.147	8.898	1.825	-0.873	1.601	1.117
	10	-0.012	0.061	0.042	55566.953	0.063	122.456	89284.664	8.215	-0.107	8.180	1.781	-1.590	0.797	0.789
				0.042	57144.810	0.063		84186.069	7.552	0.531	7.052	4.026	-2.719	2.374	1.590
					0.992			-18.731	-1.378	18.190	-1.958	4.107	5.055	2.680	3.393
					89535.800			112180.000	7.257	0.110	6.794	6.623	-6.031	2.276	2.029
d	1	0.029	0.077	0.045	93298.023	0.082	90.701	116326.883	6.789	-0.265	6.741	6.119	-6.066	0.810	0.765
	2	0.021	0.079	0.045	98288.461	0.082	95.953	118445.195	6.354	-0.630	6.253	6.666	-6.571	1.129	0.937
	3	0.013	0.081	0.045	103862.797	0.082	102.002	122291.242	6.075	-0.911	5.830	7.201	-6.994	1.711	1.448
	4	0.004	0.082	0.045	108423.719	0.082	108.063	124969.961	5.757	-0.945	5.262	7.913	-7.562	2.334	2.135
g	5	-0.002	0.082	0.045	110889.891	0.082	112.297	124471.438	5.216	-0.918	4.498	8.734	-8.326	2.642	2.477
l	6	-0.014	0.081	0.045	63673.863	0.082	120.780	104531.703	9.051	-2.010	7.440	7.454	-5.384	5.155	4.747
	7	-0.023	0.079	0.045	72929.367	0.082	127.443	118813.367	9.576	1.892	8.513	6.154	-4.311	4.390	3.961
	8	-0.035	0.074	0.045	81719.813	0.082	136.520	117122.188	8.417	1.320	8.120	5.196	-4.705	2.212	1.775
	9	-0.045	0.069	0.045	87189.750	0.082	143.793	114612.305	7.408	0.366	7.343	5.566	-5.481	0.977	0.906
	10	-0.052	0.063	0.045	93099.023	0.082	150.455	115924.844	6.759	-0.249	6.713	6.161	-6.112	0.790	0.749
				0.045	88987.818	0.082		117266.710	7.405	0.080	6.956	6.468	-5.868	2.257	2.002
					0.616			-4.338	-1.996	37.157	-2.327	2.409	2.783	0.828	1.383
					119678.000			168062.000	6.362	-0.272	6.136	9.809	-9.628	1.427	0.978
e	1	0.010	0.101	0.046	119063.352	0.101	105.699	135817.250	5.744	0.071	5.734	9.997	-9.991	0.351	-0.34
	2	-0.005	0.101	0.046	121524.156	0.101	113.979	136401.453	5.436	-0.353	5.412	10.366	-10.352	0.515	-0.38
	3	-0.021	0.099	0.046	125148.656	0.101	123.065	139485.281	5.349	-0.937	5.252	10.559	-10.512	1.007	0.367
	4	-0.032	0.096	0.046	127298.055	0.101	129.722	145615.234	6.055	-1.160	5.756	10.183	-10.008	1.879	1.479
g	5	-0.044	0.091	0.046	127962.422	0.101	136.989	156411.656	7.551	-0.903	6.897	9.384	-8.867	3.073	2.938
l	6	-0.053	0.086	0.046	102598.133	0.101	142.438	142826.188	8.981	-0.986	8.043	8.697	-7.722	3.998	3.875
	7	-0.062	0.080	0.046	111494.500	0.101	148.498	144081.453	8.055	0.595	7.609	8.574	-8.155	2.644	2.576

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _m =C _m	W _r
	8	-0.070	0.073	0.046	116965.523	0.101	154.557	139569.813	6.709	0.566	6.641	9.175	-9.124	0.965	0.782
	9	-0.076	0.067	0.046	118036.359	0.101	159.397	137121.875	6.176	0.378	6.165	9.607	-9.600	0.383	-0.06
	10	-0.082	0.059	0.046	119324.805	0.101	165.455	136485.125	5.825	0.111	5.814	9.957	-9.950	0.367	-0.35
				0.046	119302.204	0.101		141554.326	6.381	-0.284	6.170	9.765	-9.591	1.375	0.910
					0.315			18.726	-0.298	-4.150	-0.545	0.450	0.381	3.718	7.460
					140859.000			181860.000	10.457	0.125	10.368	9.049	-8.951	1.282	1.246
f	1	0.002	0.124	0.046	139933.906	0.124	110.486	192809.047	10.292	-0.330	10.235	9.154	-9.089	1.083	1.031
	2	-0.011	0.123	0.046	141218.422	0.124	116.055	192646.766	10.155	-0.125	10.014	9.456	-9.304	1.685	1.680
	3	-0.025	0.121	0.046	146723.625	0.124	122.718	195022.828	9.841	0.274	9.624	9.911	-9.695	2.057	2.039
	4	-0.039	0.117	0.046	148649.438	0.124	129.377	196414.484	9.785	0.424	9.648	9.809	-9.672	1.638	1.582
	5	-0.052	0.112	0.046	143879.359	0.124	136.041	196456.422	10.268	0.433	10.180	9.237	-9.139	1.347	1.276
	6	-0.065	0.105	0.046	137823.594	0.124	142.701	197018.250	10.891	0.358	10.812	8.606	-8.507	1.310	1.260
	7	-0.077	0.097	0.046	134672.938	0.124	149.363	197501.969	11.223	0.275	11.176	8.206	-8.142	1.024	0.986
	8	-0.088	0.087	0.046	136443.188	0.124	156.026	196611.391	10.984	0.062	10.955	8.400	-8.363	0.791	0.789
	9	-0.097	0.077	0.046	138470.734	0.124	162.690	195023.359	10.643	-0.191	10.617	8.734	-8.702	0.752	0.727
	10	-0.106	0.064	0.046	139856.313	0.124	169.960	192940.234	10.312	-0.325	10.257	9.123	-9.062	1.056	1.005
				0.046	140543.455	0.124		195410.256	10.444	0.101	10.353	9.065	-8.966	1.287	1.255
					0.225			-6.934	0.125	23.757	0.143	-0.181	-0.168	-0.365	-0.66

		Presek IV			Span 0.35											
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _m =C _m	W _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cf x				19976.300			21462.800	4.724	1.720	4.400	1.727	0.007	1.726	0.143	
a	1	0.027	-0.007	0.001	19921.313	0.028	6.579	30960.088	4.705	1.734	4.370	1.743	0.018	1.743	0.180	
	2	0.028	-0.004	0.001	19992.955	0.028	12.555	31135.209	4.723	1.732	4.393	1.741	0.000	1.741	0.176	
	3	0.028	-0.001	0.001	20076.772	0.028	19.233	31127.014	4.703	1.727	4.374	1.735	-0.019	1.735	0.163	
	4	0.028	0.002	0.001	20117.596	0.028	25.873	31122.070	4.694	1.721	4.369	1.727	-0.026	1.727	0.139	
	5	0.028	0.006	0.001	20092.990	0.028	32.538	31105.598	4.698	1.713	4.374	1.717	-0.018	1.717	0.118	
	6	0.027	0.009	0.001	20010.313	0.028	39.197	31104.160	4.714	1.706	4.396	1.710	0.003	1.710	0.108	
	7	0.026	0.012	0.001	19910.324	0.028	45.886	31117.037	4.738	1.709	4.419	1.713	0.026	1.713	0.114	
	8	0.024	0.015	0.001	19846.838	0.028	52.532	31122.305	4.751	1.715	4.432	1.721	0.038	1.720	0.135	
	9	0.022	0.017	0.001	19842.773	0.028	59.221	31127.441	4.755	1.725	4.429	1.732	0.037	1.732	0.158	
	10	0.020	0.020	0.001	19909.190	0.028	66.443	31127.594	4.741	1.733	4.410	1.742	0.019	1.742	0.175	
				0.001	19972.993	0.028		31112.971	4.724	1.720	4.399	1.727	0.008	1.727	0.144	
					0.017			-31.017	0.013	-0.005	0.019	-0.008	-11.298	-0.009	-0.428	
					22440.000			31952.000	6.783	1.421	5.677	4.052	-1.447	3.310	1.945	
b	1	0.046	0.000	0.030	21401.848	0.046	21.660	47914.488	7.289	1.345	6.875	2.432	-0.228	2.421	2.014	
	2	0.045	0.005	0.030	21657.145	0.046	26.950	45016.258	6.840	0.468	6.342	2.676	-0.781	2.559	2.516	
	3	0.045	0.009	0.030	23512.313	0.046	33.007	44186.645	6.437	0.118	5.658	3.402	-1.465	3.069	3.067	
	4	0.043	0.014	0.030	27402.777	0.046	39.068	44760.770	5.892	0.044	4.749	4.220	-2.374	3.486	3.486	
g	5	0.042	0.018	0.030	29128.293	0.046	44.496	36337.453	3.733	-2.843	0.282	7.790	-6.843	3.714	2.391	
l	6	0.035	0.029	0.030	18068.482	0.046	60.858	37596.695	6.169	3.202	5.211	3.815	-1.913	3.302	0.807	
	7	0.033	0.032	0.030	18918.297	0.046	65.103	59655.992	9.002	4.692	7.669	4.743	0.545	4.712	0.434	
	8	0.030	0.034	0.030	20001.436	0.046	69.946	56702.516	8.542	3.808	7.579	3.966	0.456	3.940	1.015	
	9	0.027	0.037	0.030	20708.361	0.046	75.403	53194.164	8.053	2.770	7.417	3.149	0.294	3.134	1.467	
	10	0.023	0.040	0.030	21245.203	0.046	81.457	48750.551	7.413	1.479	6.985	2.487	-0.138	2.483	1.994	
				0.030	22571.756	0.046		45313.383	6.523	1.198	5.222	4.282	-1.900	3.340	1.883	
					-0.584			-29.487	3.983	18.679	8.708	-5.391	-23.849	-0.919	3.294	
					52372.800			67160.400	7.816	0.904	6.833	5.187	-3.130	3.578	2.309	
c	1	0.049	0.041	0.038	48042.332	0.064	60.312	80288.711	8.040	0.365	7.758	3.027	-2.166	2.113	2.081	
	2	0.045	0.045	0.038	55793.199	0.064	65.952	82262.625	7.250	-0.980	6.933	3.699	-3.030	2.120	1.881	
	3	0.040	0.050	0.038	65602.148	0.064	72.006	87176.688	6.556	-2.128	5.877	5.008	-4.089	2.893	1.960	
	4	0.035	0.054	0.038	75025.695	0.064	78.055	90981.375	5.640	-2.469	4.461	6.496	-5.502	3.453	2.415	
g	5	0.029	0.057	0.038	81404.914	0.064	84.117	89106.547	3.917	-2.168	2.198	8.416	-7.765	3.244	2.413	
l	6	0.016	0.062	0.038	28415.830	0.064	96.223	53375.051	7.024	2.795	5.833	5.689	-4.130	3.911	2.736	
	7	0.012	0.063	0.038	33498.813	0.064	100.471	96890.484	11.273	5.605	9.363	6.308	-0.599	6.279	2.831	
	8	0.004	0.064	0.038	37564.039	0.064	107.127	90944.430	10.337	4.311	9.066	5.048	-0.898	4.966	2.466	
	9	-0.003	0.064	0.038	41940.277	0.064	113.795	83293.570	9.083	2.311	8.462	3.626	-1.501	3.300	2.356	
	10	-0.010	0.063	0.038	48334.945	0.064	120.450	80574.102	8.034	0.421	7.750	3.066	-2.213	2.121	2.079	
				0.038	52018.288	0.064		82709.997	7.979	0.893	7.030	4.992	-2.932	3.566	2.310	
					0.682			-18.800	-2.045	1.147	-2.797	3.913	6.786	0.342	-0.032	

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _p	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					87807.100			116149.000	6.331	-0.030	5.882	7.457	-7.003	2.165	1.687
d	1	0.030	0.077	0.042	90985.047	0.082	89.483	104271.922	5.142	-0.551	5.048	7.874	-7.813	0.981	0.811
	2	0.023	0.079	0.042	96188.758	0.083	94.943	110523.313	5.345	-1.008	5.132	7.896	-7.752	1.498	1.108
	3	0.014	0.081	0.042	101992.367	0.083	101.005	118880.117	5.813	-1.417	5.374	7.830	-7.511	2.217	1.704
	4	0.006	0.082	0.042	107011.945	0.083	107.059	124986.938	6.002	-1.562	5.289	8.106	-7.595	2.836	2.368
g	5	-0.001	0.083	0.042	110016.883	0.083	111.903	125551.070	5.578	-1.483	4.663	8.772	-8.221	3.061	2.678
l	6	-0.013	0.081	0.042	61116.004	0.083	120.384	79790.719	6.102	-1.801	4.949	8.701	-7.935	3.570	3.082
	7	-0.023	0.079	0.042	69515.930	0.083	127.051	110937.914	9.085	2.678	8.279	5.944	-4.607	3.752	2.628
	8	-0.033	0.076	0.042	77213.930	0.083	134.311	102553.250	7.114	1.601	6.851	6.335	-6.034	1.923	1.066
	9	-0.043	0.071	0.042	84308.203	0.083	142.187	99591.711	5.535	0.167	5.496	7.417	-7.388	0.660	0.638
	10	-0.051	0.065	0.042	91079.281	0.083	149.451	104408.914	5.152	-0.536	5.064	7.878	-7.820	0.950	0.785
				0.042	87034.211	0.083		107055.548	6.299	-0.076	5.866	7.438	-7.017	2.110	1.605
					0.888			8.494	0.512	-61.018	0.270	0.261	-0.199	2.600	5.132
					119258.000			176349.000	5.562	-0.259	5.284	10.658	-10.484	1.617	1.369
e	1	0.010	0.101	0.042	118590.938	0.101	105.433	127180.383	4.139	0.149	4.082	11.681	-11.661	0.688	0.672
	2	-0.005	0.101	0.042	120881.492	0.101	113.980	130965.781	4.482	-0.331	4.381	11.426	-11.387	0.950	0.891
	3	-0.021	0.099	0.042	124365.695	0.101	123.061	138799.969	5.364	-1.313	5.008	10.932	-10.759	1.928	1.411
	4	-0.034	0.095	0.042	126968.508	0.101	130.935	150854.141	6.918	-1.514	6.331	9.840	-9.436	2.791	2.345
g	5	-0.044	0.091	0.042	127342.117	0.101	136.990	153896.516	7.292	-1.079	6.636	9.618	-9.131	3.023	2.823
l	6	-0.053	0.086	0.042	103480.375	0.101	142.440	128633.750	7.035	-0.444	6.368	9.864	-9.399	2.990	2.957
	7	-0.062	0.080	0.042	111259.477	0.101	148.497	133287.672	6.637	1.177	6.348	9.620	-9.420	1.945	1.549
	8	-0.070	0.073	0.042	116301.055	0.101	154.553	130842.195	5.383	0.727	5.310	10.496	-10.457	0.893	0.518
	9	-0.077	0.065	0.042	118023.883	0.101	160.609	128470.719	4.549	0.342	4.519	11.257	-11.248	0.504	0.370
	10	-0.082	0.059	0.042	118822.836	0.101	165.454	127982.156	4.254	0.167	4.212	11.571	-11.554	0.606	0.582
				0.042	118863.835	0.101		135445.672	5.537	-0.271	5.267	10.666	-10.498	1.589	1.328
					0.332			30.199	0.453	-4.223	0.326	-0.072	-0.142	1.794	3.080
					140593.000			179325.000	10.789	0.129	10.671	8.790	-8.648	1.565	1.502
f	1	0.002	0.124	0.042	140528.141	0.124	110.304	197950.750	10.727	-0.580	10.598	8.936	-8.780	1.662	1.558
	2	-0.011	0.123	0.042	142175.547	0.124	116.056	196120.813	10.399	-0.208	10.224	9.290	-9.094	1.900	1.888
	3	-0.025	0.121	0.042	147191.297	0.124	122.717	197502.578	10.044	0.380	9.845	9.679	-9.473	1.989	1.952
	4	-0.039	0.117	0.042	148263.359	0.124	129.376	198198.609	10.001	0.581	9.877	9.573	-9.442	1.578	1.467
	5	-0.052	0.112	0.042	143369.547	0.124	136.041	199054.313	10.563	0.558	10.471	8.956	-8.847	1.392	1.276
	6	-0.065	0.105	0.042	137074.250	0.124	142.701	200797.594	11.300	0.500	11.191	8.277	-8.128	1.567	1.485
	7	-0.077	0.097	0.042	133807.313	0.124	149.361	201912.281	11.683	0.361	11.594	7.858	-7.725	1.443	1.397
	8	-0.088	0.087	0.042	135631.125	0.124	156.027	200900.828	11.436	0.055	11.367	8.050	-7.952	1.256	1.255
	9	-0.097	0.077	0.042	137784.141	0.124	162.686	198538.109	11.034	-0.396	10.949	8.478	-8.370	1.361	1.302
	10	-0.106	0.064	0.042	140189.844	0.124	169.954	196358.922	10.612	-0.573	10.491	8.970	-8.827	1.595	1.489
				0.042	140320.538	0.124		198845.576	10.779	0.092	10.659	8.806	-8.663	1.575	1.516
					0.194			-9.817	0.093	40.130	0.112	-0.180	-0.168	-0.602	-0.943

			Presek V		Span 0.5										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _p	W _m =C _m	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				19815.800			20837.700	5.543	1.426	5.358	1.429	0.006	1.428	0.072
a	1	0.034	-0.007	0.000	19729.016	0.034	9.391	35242.180	5.578	1.463	5.381	1.470	0.010	1.470	0.140
	2	0.034	-0.004	0.000	19941.465	0.034	15.129	35166.461	5.522	1.479	5.321	1.485	-0.031	1.485	0.134
	3	0.034	0.000	0.000	20171.500	0.034	21.794	35161.883	5.478	1.452	5.286	1.456	-0.068	1.455	0.086
	4	0.034	0.005	0.000	20219.135	0.034	28.532	35137.078	5.468	1.412	5.284	1.414	-0.066	1.413	0.034
	5	0.033	0.008	0.000	20059.023	0.034	35.276	35161.551	5.501	1.386	5.325	1.386	-0.026	1.386	0.003
	6	0.032	0.012	0.000	19786.023	0.034	41.975	35164.219	5.550	1.374	5.378	1.374	0.028	1.374	-0.001
	7	0.030	0.016	0.000	19531.557	0.034	48.679	35139.801	5.592	1.380	5.420	1.383	0.069	1.381	0.034
	8	0.028	0.019	0.000	19433.354	0.034	55.412	35152.027	5.612	1.415	5.431	1.420	0.080	1.418	0.081
	9	0.026	0.023	0.000	19484.897	0.034	62.143	35140.137	5.600	1.449	5.411	1.456	0.059	1.455	0.123
	10	0.023	0.026	0.000	19730.830	0.034	69.403	35244.750	5.578	1.462	5.381	1.469	0.010	1.469	0.139
				0.000	19802.230	0.034		35162.789	5.547	1.425	5.362	1.428	0.009	1.427	0.072
				-0.113	0.069			-40.739	-0.072	0.079	-0.083	0.079	-27.805	0.076	-0.442
					16711.700			31567.600	8.661	2.732	7.119	5.264	-0.505	4.687	1.994
b	1	0.049	0.001	0.027	14378.661	0.049	22.531	59511.262	9.513	3.307	8.573	4.228	0.943	4.122	2.460
	2	0.048	0.006	0.027	14762.312	0.049	27.995	53449.309	8.808	1.423	7.962	3.783	0.340	3.768	3.489

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _o	w _{m=C_m}	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	3	0.048	0.011	0.027	18526.678	0.049	34.097	48460.113	7.747	-0.056	6.733	3.934	-0.890	3.831	3.831
	4	0.046	0.016	0.027	24633.693	0.049	40.209	46628.785	6.635	-0.331	5.281	4.647	-2.341	4.012	3.999
g	5	0.045	0.019	0.027	27420.883	0.049	43.879	39560.641	4.830	-2.351	2.206	6.914	-5.417	4.285	3.582
l	6	0.037	0.031	0.027	10200.183	0.049	60.963	53772.664	9.325	5.926	7.148	6.005	-0.476	5.986	-0.851
	7	0.035	0.034	0.027	12342.386	0.049	65.837	75486.039	11.212	6.458	9.166	6.640	1.543	6.459	-0.093
	8	0.031	0.038	0.027	14222.355	0.049	71.339	72519.539	10.789	5.815	9.069	6.021	1.446	5.845	0.593
	9	0.027	0.041	0.027	14764.798	0.049	77.458	66404.984	10.159	4.684	8.901	5.058	1.278	4.893	1.415
	10	0.023	0.043	0.027	14244.887	0.049	82.852	59853.551	9.563	3.338	8.607	4.276	0.954	4.168	2.496
				0.027	16800.069	0.049		55842.968	8.580	2.714	6.900	5.429	-0.724	4.856	1.898
					-0.526			-43.471	0.942	0.649	3.171	-3.035	-30.278	-3.499	5.052
					47571.500			68375.500	8.154	1.181	6.583	6.299	-3.603	4.639	3.151
c	1	0.052	0.039	0.034	42863.348	0.065	57.798	76620.578	8.221	1.409	7.383	4.562	-2.771	3.622	3.338
	2	0.048	0.045	0.034	49990.344	0.065	64.049	75362.945	7.118	-0.432	6.458	4.793	-3.729	3.006	2.975
	3	0.042	0.050	0.034	60296.363	0.065	70.713	81201.211	6.456	-2.334	5.252	6.200	-4.934	3.753	2.940
	4	0.036	0.054	0.034	71578.961	0.065	77.378	90477.977	6.147	-3.257	3.933	7.838	-6.253	4.726	3.424
g	5	0.031	0.058	0.034	78546.602	0.065	82.826	89065.922	4.585	-2.914	1.837	9.346	-8.349	4.201	3.027
l	6	0.017	0.063	0.034	19567.863	0.065	95.538	57943.680	8.752	4.288	7.254	5.708	-2.933	4.896	2.363
	7	0.011	0.064	0.034	28464.162	0.065	101.603	96256.203	11.660	6.089	9.375	6.980	-0.811	6.933	3.315
	8	0.004	0.065	0.034	34417.508	0.065	107.645	89081.133	10.466	4.811	8.625	6.134	-1.563	5.930	3.468
	9	-0.002	0.065	0.034	38484.570	0.065	112.509	81832.906	9.301	3.161	8.039	5.152	-2.148	4.682	3.454
	10	-0.008	0.065	0.034	43187.484	0.065	117.949	77035.375	8.231	1.463	7.392	4.580	-2.795	3.626	3.318
				0.034	47055.752	0.065		80599.507	8.198	1.154	6.659	6.144	-3.525	4.615	3.187
					1.096			-15.166	-0.537	2.319	-1.140	2.518	2.212	0.503	-1.128
					86862.900			121240.000	5.691	-0.081	5.142	8.235	-7.819	2.353	1.843
d	1	0.032	0.076	0.038	89490.469	0.083	88.153	98658.336	4.277	-0.583	4.006	9.073	-8.949	1.498	1.380
	2	0.025	0.079	0.038	94424.453	0.083	93.452	105333.875	4.662	-0.958	4.220	8.959	-8.741	1.977	1.730
	3	0.017	0.081	0.038	100193.742	0.083	99.506	115308.742	5.499	-1.507	4.799	8.591	-8.162	2.685	2.222
	4	0.008	0.083	0.038	105407.922	0.083	105.564	124325.320	6.158	-1.888	5.177	8.468	-7.784	3.336	2.750
g	5	-0.001	0.083	0.038	109410.461	0.083	111.618	119691.102	4.536	-1.579	3.609	9.747	-9.352	2.749	2.251
l	6	-0.014	0.082	0.038	62677.270	0.083	120.698	83834.148	6.461	0.745	5.767	7.762	-7.194	2.914	2.817
	7	-0.023	0.080	0.038	68205.711	0.083	126.758	99507.852	7.903	2.754	7.224	6.573	-5.737	3.208	1.645
	8	-0.033	0.076	0.038	75151.258	0.083	134.635	92849.359	5.941	1.076	5.727	7.404	-7.234	1.580	1.156
	9	-0.041	0.072	0.038	81866.984	0.083	140.685	93628.391	4.847	-0.028	4.671	8.388	-8.290	1.288	1.288
	10	-0.050	0.066	0.038	89334.594	0.083	147.953	98481.992	4.271	-0.567	3.986	9.103	-8.974	1.530	1.421
				0.038	86480.565	0.083		102709.110	5.638	-0.111	5.110	8.232	-7.850	2.293	1.818
					0.442			18.042	0.938	-26.563	0.622	0.033	-0.399	2.624	1.408
					119446.000			178211.000	5.769	-0.065	5.263	10.808	-10.515	2.351	2.156
e	1	0.011	0.101	0.039	118991.453	0.101	105.052	129212.594	4.511	0.260	4.115	11.797	-11.651	1.851	1.832
	2	-0.004	0.101	0.039	121357.000	0.101	113.480	134424.078	5.105	-0.062	4.613	11.376	-11.164	2.186	2.185
	3	-0.020	0.099	0.039	124737.055	0.101	122.561	142344.000	5.938	-1.138	5.300	10.814	-10.477	2.678	2.424
	4	-0.036	0.095	0.039	127438.977	0.101	131.646	157043.969	7.700	-1.439	6.987	9.367	-8.792	3.239	2.902
g	5	-0.044	0.091	0.039	127620.359	0.101	137.094	142573.578	5.447	-0.709	4.978	11.023	-10.799	2.212	2.096
l	6	-0.053	0.086	0.039	103652.109	0.101	142.546	119676.500	5.642	1.271	4.990	11.103	-10.787	2.634	2.307
	7	-0.059	0.082	0.039	108316.141	0.101	146.782	134293.938	7.194	1.810	6.585	9.634	-9.192	2.893	2.257
	8	-0.067	0.075	0.039	114838.453	0.101	152.843	130005.375	5.487	0.725	5.194	10.730	-10.583	1.770	1.615
	9	-0.075	0.068	0.039	117597.391	0.101	158.903	127193.930	4.351	0.216	4.102	11.764	-11.675	1.447	1.431
	10	-0.082	0.059	0.039	119070.570	0.101	164.953	129352.914	4.521	0.266	4.136	11.783	-11.642	1.826	1.807
				0.039	119046.923	0.101		135505.498	5.706	-0.067	5.207	10.848	-10.570	2.320	2.132
					0.335			31.516	1.111	-3.648	1.077	-0.365	-0.515	1.349	1.122
					140294.000			175923.000	11.255	0.084	11.100	8.430	-8.219	1.846	1.785
f	1	0.002	0.124	0.039	141003.031	0.124	110.102	201875.563	11.042	-0.652	10.835	8.778	-8.515	2.131	2.028
	2	-0.011	0.123	0.039	143275.297	0.124	116.055	200701.922	10.730	-0.179	10.527	9.034	-8.792	2.080	2.072
	3	-0.025	0.121	0.039	147583.828	0.124	122.715	201628.453	10.407	0.440	10.246	9.254	-9.072	1.826	1.772
	4	-0.039	0.117	0.039	147851.391	0.124	129.381	202385.719	10.456	0.568	10.357	9.075	-8.961	1.435	1.318
	5	-0.052	0.112	0.039	142675.344	0.124	136.040	203694.203	11.061	0.506	10.973	8.461	-8.345	1.395	1.301
	6	-0.065	0.105	0.039	136183.297	0.124	142.701	206141.609	11.844	0.483	11.709	7.817	-7.610	1.787	1.721
	7	-0.077	0.097	0.039	132758.484	0.124	149.365	207537.469	12.245	0.306	12.098	7.464	-7.221	1.893	1.868
	8	-0.088	0.087	0.039	134503.141	0.124	156.025	205866.422	11.956	-0.048	11.809	7.740	-7.510	1.874	1.873
	9	-0.097	0.077	0.039	137080.328	0.124	162.686	203612.172	11.547	-0.570	11.348	8.255	-7.971	2.143	2.066
	10	-0.106	0.064	0.039	140865.141	0.124	169.954	201460.188	11.017	-0.655	10.806	8.779	-8.512	2.146	2.043
				0.039	140041.222	0.124		203658.020	11.233	0.043	11.074	8.462	-8.247	1.873	1.814
					0.181			-13.618	0.192	94.516	0.234	-0.385	-0.333	-1.398	-1.624

		Presek VI			Span 0.65											
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _q	w _m =c _m	w _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				19750.000			20707.600	6.482	1.371	6.335	1.380	0.013	1.376	0.083	
a	1	0.040	-0.007	-0.001	19780.385	0.040	11.686	40442.231	6.436	1.462	6.265	1.475	-0.029	1.475	0.192	
	2	0.040	-0.002	-0.001	20261.643	0.041	17.591	40732.059	6.399	1.489	6.225	1.499	-0.098	1.496	0.141	
	3	0.040	0.002	-0.001	20590.967	0.041	24.237	40676.988	6.344	1.390	6.190	1.398	-0.131	1.391	0.062	
	4	0.040	0.007	-0.001	20517.996	0.041	30.879	40692.922	6.358	1.288	6.228	1.292	-0.094	1.288	-0.016	
	5	0.039	0.012	-0.001	20041.779	0.041	37.539	40738.453	6.442	1.230	6.324	1.230	0.002	1.230	-0.043	
	6	0.037	0.016	-0.001	19417.484	0.041	44.219	40899.945	6.555	1.290	6.428	1.294	0.106	1.290	-0.005	
	7	0.035	0.020	-0.001	19005.184	0.041	50.877	40781.070	6.604	1.326	6.472	1.336	0.148	1.328	0.072	
	8	0.033	0.024	-0.001	18958.496	0.041	57.521	40813.258	6.615	1.430	6.458	1.444	0.136	1.437	0.145	
	9	0.030	0.028	-0.001	19231.697	0.041	64.200	40703.981	6.559	1.463	6.393	1.477	0.071	1.475	0.189	
	10	0.026	0.031	-0.001	19763.656	0.041	71.455	40651.527	6.470	1.476	6.298	1.488	-0.024	1.488	0.188	
				-0.001	19730.648	0.041		40736.114	6.485	1.380	6.337	1.389	0.016	1.385	0.086	
					0.098			-49.166	-0.048	-0.663	-0.021	-0.662	-14.718	-0.675	-3.801	
					12498.000			32047.600	9.634	3.861	7.707	6.160	-0.432	5.706	2.354	
b	1	0.052	0.002	0.023	9513.915	0.052	23.048	60766.199	10.138	5.009	8.178	5.993	0.068	5.992	3.289	
	2	0.052	0.007	0.023	8200.371	0.052	28.451	55409.672	9.728	3.436	8.014	5.515	-0.126	5.513	4.312	
	3	0.051	0.012	0.023	12761.990	0.052	34.510	53257.289	9.002	1.083	7.647	4.774	-0.492	4.749	4.624	
	4	0.050	0.016	0.023	19295.902	0.052	39.348	51943.117	8.088	-0.374	6.695	4.763	-1.445	4.536	4.521	
g	5	0.048	0.020	0.023	26043.436	0.052	43.583	37290.227	4.738	-1.767	2.731	6.651	-5.409	3.869	3.443	
l	6	0.040	0.033	0.023	7554.774	0.052	60.546	45099.141	8.643	5.003	6.997	5.199	-1.142	5.073	-0.839	
	7	0.037	0.036	0.023	9458.592	0.052	65.384	84825.320	12.292	7.163	9.983	7.403	1.843	7.169	-0.291	
	8	0.034	0.040	0.023	10601.356	0.052	70.246	82085.430	11.971	7.031	9.673	7.220	1.531	7.056	0.592	
	9	0.030	0.043	0.023	10802.370	0.052	76.294	73676.242	11.219	6.512	8.963	6.797	0.824	6.747	1.765	
	10	0.025	0.046	0.023	9461.768	0.052	82.955	61766.606	10.236	5.166	8.218	6.104	0.079	6.104	3.250	
				0.023	13036.369	0.052		57299.794	9.103	3.516	7.206	6.063	-0.933	5.489	2.166	
					-4.130			-44.070	5.829	9.820	6.961	1.604	-53.665	3.946	8.697	
					45388.600			70799.200	8.391	1.259	6.442	6.986	-3.994	5.160	3.807	
c	1	0.055	0.038	0.030	41296.465	0.067	55.346	78472.344	8.633	2.200	7.349	5.474	-3.067	4.532	3.963	
	2	0.051	0.043	0.030	46326.621	0.067	60.950	74440.875	7.494	0.656	6.352	5.702	-4.085	3.975	3.921	
	3	0.046	0.048	0.030	53738.004	0.067	67.006	74370.750	6.409	-1.420	4.914	6.886	-5.522	4.113	3.860	
	4	0.041	0.053	0.030	63659.836	0.067	73.063	84166.672	6.395	-3.080	3.824	8.373	-6.614	5.132	4.106	
g	5	0.034	0.058	0.030	74727.203	0.067	80.334	91799.680	5.843	-3.690	2.044	10.022	-8.393	5.476	4.047	
l	6	0.019	0.064	0.030	18547.750	0.067	94.858	84556.555	11.500	4.469	10.071	5.566	-0.365	5.552	3.296	
	7	0.013	0.066	0.030	24722.990	0.067	99.715	99210.586	12.212	5.804	9.991	7.035	-0.444	7.021	3.950	
	8	0.006	0.067	0.030	32686.172	0.067	105.768	95429.070	11.203	5.395	8.944	6.913	-1.493	6.746	4.050	
	9	0.000	0.067	0.030	37572.465	0.067	110.610	83685.703	9.614	3.846	7.974	5.908	-2.461	5.370	3.748	
	10	-0.005	0.067	0.030	41511.766	0.067	115.449	78761.469	8.638	2.233	7.363	5.468	-3.074	4.520	3.931	
				0.030	44961.999	0.067		85550.981	8.635	1.390	6.678	6.887	-3.757	5.273	3.920	
					0.949			-17.243	-2.817	-9.420	-3.534	1.440	6.304	-2.151	-2.896	
					86030.000			123460.000	5.857	0.111	5.015	8.621	-8.038	3.003	2.523	
d	1	0.035	0.076	0.034	87475.867	0.083	85.849	98143.328	4.620	-0.412	3.992	9.321	-9.027	2.325	2.288	
	2	0.027	0.079	0.034	93806.781	0.084	92.056	105349.078	4.804	-0.651	4.040	9.379	-9.012	2.600	2.517	
	3	0.018	0.082	0.034	100183.563	0.084	98.716	116718.133	5.753	-1.331	4.736	8.933	-8.317	3.266	2.982	
	4	0.009	0.083	0.034	105409.203	0.084	104.774	125586.852	6.360	-1.841	5.195	8.671	-7.859	3.669	3.174	
g	5	0.001	0.084	0.034	108987.273	0.084	110.221	126375.531	5.903	-1.978	4.722	9.053	-8.331	3.544	2.941	
l	6	-0.014	0.082	0.034	60593.875	0.084	120.515	89331.359	7.572	2.956	6.481	7.651	-6.572	3.917	2.569	
	7	-0.021	0.081	0.034	66006.867	0.084	125.354	93209.906	7.376	2.977	6.462	7.488	-6.592	3.552	1.939	
	8	-0.028	0.079	0.034	69724.438	0.084	130.814	91588.305	6.615	1.875	5.951	7.666	-7.101	2.889	2.198	
	9	-0.040	0.074	0.034	79622.883	0.084	139.291	94709.867	5.499	0.066	4.886	8.545	-8.165	2.521	2.520	
	10	-0.048	0.069	0.034	87759.984	0.084	145.952	98351.953	4.603	-0.408	3.973	9.372	-9.080	2.325	2.289	
				0.034	85454.734	0.084		103917.449	5.899	0.096	5.057	8.573	-7.993	3.015	2.545	
					0.673			18.806	-0.722	15.551	-0.827	0.561	0.553	-0.396	-0.853	
					119905.000			173890.000	6.679	0.125	5.923	10.365	-9.870	3.075	2.921	
e	1	0.012	0.100	0.036	118821.805	0.101	104.129	135838.422	5.830	0.320	5.151	10.916	-10.568	2.731	2.712	
	2	-0.003	0.101	0.036	122130.688	0.101	112.478	142853.188	6.438	0.222	5.636	10.621	-10.156	3.112	3.104	
	3	-0.019	0.099	0.036	125597.875	0.101	121.562	149748.547	6.945	-0.643	6.149	10.173	-9.644	3.231	3.166	
	4	-0.034	0.095	0.036	128143.180	0.101	130.640	160628.359	8.070	-1.151	7.344	9.087	-8.449	3.346	3.142	
g	5	-0.044	0.091	0.036	128580.578	0.101	136.700	155783.875	7.382	-0.833	6.794	9.451	-8.999	2.889	2.767	
l	6	-0.053	0.086	0.036	101925.180	0.101	142.757	128555.266	7.298	2.622	6.158	10.400	-9.634	3.916	2.909	
	7	-0.060	0.081	0.036	108400.297	0.101	147.604	139644.500	7.904	1.812	6.874	9.735	-8.919	3.900	3.454	

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _{m=C_m}	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	8	-0.069	0.074	0.036	115462.563	0.101	153.660	131745.797	5.701	0.340	5.027	11.098	-10.766	2.689	2.668
	9	-0.075	0.068	0.036	117706.477	0.101	158.506	131418.578	5.232	0.137	4.673	11.366	-11.120	2.354	2.350
	10	-0.081	0.061	0.036	119332.484	0.101	163.955	136055.891	5.783	0.314	5.140	10.977	-10.652	2.650	2.631
				0.036	119368.727	0.101		142544.848	6.723	0.109	5.961	10.324	-9.826	3.100	2.957
					0.449			21.990	-0.662	14.647	-0.630	0.391	0.440	-0.800	-1.212
					140068.000			172317.000	11.781	0.040	11.591	8.021	-7.729	2.070	2.030
f	1	0.003	0.124	0.036	141764.328	0.124	109.710	209603.688	11.659	-0.560	11.382	8.358	-7.968	2.523	2.461
	2	-0.010	0.123	0.036	144293.766	0.124	115.557	207570.172	11.261	-0.080	11.066	8.513	-8.253	2.088	2.086
	3	-0.024	0.121	0.036	147662.500	0.124	122.216	206661.797	10.876	0.413	10.744	8.740	-8.574	1.691	1.640
	4	-0.038	0.118	0.036	147576.656	0.124	128.878	206545.594	10.869	0.461	10.785	8.640	-8.533	1.355	1.275
	5	-0.051	0.113	0.036	142507.969	0.124	135.540	207631.141	11.427	0.394	11.339	8.105	-7.979	1.419	1.363
	6	-0.064	0.106	0.036	135732.250	0.124	142.198	210726.891	12.260	0.352	12.111	7.457	-7.208	1.912	1.879
	7	-0.076	0.098	0.036	131650.859	0.124	148.862	213209.297	12.786	0.196	12.585	7.103	-6.734	2.263	2.254
	8	-0.087	0.088	0.036	133357.953	0.124	155.525	212267.031	12.575	-0.148	12.333	7.403	-6.986	2.454	2.450
	9	-0.096	0.078	0.036	136372.328	0.124	162.188	211553.797	12.275	-0.573	11.945	7.899	-7.374	2.832	2.774
	10	-0.106	0.065	0.036	141499.391	0.124	169.453	209312.719	11.658	-0.567	11.379	8.337	-7.940	2.540	2.476
				0.036	139847.078	0.124		209586.678	11.775	0.008	11.577	8.048	-7.744	2.114	2.074
					0.158			-17.782	0.051	387.188	0.118	-0.334	-0.194	-2.073	-2.148

			Presek VII		Span 0.8										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _{m=C_m}	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				19608.300			27190.200	8.270	3.827	7.330	3.831	0.028	3.829	0.115
a	1	0.046	-0.006	-0.002	19998.393	0.046	14.185	52375.379	8.039	3.665	7.153	3.672	-0.094	3.671	0.206
	2	0.047	-0.001	-0.002	20727.910	0.047	20.056	54331.129	8.184	3.907	7.192	3.912	-0.111	3.910	0.154
	3	0.047	0.005	-0.002	21191.486	0.047	26.714	54022.981	8.090	3.689	7.201	3.691	-0.100	3.690	0.075
	4	0.046	0.010	-0.002	20730.768	0.047	33.374	54320.418	8.187	3.645	7.335	3.645	0.030	3.645	0.004
	5	0.044	0.015	-0.002	19620.357	0.047	40.042	54017.715	8.305	3.639	7.466	3.643	0.165	3.639	0.002
	6	0.042	0.020	-0.002	18651.516	0.047	46.703	53699.117	8.368	3.726	7.494	3.732	0.192	3.727	0.069
	7	0.040	0.025	-0.002	18359.432	0.047	53.377	53589.879	8.377	3.849	7.441	3.854	0.139	3.851	0.129
	8	0.036	0.029	-0.002	18444.080	0.047	60.019	53647.383	8.357	3.944	7.367	3.949	0.066	3.948	0.179
	9	0.033	0.033	-0.002	18935.451	0.047	66.689	53356.137	8.286	3.946	7.285	3.952	-0.018	3.952	0.216
	10	0.028	0.037	-0.002	19885.670	0.047	73.962	54110.641	8.235	3.980	7.207	3.987	-0.094	3.986	0.208
				-0.002	19584.755	0.047		53825.481	8.262	3.810	7.330	3.815	0.030	3.813	0.119
					0.120			-49.485	0.095	0.423	0.000	0.418	-5.591	0.420	-3.279
					10056.000			36537.000	10.891	4.942	8.447	7.113	-0.219	6.689	3.415
b	1	0.055	0.003	0.019	8232.755	0.056	24.052	81552.227	12.125	7.470	8.134	9.008	-0.543	8.992	5.005
	2	0.055	0.008	0.019	3607.601	0.056	28.846	72228.531	11.725	6.387	8.245	8.347	-0.420	8.337	5.358
	3	0.054	0.012	0.019	3957.985	0.056	33.686	71089.594	11.585	4.759	9.377	6.841	0.712	6.806	4.865
	4	0.053	0.017	0.019	6469.309	0.056	38.532	63342.234	10.665	1.122	9.421	5.053	0.756	4.992	4.865
g	5	0.052	0.020	0.019	17455.193	0.056	42.172	37130.594	6.243	-2.222	3.601	7.194	-5.065	5.101	4.592
l	6	0.043	0.035	0.019	10193.086	0.056	60.336	79912.766	11.814	5.080	10.660	5.470	1.995	5.093	0.361
	7	0.040	0.039	0.019	12154.897	0.056	65.172	89022.344	12.388	6.288	10.591	6.709	1.924	6.427	1.334
	8	0.036	0.042	0.019	11892.104	0.056	70.635	86921.313	12.247	6.946	9.777	7.459	1.112	7.375	2.480
	9	0.031	0.046	0.019	10897.070	0.056	76.688	84134.594	12.112	7.366	8.891	8.229	0.225	8.225	3.660
	10	0.025	0.049	0.019	8308.185	0.056	83.956	80854.953	12.059	7.414	8.140	8.913	-0.525	8.897	4.919
				0.019	10420.569	0.056		71716.858	10.850	4.390	8.402	7.112	-0.263	6.618	3.352
					-3.499			-49.054	0.374	12.575	0.528	0.017	-16.92	1.074	1.881
					44844.900			72626.000	8.021	1.134	6.019	7.259	-4.687	4.996	4.079
c	1	0.058	0.036	0.026	39925.117	0.069	52.991	73495.609	8.183	2.399	6.496	6.512	-4.202	4.977	4.361
	2	0.054	0.042	0.026	45816.066	0.069	58.451	76350.531	7.809	1.575	5.937	6.966	-4.768	5.077	4.827
	3	0.050	0.047	0.026	53618.203	0.069	64.495	74297.219	6.392	-0.242	4.329	7.926	-6.378	4.704	4.699
	4	0.044	0.052	0.026	63616.266	0.069	70.553	82628.836	6.161	-2.177	3.303	9.047	-7.403	5.200	4.724
g	5	0.038	0.057	0.026	74229.523	0.069	77.827	90597.703	5.708	-3.557	1.627	10.599	-9.078	5.472	4.158
l	6	0.021	0.065	0.026	17327.297	0.069	93.574	78767.398	11.087	2.773	10.104	4.604	-0.601	4.564	3.625
	7	0.015	0.067	0.026	23525.051	0.069	98.409	95265.008	11.972	4.139	10.415	5.919	-0.291	5.908	4.218
	8	0.009	0.068	0.026	30312.664	0.069	103.268	90637.586	10.991	4.684	9.208	6.190	-1.497	6.003	3.754
	9	0.003	0.069	0.026	36267.348	0.069	108.112	70038.125	8.161	3.513	6.758	6.041	-3.946	4.575	2.931
	10	-0.002	0.069	0.026	39945.078	0.069	112.955	73482.242	8.173	2.440	6.542	6.426	-4.163	4.898	4.247
				0.026	44420.446	0.069		82023.601	8.260	1.337	6.201	7.222	-4.505	5.171	4.220
					0.956			-11.457	-2.898	-15.177	-2.929	0.519	4.059	-3.371	-3.354

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _φ	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
					86413.900			128017.000	6.525	0.485	5.067	9.096	-8.090	4.078	3.729
d	1	0.038	0.075	0.031	86175.227	0.084	83.945	106119.148	6.295	0.190	4.478	9.748	-8.682	4.428	4.424
	2	0.027	0.080	0.031	95943.445	0.084	92.478	114669.367	6.111	-0.228	4.673	9.350	-8.483	3.937	3.931
	3	0.018	0.082	0.031	102292.773	0.084	98.535	122821.828	6.408	-0.814	5.097	8.944	-8.059	3.883	3.797
	4	0.009	0.084	0.031	107243.469	0.084	104.593	128640.539	6.548	-1.449	5.389	8.613	-7.767	3.721	3.428
g	5	0.003	0.084	0.031	109609.695	0.084	108.827	124381.922	5.423	-1.530	4.477	9.204	-8.678	3.062	2.652
l	6	-0.014	0.083	0.031	62316.422	0.084	120.334	96061.859	8.210	3.239	7.100	7.327	-6.056	4.123	2.551
	7	-0.022	0.081	0.031	67446.711	0.084	126.394	94221.477	7.309	2.672	5.870	8.481	-7.286	4.348	3.431
	8	-0.031	0.078	0.031	71296.969	0.084	132.447	99739.508	7.498	1.781	5.477	9.229	-7.679	5.120	4.801
	9	-0.037	0.076	0.031	76752.945	0.084	137.296	101604.070	7.002	0.872	4.920	9.618	-8.236	4.974	4.898
	10	-0.046	0.071	0.031	86162.227	0.084	143.954	105378.891	6.165	0.141	4.455	9.695	-8.701	4.266	4.264
				0.031	85911.725	0.084		109033.510	6.727	0.510	5.182	9.057	-7.974	4.254	3.935
					0.585			17.411	-2.999	-4.872	-2.225	0.429	1.444	-4.131	-5.227
					120646.000			168865.000	7.734	0.207	6.766	9.802	-9.046	3.716	3.635
e	1	0.013	0.100	0.032	119400.313	0.101	103.602	146929.719	7.417	0.329	6.470	9.995	-9.312	3.630	3.615
	2	-0.002	0.101	0.032	122606.789	0.101	111.979	153903.641	7.909	0.270	6.871	9.762	-8.940	3.918	3.908
	3	-0.018	0.100	0.032	126321.875	0.101	121.060	158734.969	8.059	-0.240	7.095	9.520	-8.717	3.825	3.817
	4	-0.033	0.096	0.032	129018.461	0.101	130.148	164149.578	8.393	-0.706	7.690	8.789	-8.120	3.363	3.288
g	5	-0.043	0.092	0.032	129228.195	0.101	136.201	158700.266	7.684	-0.637	7.139	9.126	-8.672	2.844	2.772
l	6	-0.053	0.086	0.032	103518.164	0.101	142.863	134323.953	7.844	2.287	6.783	9.849	-9.028	3.940	3.209
	7	-0.061	0.081	0.032	109736.875	0.101	148.315	144191.922	8.303	1.145	6.857	10.103	-8.954	4.681	4.539
	8	-0.067	0.076	0.032	114987.664	0.101	152.557	141968.703	7.342	0.432	6.034	10.635	-9.777	4.182	4.160
	9	-0.074	0.069	0.032	117908.984	0.101	158.004	142311.688	6.974	0.195	6.016	10.408	-9.795	3.526	3.521
	10	-0.080	0.062	0.032	119585.828	0.101	163.454	147576.797	7.477	0.320	6.525	9.981	-9.286	3.654	3.640
				0.032	120022.656	0.101		150510.372	7.815	0.190	6.822	9.757	-8.987	3.780	3.708
					0.519			12.195	-1.034	9.307	-0.828	0.460	0.660	-1.710	-1.978
					139999.000			170231.000	12.143	0.012	11.922	7.769	-7.397	2.254	2.240
f	1	0.004	0.124	0.032	142399.469	0.124	109.115	216796.734	12.214	-0.291	11.912	7.892	-7.416	2.701	2.686
	2	-0.009	0.123	0.032	145016.563	0.124	115.059	212353.172	11.617	-0.005	11.432	8.156	-7.887	2.072	2.073
	3	-0.023	0.122	0.032	147830.125	0.124	121.717	209917.031	11.157	0.273	11.038	8.440	-8.281	1.630	1.607
	4	-0.037	0.118	0.032	147458.828	0.124	128.382	208864.156	11.095	0.269	11.004	8.435	-8.315	1.419	1.394
	5	-0.050	0.113	0.032	142778.266	0.124	135.042	209901.219	11.602	0.231	11.498	7.972	-7.821	1.549	1.532
	6	-0.063	0.106	0.032	135713.422	0.124	141.703	213502.406	12.489	0.183	12.312	7.313	-7.006	2.096	2.088
	7	-0.075	0.098	0.032	130844.914	0.124	148.363	216941.531	13.139	0.066	12.886	6.929	-6.433	2.573	2.573
	8	-0.086	0.089	0.032	132355.000	0.124	155.028	217779.859	13.089	-0.172	12.761	7.173	-6.558	2.908	2.903
	9	-0.096	0.078	0.032	136165.344	0.124	161.683	218849.438	12.876	-0.374	12.457	7.596	-6.862	3.260	3.238
	10	-0.105	0.066	0.032	142132.672	0.124	168.955	216133.594	12.180	-0.335	11.878	7.918	-7.441	2.703	2.682
				0.032	139838.043	0.124		214005.399	12.160	-0.008	11.928	7.781	-7.391	2.305	2.291
					0.115			-20.455	-0.135	-246.98	-0.057	-0.155	0.081	-2.221	-2.257

		Presek VIII			Span 0.9										
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _φ	w _m =c _m	w _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
	cfx				19239.500			48122.600	10.998	7.588	7.961	7.588	0.003	7.588	0.032
a	1	0.051	-0.005	-0.002	19437.203	0.051	15.975	80219.836	11.034	7.736	7.867	7.737	-0.080	7.737	0.098
	2	0.051	0.001	-0.002	20261.049	0.051	21.608	80569.289	10.993	7.681	7.866	7.682	-0.093	7.681	0.067
	3	0.051	0.007	-0.002	21213.215	0.051	28.322	80820.078	10.921	7.530	7.911	7.531	-0.048	7.530	0.030
	4	0.049	0.012	-0.002	20763.275	0.051	35.037	80427.391	10.936	7.424	8.030	7.424	0.072	7.424	-0.027
	5	0.048	0.018	-0.002	19321.248	0.051	41.756	79173.766	10.950	7.391	8.080	7.392	0.122	7.391	-0.044
	6	0.045	0.024	-0.002	18248.195	0.051	48.466	78402.383	10.969	7.474	8.030	7.474	0.071	7.474	-0.006
	7	0.042	0.029	-0.002	17674.016	0.051	55.189	78388.500	11.019	7.586	7.993	7.586	0.036	7.586	0.038
	8	0.039	0.033	-0.002	17864.479	0.051	61.905	79402.289	11.081	7.701	7.967	7.702	0.009	7.702	0.055
	9	0.034	0.038	-0.002	18346.473	0.051	68.621	79577.969	11.026	7.695	7.897	7.696	-0.061	7.695	0.089
	10	0.029	0.042	-0.002	19452.098	0.051	75.949	80661.078	11.067	7.769	7.882	7.770	-0.076	7.770	0.089
				-0.002	19169.460	0.051		79666.635	10.998	7.589	7.959	7.590	0.002	7.589	0.034
					0.365			-39.595	-0.001	-0.022	0.021	-0.023	47.586	-0.022	-6.652
					6498.290			37378.700	10.395	4.380	7.821	7.416	-1.190	6.411	3.894
b	1	0.058	0.003	0.017	7255.861	0.058	24.176	90090.039	12.888	7.594	8.427	9.768	-0.560	9.751	6.117
	2	0.057	0.007	0.017	3636.365	0.058	28.240	99099.141	13.837	8.591	8.347	11.056	-0.666	11.036	6.927
	3	0.056	0.012	0.017	-7570.073	0.058	33.086	76023.383	12.822	8.884	8.091	9.994	-0.922	9.951	4.483
	4	0.056	0.016	0.017	-19419.668	0.058	36.719	-17314.703	1.502	-0.248	1.370	7.658	-7.642	0.593	-0.538

		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _φ	W _{m=C_m}	W _r
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
g	5	0.054	0.019	0.017	-4142.741	0.058	40.351	29445.686	8.165	-2.900	4.207	8.489	-4.806	6.998	6.369
l	6	0.045	0.036	0.017	14825.127	0.058	59.121	62149.617	9.696	2.322	9.210	3.036	0.196	3.028	1.944
	7	0.042	0.040	0.017	13550.247	0.058	64.567	86750.383	12.033	4.240	10.906	5.430	1.892	5.090	2.817
	8	0.037	0.044	0.017	11617.604	0.058	70.621	81626.656	11.820	5.149	9.977	6.416	0.962	6.344	3.706
	9	0.033	0.048	0.017	11566.970	0.058	76.687	81886.484	11.843	5.904	9.188	7.476	0.175	7.474	4.583
	10	0.026	0.051	0.017	7636.977	0.058	83.954	89413.836	12.805	7.454	8.504	9.587	-0.509	9.573	6.008
				0.017	5603.061	0.058		64780.469	10.449	3.473	7.829	7.157	-1.183	6.401	4.194
					15.977			-42.299	-0.519	26.127	-0.099	3.620	0.540	0.157	-7.151
					45743.900			78502.500	7.336	1.341	5.206	7.807	-5.687	4.756	4.153
c	1	0.060	0.035	0.024	39279.184	0.070	51.551	66367.438	7.305	2.731	4.545	8.535	-6.341	5.717	5.023
	2	0.057	0.041	0.024	45957.492	0.070	56.946	74444.039	7.506	2.412	4.481	8.796	-6.413	6.013	5.508
	3	0.052	0.047	0.024	56169.566	0.070	62.998	74783.828	6.066	1.059	3.300	9.142	-7.596	5.092	4.982
	4	0.047	0.052	0.024	67859.211	0.070	69.062	84135.031	5.509	-0.617	2.605	9.605	-8.289	4.850	4.811
g	5	0.040	0.057	0.024	77925.219	0.070	75.726	87816.320	4.212	-2.400	1.321	10.372	-9.572	3.999	3.199
l	6	0.022	0.066	0.024	15408.896	0.070	92.680	75838.008	11.003	2.034	10.163	4.282	-0.731	4.219	3.696
	7	0.018	0.067	0.024	19505.133	0.070	95.711	90661.891	11.939	2.567	10.933	4.799	0.039	4.797	4.052
	8	0.011	0.069	0.024	30045.014	0.070	101.767	83774.922	10.355	3.356	9.112	5.234	-1.781	4.920	3.598
	9	0.005	0.070	0.024	36588.891	0.070	106.611	56942.258	6.251	2.720	4.930	7.096	-5.964	3.839	2.710
	10	-0.001	0.070	0.024	39307.254	0.070	111.452	65868.289	7.222	2.712	4.590	8.411	-6.304	5.574	4.870
				0.024	45225.398	0.070		78313.473	7.535	1.594	5.323	7.823	-5.571	4.935	4.309
					1.146			0.241	-2.647	-15.829	-2.188	-0.198	2.088	-3.632	-3.630
					87087.500			135101.000	7.046	0.846	4.902	9.748	-8.328	4.916	4.716
d	1	0.040	0.075	0.028	84028.266	0.085	82.488	113705.930	7.708	1.029	4.230	11.070	-9.002	6.443	6.361
	2	0.029	0.080	0.028	95252.109	0.085	90.977	120584.281	7.112	0.624	4.784	9.956	-8.447	5.266	5.229
	3	0.020	0.082	0.028	102535.648	0.085	97.030	125800.430	6.818	0.086	5.146	9.237	-8.084	4.471	4.470
	4	0.012	0.084	0.028	108174.000	0.085	103.093	129873.195	6.562	-0.596	5.383	8.700	-7.847	3.754	3.706
g	5	0.005	0.085	0.028	110665.859	0.085	107.933	119140.047	4.100	-0.714	3.606	9.820	-9.625	1.952	1.816
l	6	-0.013	0.084	0.028	65867.539	0.085	120.043	95187.227	7.658	2.379	6.829	7.283	-6.403	3.467	2.522
	7	-0.020	0.082	0.028	69194.320	0.085	124.894	96275.000	7.355	2.068	5.714	8.825	-7.517	4.628	4.140
	8	-0.027	0.080	0.028	70777.219	0.085	129.736	103319.500	8.041	1.971	5.158	10.156	-8.072	6.165	5.842
	9	-0.035	0.077	0.028	74527.930	0.085	135.188	107074.922	8.064	1.434	4.475	11.033	-8.756	6.711	6.557
	10	-0.044	0.072	0.028	84047.609	0.085	142.456	112840.063	7.574	0.947	4.274	10.923	-8.956	6.253	6.181
				0.028	86939.298	0.085		112060.854	7.226	0.897	4.948	9.802	-8.283	5.138	4.954
					0.170			20.560	-2.498	-5.738	-0.923	-0.550	0.539	-4.307	-4.822
					120906.000			167294.000	8.303	0.201	7.171	9.620	-8.652	4.136	4.102
e	1	0.014	0.100	0.030	119180.383	0.101	103.025	153213.328	8.259	0.276	7.079	9.691	-8.706	4.255	4.246
	2	-0.001	0.101	0.030	122541.234	0.101	111.478	159996.578	8.667	0.241	7.446	9.479	-8.376	4.436	4.430
	3	-0.017	0.100	0.030	126413.328	0.101	120.565	163232.031	8.591	-0.007	7.513	9.296	-8.309	4.167	4.167
	4	-0.032	0.096	0.030	129233.469	0.101	129.649	165496.563	8.524	-0.312	7.791	8.746	-8.031	3.461	3.447
g	5	-0.043	0.092	0.030	129541.117	0.101	136.306	150011.328	6.405	-0.304	5.996	10.081	-9.827	2.254	2.233
l	6	-0.054	0.086	0.030	104768.883	0.101	142.969	136308.875	7.944	1.683	7.015	9.564	-8.807	3.727	3.326
	7	-0.061	0.081	0.030	109625.492	0.101	147.812	148360.344	8.795	0.747	7.060	10.215	-8.762	5.248	5.195
	8	-0.067	0.076	0.030	115219.586	0.101	152.657	148750.844	8.195	0.301	6.517	10.551	-9.305	4.972	4.963
	9	-0.074	0.070	0.030	117868.813	0.101	157.504	150667.063	8.107	0.192	6.791	10.061	-9.032	4.431	4.427
	10	-0.080	0.062	0.030	119367.875	0.101	162.955	154241.422	8.357	0.251	7.171	9.657	-8.651	4.291	4.284
				0.030	120366.794	0.101		154189.212	8.325	0.198	7.172	9.627	-8.647	4.178	4.148
					0.448			8.499	-0.265	1.366	-0.015	-0.073	0.053	-1.012	-1.115
					139967.000			170217.000	12.206	0.002	11.962	7.773	-7.357	2.377	2.374
f	1	0.005	0.124	0.030	142421.469	0.124	108.776	218157.922	12.325	-0.141	12.009	7.826	-7.318	2.772	2.769
	2	-0.008	0.124	0.030	145095.906	0.124	114.555	213163.359	11.683	-0.005	11.489	8.112	-7.829	2.121	2.121
	3	-0.022	0.122	0.030	147831.391	0.124	121.219	210259.922	11.189	0.133	11.063	8.423	-8.256	1.672	1.666
	4	-0.036	0.118	0.030	147509.266	0.124	127.881	209053.875	11.110	0.121	11.003	8.456	-8.316	1.536	1.531
	5	-0.049	0.114	0.030	143283.109	0.124	134.540	210199.063	11.584	0.122	11.460	8.039	-7.859	1.695	1.691
	6	-0.062	0.107	0.030	136091.781	0.124	141.198	213363.344	12.446	0.090	12.246	7.415	-7.073	2.227	2.225
	7	-0.074	0.099	0.030	130564.133	0.124	147.864	217162.891	13.179	0.017	12.889	6.995	-6.431	2.755	2.755
	8	-0.085	0.090	0.030	131603.297	0.124	154.527	218734.656	13.219	-0.107	12.848	7.179	-6.470	3.110	3.109
	9	-0.095	0.079	0.030	135754.156	0.124	161.185	220415.203	13.030	-0.181	12.575	7.558	-6.744	3.414	3.409
	10	-0.104	0.067	0.030	142158.828	0.124	168.456	218023.078	12.333	-0.163	12.015	7.818	-7.304	2.786	2.781
				0.030	139783.403	0.124		214686.754	12.228	-0.009	11.974	7.780	-7.345	2.426	2.423
					0.131			-20.714	-0.179	-119.85	-0.101	-0.089	0.160	-2.026	-2.028

		Presek IX			Span 0.99											
		X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	C _q	W _m =C _m	W _r	
		[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	cfx				18793.000			62353.200	12.545	9.339	8.374	9.341	-0.178	9.339	0.003	
a	1	0.055	-0.003	-0.003	18839.916	0.055	17.646	100362.977	12.786	9.701	8.329	9.704	-0.237	9.701	0.022	
	2	0.055	0.002	-0.003	19764.049	0.055	23.558	98333.234	12.552	9.447	8.264	9.452	-0.286	9.447	0.014	
	3	0.054	0.009	-0.003	21152.951	0.055	30.220	96815.227	12.317	9.104	8.298	9.108	-0.254	9.104	0.007	
	4	0.053	0.015	-0.003	20540.908	0.055	36.879	96065.578	12.307	8.980	8.416	8.981	-0.135	8.980	-0.031	
	5	0.051	0.021	-0.003	18842.693	0.055	43.534	94640.094	12.328	8.972	8.457	8.972	-0.095	8.972	-0.027	
	6	0.048	0.027	-0.003	17793.268	0.055	50.207	94797.031	12.426	9.130	8.430	9.131	-0.120	9.130	0.004	
	7	0.044	0.032	-0.003	16928.227	0.055	56.867	96144.984	12.603	9.371	8.429	9.371	-0.123	9.371	0.010	
	8	0.040	0.037	-0.003	17319.631	0.055	63.530	98636.000	12.769	9.624	8.392	9.625	-0.159	9.624	-0.002	
	9	0.036	0.041	-0.003	17728.922	0.055	70.179	99749.563	12.824	9.729	8.355	9.731	-0.196	9.729	0.021	
	10	0.030	0.046	-0.003	18891.092	0.055	77.451	100062.539	12.757	9.668	8.323	9.671	-0.227	9.668	0.020	
				-0.003	18682.010	0.055		97350.796	12.558	9.358	8.373	9.360	-0.179	9.358	0.002	
				-2.569	0.594			-35.950	-0.107	-0.201	0.012	-0.201	-0.761	-0.201	33.722	
					4000.530			30201.800	9.273	2.347	7.129	6.595	-2.184	4.524	3.433	
b	1	0.060	0.004	0.014	6695.524	0.060	24.575	62604.391	10.575	4.225	8.235	6.722	-1.069	6.636	5.117	
	2	0.059	0.006	0.014	4367.439	0.060	26.923	63310.000	10.864	4.582	8.125	7.307	-1.187	7.210	5.567	
	3	0.059	0.011	0.014	-2732.164	0.060	31.161	72292.523	12.228	6.699	6.791	10.478	-2.522	10.167	7.648	
	4	0.058	0.015	0.014	-14600.701	0.060	36.006	-11072.037	2.573	-0.405	-2.528	11.850	-11.841	0.482	-0.262	
g	5	0.057	0.018	0.014	-12447.026	0.060	38.427	-9320.006	2.139	-0.907	-1.770	11.146	-11.083	1.202	0.788	
l	6	0.048	0.036	0.014	11781.393	0.060	57.803	61257.106	9.950	0.972	9.457	3.097	0.143	3.092	2.936	
	7	0.043	0.042	0.014	7225.973	0.060	65.075	74849.070	11.624	2.429	10.937	4.258	1.623	3.936	3.097	
	8	0.038	0.046	0.014	4649.589	0.060	71.116	69438.242	11.332	3.192	10.198	5.031	0.884	4.955	3.791	
	9	0.032	0.050	0.014	6272.281	0.060	78.397	65091.840	10.830	3.560	9.172	5.760	-0.142	5.754	4.521	
	10	0.027	0.053	0.014	6948.056	0.060	84.454	63066.883	10.592	4.205	8.279	6.688	-1.034	6.607	5.097	
				0.014	2292.367	0.060		47576.249	8.731	2.018	6.597	6.649	-2.717	4.078	3.211	
					74.515			-36.519	6.205	16.297	8.073	-0.815	-19.618	10.941	6.941	
					46234.600			88098.500	6.959	1.915	4.289	8.683	-6.781	4.746	4.248	
c	1	0.062	0.035	0.021	39494.813	0.071	50.646	63241.078	6.871	2.791	2.901	10.264	-8.163	6.230	5.570	
	2	0.058	0.041	0.021	45685.238	0.071	55.946	73469.938	7.443	3.244	2.643	10.927	-8.426	6.955	6.152	
	3	0.054	0.047	0.021	59015.625	0.071	61.997	79149.188	6.303	2.586	1.522	11.337	-9.548	6.115	5.542	
	4	0.048	0.052	0.021	73988.633	0.071	68.070	88062.188	5.217	1.586	1.274	11.030	-9.796	5.055	4.801	
g	5	0.043	0.056	0.021	83787.375	0.071	73.511	86261.555	2.032	-0.600	1.196	10.010	-9.872	1.645	1.531	
l	6	0.023	0.067	0.021	13988.004	0.071	91.677	66078.023	10.215	1.544	9.520	4.016	-1.549	3.704	3.367	
	7	0.019	0.068	0.021	18090.357	0.071	95.311	87883.313	11.828	2.074	10.984	4.391	-0.084	4.389	3.869	
	8	0.013	0.070	0.021	27298.330	0.071	100.162	76679.844	9.786	2.248	8.836	4.773	-2.232	4.202	3.550	
	9	0.007	0.071	0.021	35586.957	0.071	105.005	48643.043	5.025	2.017	3.538	8.334	-7.531	3.566	2.941	
	10	0.001	0.071	0.021	39401.356	0.071	110.450	62533.793	6.779	2.749	2.792	10.324	-8.278	6.179	5.535	
				0.021	45950.399	0.071		74535.360	7.078	2.146	4.204	8.855	-6.865	4.984	4.444	
					0.618			18.197	-1.680	-10.742	2.027	-1.941	-1.229	-4.765	-4.394	
					86621.900			140742.000	7.424	1.199	4.703	10.331	-8.599	5.532	5.363	
d	1	0.043	0.074	0.026	81171.156	0.085	81.223	116731.898	8.441	1.563	3.960	11.944	-9.332	7.455	7.290	
	2	0.031	0.079	0.026	93507.336	0.085	89.479	124624.719	7.892	1.242	4.595	10.817	-8.705	6.419	6.298	
	3	0.023	0.082	0.026	102271.141	0.085	95.533	128314.953	7.213	0.938	4.946	9.868	-8.355	5.252	5.168	
	4	0.014	0.084	0.026	109200.156	0.085	101.593	130698.102	6.540	0.513	5.151	9.097	-8.151	4.035	4.003	
g	5	0.007	0.085	0.026	111924.398	0.085	106.434	121371.117	4.345	-0.314	3.964	9.503	-9.337	1.778	1.750	
l	6	-0.012	0.084	0.026	64688.121	0.085	119.151	83308.023	6.103	1.509	5.577	8.114	-7.724	2.481	1.969	
	7	-0.020	0.083	0.026	68142.031	0.085	124.603	98387.555	7.766	1.564	5.464	9.586	-7.836	5.521	5.294	
	8	-0.029	0.080	0.026	70558.672	0.085	130.655	106632.211	8.499	1.716	4.432	11.454	-8.869	7.250	7.045	
	9	-0.035	0.078	0.026	74016.875	0.085	135.505	110951.219	8.600	1.699	3.971	12.051	-9.330	7.628	7.437	
	10	-0.043	0.074	0.026	80869.875	0.085	140.953	116534.656	8.454	1.569	3.968	11.949	-9.333	7.464	7.298	
				0.026	86061.439	0.085		112342.271	7.575	1.245	4.656	10.494	-8.644	5.795	5.635	
					0.651			25.280	-1.991	-3.703	1.008	-1.558	-0.519	-4.552	-4.827	
					120468.000			166319.000	8.631	0.176	7.378	9.571	-8.452	4.415	4.401	
e	1	0.016	0.100	0.028	118208.164	0.101	102.254	157398.719	8.859	0.197	7.470	9.585	-8.314	4.766	4.763	
	2	0.001	0.101	0.028	121619.781	0.101	110.476	162121.953	9.010	0.157	7.677	9.419	-8.153	4.717	4.714	
	3	-0.015	0.100	0.028	125461.086	0.101	119.561	164570.719	8.855	0.139	7.657	9.306	-8.173	4.450	4.448	
	4	-0.031	0.097	0.028	129404.117	0.101	128.648	165970.922	8.560	-0.006	7.744	8.872	-8.086	3.650	3.650	
g	5	-0.043	0.092	0.028	129999.844	0.101	135.911	151630.703	6.585	-0.204	6.193	9.893	-9.637	2.240	2.231	
l	6	-0.054	0.086	0.028	104567.930	0.101	143.178	138429.375	8.236	1.151	7.318	9.312	-8.512	3.778	3.599	
	7	-0.059	0.082	0.028	107144.359	0.101	146.811	148287.203	9.076	0.405	7.224	10.211	-8.606	5.496	5.481	

	X	Y	Z	Pressure	R	Theta	Total Pressure	w	w _z	w _u	c	c _φ	w _m =c _m	w _r	
	[m]	[m]	[m]	[Pa]	[m]	[deg]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	
	8	-0.065	0.078	0.028	112594.367	0.101	151.057	151534.484	8.834	0.246	6.837	10.588	-8.992	5.591	5.586
	9	-0.072	0.072	0.028	116739.008	0.101	155.902	154759.063	8.727	0.177	7.065	10.155	-8.766	5.126	5.123
	10	-0.079	0.064	0.028	118559.766	0.101	161.952	157940.469	8.881	0.183	7.512	9.575	-8.318	4.741	4.738
				0.028	119963.377	0.101		156467.574	8.659	0.171	7.373	9.603	-8.454	4.482	4.472
					0.421			6.296	-0.331	3.181	0.078	-0.326	-0.023	-1.511	-1.602
					139869.000			170970.000	12.145	0.013	11.880	7.882	-7.439	2.478	2.477
f	1	0.005	0.124	0.028	142346.359	0.124	108.604	216829.875	12.219	-0.024	11.903	7.912	-7.415	2.760	2.760
	2	-0.008	0.124	0.028	145143.422	0.124	114.661	212261.828	11.597	0.025	11.397	8.207	-7.922	2.145	2.145
	3	-0.022	0.122	0.028	147537.266	0.124	121.326	209110.406	11.109	0.086	10.970	8.529	-8.349	1.747	1.745
	4	-0.036	0.118	0.028	147138.031	0.124	127.981	208166.125	11.060	0.056	10.933	8.554	-8.386	1.681	1.680
	5	-0.050	0.113	0.028	143012.156	0.124	134.647	209869.219	11.579	0.052	11.426	8.111	-7.892	1.875	1.874
	6	-0.062	0.107	0.028	135808.641	0.124	141.311	212587.906	12.409	0.025	12.175	7.534	-7.144	2.395	2.395
	7	-0.074	0.099	0.028	130316.953	0.124	147.971	216551.281	13.150	-0.003	12.826	7.113	-6.493	2.905	2.905
	8	-0.085	0.090	0.028	131668.500	0.124	154.630	218914.375	13.227	-0.055	12.819	7.274	-6.500	3.265	3.264
	9	-0.095	0.079	0.028	136126.406	0.124	161.289	220204.313	12.985	-0.046	12.512	7.643	-6.808	3.476	3.476
	10	-0.104	0.068	0.028	141987.391	0.124	167.959	216913.000	12.252	-0.032	11.921	7.924	-7.398	2.835	2.834
				0.028	139706.789	0.124		214007.104	12.173	0.009	11.899	7.881	-7.420	2.520	2.519
					0.116			-20.110	-0.229	39.329	-0.160	0.017	0.258	-1.658	-1.655

LITERATURA

- [1] Asuaje M., Bakir F., Kergourlay G., Noguera R, Rey R., Three-dimensional quasi-unsteady flow simulation in a centrifugal pump: comparison with experimental results, Proc. IMechE Vol. 220 Part A: J. Power and Energy, pp. 239-256, 2006.
- [2] Babić M., Stojković S., Osnove turbomašina. Principi dejstva i matematičko modeliranje, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [3] Bakic, V., Schmid, M., Stanković, B., Experimental investigation of turbulent structures of flow around a sphere, Thermal Science, Vol. 10, No. 2, pp. 97-112, 2006.
- [4] Bauersfeld W., Die Konstruktion Francis-Schaufel nach der Lorenzschen Turbinentheorie und ihre Eigenschaften, 1912.
- [5] Benišek M., Hidraulične turbine, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1998.
- [6] Bergstrom J., Modeling and Numerical Simulation of Hydro Power Flows, Department of Mechanical Engineering, Division of Fluid Mechanics, Luleå University of Technology, Doctoral Thesis, Sweden, 2000.
- [7] Bogdanović B, Proračun potencijalnog strujanja kroz prave ravne rešetke profila metodom konformnog preslikavanja, 198 str., izdavač Mašinski fakultet, Niš, 1999.
- [8] Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., The development of turbine-pump aggregate, Termal Science, Supplement to Vol.10, No 4, str.163÷176, 2006.
- [9] Bogdanović B., Milenković D., Bogdanović-Jovanović J., Ventilatori – radne karakteristike i eksploataciona svojstva, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, 2006.
- [10] Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Majstorović P., The comparison of theoretical and experimental results of velocity distribution on boundary streamlines of separated flow around a hydrofoil in a straight plane cascade, Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.5, N^o1, pp. 33÷46., 2007.

- [11] Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Spasic Ž., Designing of Low Pressure Axial Flow Fans with Different Specific Work of Elementary Stages, Proceedings, The International Conference – Mechanical Engineering in XXI Century, Nis, Serbia, pp. 99÷102, 2010.
- [12] Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Todorovic N., Program for determination of unequal specific work distribution of elementary stages in the low-pressure axial-flow fan design procedure, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, Vol.9, No2, pp. 149 – 160, 2011.
- [13] Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž, Bogdanović B., Numerička simulacija i određivanje radnih parametara niskopritisnog ventilatora, XIX Kongres o procesnoj industriji (Procesing 2006), 14-16. jun 2006, rad br.46, str.75.,Beograd, 2006.
- [14] Bogdanović-Jovanović J., Milenković D., Bogdanović B., Numerička simulacija strujanja i radnih karakteristika osne pumpe, 32.kongres HIPNEF 2009, 14-16. oktobar 2009, Proceedings str. 217-224, Vrnjačka Banja, 2009.
- [15] Bogdanović-Jovanović J., Bogdanović B., Milenković D., Determination of averaged axisymmetrical flow surfaces according to results obtained by numerical simulation of flow in turbomachinery, Thermal Science, Vol. 16, Suppl. 2, pp. 647-662, 2012.
- [16] Bogdanović-Jovanović, J. Stamenković Ž, Bogdanović B, Numerical and Experimental Results of Fluid Flow Velocity Field Around a Smooth Sphere Using Different Turbulence Models, The International Conference – Mechanical Engineering in XXI Century, Proceedings, pp. 103÷106, November 2010.
- [17] Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Influence of Duct Cross-section on the Flow Characteristics Around a Smooth Sphere, Third Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vlasina Lake., Proceedings, B-01 pp.222÷235, October 2011.
- [18] Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Kocić M., Experimental and numerical investigation of flow around a sphere with dimples for various flow regimes, Thermal Science, Vol.16, No.4, pp.1113-1126, 2012.
- [19] Bogdanović-Jovanović J., Kocić M., Nikodijević J., Experimental measurements of turbulent intensity and Reynolds stresses around smooth sphere and sphere with dimples, The 2nd International Conference – Mechanical Engineering in XXI Century, Proceedings, pp.167÷170, 20-21. June 2013.

-
- [20] Boyer K. M., An Improved Streamline Curvature Approach for Off-Design Analysis of Transonic Compression Systems, PhD dissertation, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- [21] Brennen C.E., HYDRODYNAMICS OF PUMPS, Internet edition, 2003.
- [22] Bredeberg J., On the Wall Boundary Condition for Turbulence Models, Internal Report 00/4, Department of Thermo and Fluid Dynamics, Chalmers University of Technology, Geoteborg, Sweden, 2000.
- [23] Bredeberg J., On Two-equation Eddy-Viscosity Models, Internal Report 01/8, Department of Thermo and Fluid Dynamics, Chalmers University of Technology, Geoteborg, Sweden, 2000.
- [24] Byskov K., Jacobsen B., Condra T., Sørensen M., Large eddy simulation for flow analysis in a centrifugal pump impeller, R. Friedrich and W. Rodi (eds.), Advances in LES of Complex Flows, pp. 217-232, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, 2002.
- [25] Byskov K., Pedersen N., Jacobsen B., Flow in a centrifugal pump impeller at design and off-design conditions part II: Large eddy simulations, ASME J. Fluids Eng., Vol. 125, pp. 73-83, 2003.
- [26] Casey M., Robinson C., A new streamline curvature flow method for radial turbomachinery, Proceedings of ASME Turbo Expo 2008: Power for Land, Sea and Air, June 9-13, Berlin, Germany, 2008.
- [27] Casey M., Robinson C., A new streamline curvature throughflow method for radial turbomachinery, Journal of Turbomachinery, JULY 2010, Vol. 132, 2010.
- [28] Casey M., Best practice advice for turbomachinery internal flows, QNET-CFD Network Newsletter *A Thematic Network For Quality and Trust in the Industrial Application of CFD* Volume 2, No. 4 – July 2004.
- [29] Cheah K.W., Lee T.S., Winoto S.H., Zhao Z.M., Numerical Flow Simulation in a Centrifugal Pump at Design and Off-Design Conditions, Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Rotating Machinery, Volume 2007, Article ID 83641, 8 pages, 2007.
- [30] Chen, H. C., and Patel, V. C., Near-Wall Turbulence Models for Complex Flows Including Separation, AIAA Journal, Vol.26, 1988, pp.641–648, 1988.
- [31] Choi J., Kim Y., Development of a New Algorithm for Automatic Generation of a Quadrilateral Mesh, International Journal of CAD/CAM Vol. 10, No. 2, pp. 00~00, 2011.

-
- [32] Chung T.J., Computational Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 2002.
- [33] Constantinescu, G., Squires, D., LES and DES investigations of turbulent flow over a sphere, AIAA 2000-0540, (2000), pp. 1-11.
- [34] Čantrak S., Crnojević C., Hidraulika – Teorija, problemi, zadaci, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [35] Davidson L., An Introduction to Turbulence Models, Publication 97/2, Department of Thermo and Fluid Dynamics, Chalmers University of Technology, Geoteborg, Sweden, 2003.
- [36] Denton D., Dawes W.N., Computational fluid dynamics for turbomachinery design, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineerings, Volume 213, Part C, pp. 107-124, 1999.
- [37] Dufour G., Gourdain N., Duchaine F., Vermorel O., Gicquel L.Y.M, Numerical Investigations in Turbomachinery: A State of the Art. Large Eddy Simulation Applications, Notes prepared for the von Karman Institute for Fluid Dynamics, CERFACS September, 21-25 2009.
- [38] Eck B., Fans – design and operation of centrifugal, axial-flow and cross-flow fans, Pergamon press, Oxford, England, 1973.
- [39] Etinberg I.E., Rauhman B.S., Hidrodinamika hidrauličnih turbina, Sent Petersburg, Russia, 1978.
- [40] Ferziger J.H., Peric M., Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd edition, Springer, 2002.
- [41] Frost D. H., A streamline curvature trough-flow computer program for analysing the flow through axial-flow turbomachines, Ministry of defence, Aeronautical research council reports and memoranda No 3687, London 1972.
- [42] Giirsoy, H. N., Patrikalakis N. M., An Automatic Coarse and Fine Surface Mesh Generation Scheme Based on Medial Axis Transform: Part I Algorithms, Engineering with Computers 8, pp. 121-137, 1992.
- [43] Giles M.B., Some thoughts on exploiting CFD for turbomachinery design, Oxford University Computing Laboratory, Numerical Analysis Group, England, 1998.
- [44] Hanjalic K., Closure models for incompressible turbulent flows (lecture series). In J.P.A.J. Beeck and C. Benocci (Eds) Introduction to Turbulence Modeling, Von Kaman Institute for Fluid Dynamics, Belgium, 1-75.
- [45] Hanjalic K., Turbulence and Transport Phenomena – Modeling and Simulation, Darmstadt 2005.

- [46] Hanjalic K., Kenjereš S., Tummers M.J., Jonker H.J.J., Analysis and modelling of physical transport phenomena, Department of Multi-Scale Physics, Faculty of Applied Sciences, Delft University of Technology, VSSD, Netherlands, 2007.
- [47] Hoffmann K.A., Chiang S.T., Computational Fluid Dynamics (Vol I, II, III), 4th edition, Engineering Education System, 2000.
- [48] Horlock J. H., Axial flow compressors – fluid mechanics and termodinamics, Butterworths scientific publications, London, 1958.
- [49] http://www.cfd-online.com/Wiki/Best_practice_guidelines_for_turbomachinery_CFD.
- [50] <http://mathfaculty.fullerton.edu/mathews/c2003/JoukowskiTransMod.html>
- [51] Jovičić N., Despotović M., Proračunska dinamika fluida – Numeričke simulacije u turbomašinama, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, 2011.
- [52] K-J. Oh, S-H. Kang, A numerical investigation of the dual performance characteristics of a small propeler fan using viscous flow calculations, Computers & Fluids 28, pp. 815-823, 1999.
- [53] Krsmanović Lj., Gajić A., Turbomašine - teorijske osnove, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Belgrad, 2005.
- [54] Lakshminarayana, B., *Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 1996.
- [55] Lee K.-Y. et al, An algorithm for automatic 2D quadrilateral mesh generation with line constraints, Computer-Aided Design Vol. 35, pp.1055–1068, 2003.
- [56] Лесохин, А.Ф., Определение формы профиля по заданному распределению вихрей на поверхности, докторска дисертација, Труды ЛПИ, 1935.
- [57] Li X., Woon T.W., Tan T.S., Huang Z., Decomposing Polygon Meshes for Interactive Applications, ACM Symp. on Interactive 3D Graphics, pp. 35—42, pp. 243, NC, 2001.
- [58] McBride M. W., The design and analysis of turbomachinery in an incompressible steady flow using the streamline curvature method, The Pennsylvania State University, Applied research laboratory, Technical Memorandum, 1979.
- [59] Menter, F.R., Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications, AIAA-Journal, 32(8), pp. 269-289, 1994.
- [60] Menter, F.R., Kuntz M., Langtry R., Ten Years of Industrial Experience with the SST Turbulence Model, Turbulence, Heat and Mass Transfer 4, Begell House, Inc. , 2003.

- [61] Menter F.R., Langtry R., Hansen T., CFD simulation of turbomachinery flows – Verification, validation and modelling, European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS, 2004.
- [62] Menter F.R., Trends and challenges in modelling complex turbulent flows, Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'09), The 14th International Conference on Fluid Flow Technologies, Budapest, Hungary, 2009.
- [63] Menter F.R., Turbulence Modeling for Engineering Flows, a technical paper for Ansys inc., 2011.
- [64] Michael T.J., Schroeder S.D., Bechel A.J., Design of the ONR AxWJ-2 Axial Flow Water Jet Pump, Hydromechanics Department Report NSWCCD-50-TR-2008/066, Naval Surface Warfare Center, 2008.
- [65] Modern Methods of Testing Rotating Components of Turbomachines (Instrumentation), North Atlantic Treaty Organization - Advisory Group for Aeronautical Research and Development, 1975.
- [66] Obradović N., Turbokompresori, Tehnička knjiga, Beograd, 1974.
- [67] Patankar S.V., Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere Publishing Corporation, USA, 1980.
- [68] Pfleiderer C., Lopatične mašine za tečnosti i gasove - vodne pumpe, ventilatori, duvaljeke i turbokompresori, Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1960. (на руском језику, превод са немачког).
- [69] Ruppert, J., A Delaunay refinement algorithm for quality 2-dimensional mesh generation, Journal of Algorithms 18 (3), pp.548–585 (doi:10.1006/jagm.1995.1021), 1995.
- [70] Simon J.F., Contribution to Throughflow Modelling for Axial Flow Turbomachines, PhD Thesis, University of Liege, Faculty of Applied Science, Belgium, 2007.
- [71] Sawyer W. T., Experimental Investigation of a Stationary Cascade of Aerodynamic Profiles, PhD dissertation, Swiss Federal Institute of Technology, Zuerich, 1949.
- [72] Schlichting H., Cascade flow problems, North Atlantic Treaty Organization - Advisory Group for Aeronautical Research and Development, Paris, 1957.
- [73] Schlichting, H., Boundary Layer Theory, McGraw-Hill, 1979.
- [74] Schneiders R., Algorithms for Quadrilateral and Hexahedral Mesh Generation, Proceedings of the VKI Lecture Series on Computational Fluid Dynamic, 20-24 March 2000.

- [75] Scholz N., Aerodynamik der schaufelgitter, G. Braun, Karlsruhe, 1965.
- [76] Shur M., Spalart P.R., Strelets M., Travin A., Detached-Eddy simulation of an airfoil at high angle of attack, Engineering Turbulence Modelling and Experiments 4, Elsevier Science LTD., pp. 669-678, 1999.
- [77] Sobrinho A.S.C., On the generation of quadrilateral element meshes for general CAD surfaces, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1996.
- [78] Spalart P. R., Jou W.-H., Stretlets M., Allmaras S. R., Comments on the Feasibility of LES for Wings and on the Hybrid RANS/LES Approach, Advances in DNS/LES, Proceedings of the First AFOSR International Conference on DNS/LES, 1997.
- [79] Spalart P.R., Strategies for turbulence modelling and simulations, International Journal of Heat and Fluid Flow 21, pp. 252-263, 2000.
- [80] Spalding D.B., Turbulence models and their experimental verification, Imperial College of science and technology, 1973.
- [81] Spasić Ž., Numeričko i eksperimentalno istraživanje uticaja oblika profila lopatica na karakteristike reverzibilnih aksijalnih ventilatora, doktorska disertacija, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Niš, 2012.
- [82] Spasić Ž, Bogdanović B., Blagojević V., Bogdanović-Jovanović J., Numerical Investigation of the Influence of Tip Clearance on Reversible Axial Fan Characteristics, 16. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Proceedings, pp. 286÷292, October 2013.
- [83] Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., Kocić M., Experimental Measurements of Turbulent Intensity and Reynolds Stresses, SAUM 2012, Niš, Proceedings, pp. 326–329, 2012.
- [84] Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., Manojlović J., Determination of centrifugal pump operating parameters in turbine operating regime, 16. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Proceedings, pp. 846÷855, Sokobanja, 2013.
- [85] Степанов Г. Ю., Гидродинамика решеток турбомашин, Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1962.
- [86] Stevanović Ž., Numerički aspekti turbulentnog prenošenja impulsa i toplote, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet, 2008.
- [87] Travin A. K., Shur M.L., Spalart P.R., Strelets M.K., Improvement of delayed detached-eddy simulation for LES with wall modelling, European Conference on

- Computational Fluid Dynamics, ECCOMAS CFD 2006, TU Delft, The Netherlands, 2006.
- [88] Van Esch B.P.M., Simulation of three-dimensional unsteady flow in hydraulic pumps, FEBODRUK BV, University of Twente, PhD thesis, Enschede, Netherlands, 1997.
- [89] Викторов Г.В., Третья двумерная задача для лопастных систем турбомашин, "Труды МЭИ", Гидравлические машины, вып.259, с.13-15, 1975.
- [90] Voronjес K., Obradović N., Mehanika fluida, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.
- [91] Вознесенский И.Н., Жизнь, деятельность и избранные в области гидромашиностроения и автоматического регулирования, 1952.
- [92] Wallis A. R., Axial Flow Fans and Ducts, John Wiley and Sons Inc., 1983.
- [93] Weinig, F., Die Strömung um die Schaufeln von Turbomaschinen, J.A.Barth, Leipzig, 1935.
- [94] Wilcox, D.C., Multiscale model for turbulent flows, In AIAA 24th Aerospace Sciences Meeting, 1986.
- [95] Wilcox, D. C., Reassessment of the Scale-Determining Equation for Advanced Turbulence Models, AIAA Journal, Vol. 26, pp. 1299–1310, 1988.
- [96] Wilcox D.C., Turbulence modeling for CFD, DCV Industries Inc., 1994.
- [97] Wilkinson D. H., Calculation of blade-to-blade flow in a turbomachine by streamline curvature, Aeronautical research council reports and memoranda No 3704, London 1970.
- [98] Wu C.H., A general through-flow theory of fluid flow with subsonic or supersonic velocity in turbomachines of arbitrary hub and casing shapes, National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), Technical note 2302, Washington, 1951.
- [99] Wu C.H., A general theory of three-dimensional flow in subsonic and supersonic turbomachines of axial, radial and mixed-flow types, National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), Technical note 260, Washington, 1952.
- [100] Yildiz O., Implementation of mesh generation algorithms, Master Thesis, the graduate school of natural and applied science of the Middle East Technical University, 2001.

BIOGRAFIJA AUTORA

Jasmina B. Bogdanović-Jovanović, dipl. inž. maš., asistent Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu rođena je 23. jula 1975. godine u Nišu. Udata je i majka jedne ćerke.

Osnovnu školu "Čele Kula" i gimnaziju "Bora Stanković" u Nišu završila je sa odličnim uspehom kao nosilac Vukovih diploma.

Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu je upisala 1994. godine, da bi 2000. godine diplomirala na smeru Hidroenergetike, sa prosečnom ocenom 9,76.

Dobitnik je nagrade za najboljeg diplomiranog studenta Mašinskog fakulteta u Nišu, kao i nagrade Univerziteta u Nišu. Stipendista norveške vlade za najbolje studente 2000. godine. Po završetku diplomskih studija, 2000. godine upisuje magistarske studije na Mašinskom fakultetu u Nišu, na kojima je položila sve predmete sa prosečnom ocenom 10.

U školskoj 2007-2008. godini je upisala doktorske studije na studijskom programu Energetika i procesna tehnika Mašinskog fakulteta u Nišu i položila je dodatne ispite predviđene nastavnim planom doktorskih studija, sa prosečnom ocenom 10 (deset).

Na Mašinskom fakultetu u Nišu radi od 2000. godine, kao asistent pripravnika. Trenutno radi kao asistent na Katedri za Hidroenergetiku Mašinskog fakulteta u Nišu, i aktivno učestvuje u izvođenju vežbanja na predmetima: Turbomašine, Mehanika fluida, Modelska i eksperimentalna istraživanja, Kompresori i ventilatori, Transport u struji fluida, Sistemi vodosnabdevanja, Osnove hidrauličkog i pneumatičkog transporta materijala, Sistemi navodnjavanja i dr.

U saradnji sa kolegama sa Katedre formirala je štand za ispitivanje opstrujavanja tela primenom laser dopler anemometrije.

Učesnica je brojnih naučno-stručnih skupova. Autor ili koautor je 47 naučno-stručnih radova na nacionalnim i međunarodnim kongresima, kao i u naučnim časopisima sa SCI liste i 5 tehničkih rešenja.

Do sada je učestvovala na 9 naučno-istraživačkih i razvojnih projekata i 2 stručna projekta u privredi. Trenutno je istraživač na 2 projekta Ministarstva za Nauku (2011-2014).

Koautor je tri udžbenika.



Прилог 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

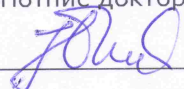
Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом
Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима
хидрауличких турбомашина

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација, ни у целини, ни у деловима, није била предложена за добијање било које дипломе, према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

У Нишу, 24.12.2014.

Аутор дисертације:
Јасмина Богдановић-Јовановић

Потпис докторанда:





Прилог 2.

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора:

Јасмина Богдановић-Јовановић

Студијски програм:

Енергетика и процесна техника

Наслов рада:

Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина

Ментор:

др Драгица Миленковић, ред.проф Машинског факултета у Нишу

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 24.12.2014.

Аутор дисертације:

Јасмина Богдановић-Јовановић

Потпис докторанда:



Прилог 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом: Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

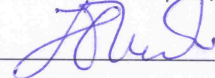
1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; кратак опис лиценци је у наставку текста).

У Нишу, 24.12.2014.

Аутор дисертације:
Јасмина Богдановић-Јовановић

Потпис докторанда:



Наставно-научном већу
Машинског факултета у Нишу

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

Одлуком Наставно – научног већа Машинског факултета у Нишу бр. 612-594-5/2014, од 07.10.2014.године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јасмине Б. Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш. под називом:

„Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина“

Након прегледа докторске дисертације, сагласно Закону о високом образовању, Статуту Универзитета у Нишу и Статуту Машинског факултета у Нишу, комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Садржај и обим докторске дисертације

Докторска дисертација Јасмине Б. Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш. садржи укупно 249 страница формата А4. Основни текст дисертације изложен је на 231 странице и подељен је у 6 поглавља и Прилог. На почетку дисертације дат је Предговор, затим Резиме, након чега следи Садржај и Ознаке. На крају је дат преглед коришћене литературе са укупно 100 референци, од чега 12 аутоцитата.

2. Хронологија одобравања израде дисертације

Докторску дисертацију под називом „Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина“ кандидат је пријавио 31. 05. 2011. године. Наставно – научно веће Машинског факултета у Нишу је на седници од 03.06.2011. године, одлуком бр. 612-301-10/2011, именовало Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације у саставу: др Милун Бабић, редовни професор Машинског факултета у Крагујевцу, др Драгица Миленковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу и др Драгиша Никодијевић, редовни професор Машинског факултета у Нишу.

Наставно – научно веће Машинског факултета у Нишу је одлуком бр. 612-371-8/2011 од 06.07.2011. године, на основу позитивног извештаја Комисије, усвојило тему докторске дисертације под називом „Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина“, и

именовало др Драгицу Миленковић, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора израде докторске дисертације.

Научно – стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу је на седници одржаној 14.07.2011. године, а на захтев Машинског факултета у Нишу, дало сагласност (бр. 8/20-01-005/11-019) на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације.

У периоду од 23.11.2012. до 01.11.2013. године кандидаткиња је била на одсуству ради неге детета.

Кандидаткиња је 10.09.2014. године предала рукопис докторске дисертације Одсеку за наставу и студентска питања Машинског факултета у Нишу, као и захтев за формирање комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (заведено под бројем 612-546/14). На предлог Катедре за Хидроенергетику, Наставно – научно веће Машинског факултета у Нишу је на седници од 07.10.2014. године, одлуком бр. 612-594-5/2014 именовало Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Милун Бабић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, др Драгица Миленковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу и др Драгиша Никодијевић, редовни професор Машинског факултета у Нишу.

3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Дисертација под називом „Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина" припада научној области Машинско инжењерство, односно ужој научној области Теоријска и примењена механика флуида.

4. Подаци о кандидату

Јасмина Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу рођена је 23. јула 1975. године у Нишу.

Основну школу "Ђеле Кула" и гимназију "Бора Станковић" у Нишу завршила је са одличним успехом као носилац Вукових диплома.

Машински факултет Универзитета у Нишу је уписала 1994. године, да би 2000. године дипломирала на смеру Хидроенергетике, са просечном оценом 9,76. Добитник је награде за најбољег дипломираног студента Машинског факултета у Нишу, као и награде Универзитета у Нишу. Исте године уписује магистарске студије на Машинском факултету у Нишу, на којима је положила све предмете са просечном оценом 10.

У школској 2007-2008. години је уписала докторске студије на студијском програму Енергетика и процесна техника Машинског факултета у Нишу и положила је додатне испите предвиђене наставним планом докторских студија, са просечном оценом 10 (десет).

На Машинском факултету у Нишу ради од 2000. године, као асистент приправник. Тренутно ради као асистент на Катедри за Хидроенергетику Машинског факултета у Нишу, и активно учествује у извођењу вежбања на предметима: Турбомашине, Механика флуида, Моделска и експериментална

истраживања, Компресори и вентилатори, Транспорт у струји флуида, Системи водоснабдевања, Основе хидрауличног и пнеуматичког транспорта материјала, Системи наводњавања и др.

Учесница је бројних научно-стручних скупова. Аутор или коаутор је 45 радова научно-стручних радова на националним и међународним конгресима, као и у научним часописима са SCI (Science Citation Index) листе и 5 техничких решења. У току последипломских студија похађала је неколико међународних курсева за студенте докторских студија.

До сада је учествовала на 9 научно-истраживачких и развојних пројеката и 2 стручна пројекта у привреди. Тренутно је истраживач на два пројекта Министарства за Науку (2011-2014.).

Коаутор је три уџбеника: "Вентилатори – радне карактеристике и експлоатациона својства" (2006.), "Компресори – термодинамика процеса сабијања гасова" (2007.), "Летећи пнеуматички транспорт" (2009).

Удата је и мајка једне ћерке.

Радови кандидаткиње у међународним часописима (са SCI листе и ван SCI листе) који су непосредно повезани са темом докторске дисертације су:

- Bogdanović-Jovanović, B. Bogdanović, D. Milenković, "Determination of averaged axisymmetrical flow surfaces according to results obtained by numerical simulation of flow in turbomachinery", Thermal Science, Vol. 16, Suppl. 2, pp. 647-662, 2012, DOI:10.2298/TSC120426193B (M23)
- Bogdanović B., Spasić Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Low-pressure reversible axial fan designed with different specific work of elementary stages", Thermal Science, Vol. 16, Suppl. 2, pp. 675-686, 2012. (M23)
- Jasmina B. Bogdanović-Jovanović, Dragica R. Milenković, Dragan M. Svrkota, Božidar Bogdanović and Živan T. Spasić, "Pumps used as turbines - Power Recovery, Energy Efficiency, CFD Analysis", Thermal Science, Year 2014, Vol. 18, No. 3, pp. 1029-1040 (M23)
- Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "The development of turbine-pump aggregate", Thermal Science, Supplement to Vol.10, No 4, 2006., pp.163÷176. (M23)
- Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović Jasmina, Spasić Ž., Milanović S., "Reversible axial fan with blades created of slightly distorted panel profiles", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.7, N^o1, 2009., pp. 23÷36. (UDC 621.634). (M51)
- Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Todorović N., "Program for determination of unequal specific work distribution of elementary stages in the low-pressure axial flow fan designing procedure", Facta Universitatis, Vol.9, No2, pp. 149 – 160., 2011, UDC 621.63. (M51)
- Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Majstorović P., "The comparison of theoretical and experimental results of velocity distribution on boundary streamlines of separated flow around a hydrofoil in a straight plane cascade", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.5, N^o1, 2007., str. 33÷46. (M51)

- Bogdanović-Jovanović J., Bogdanović B., Božić I., "Design of small bulb turbines with unequal specific work distribution of the runner's elementary stages", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.12, N^o1, str.73÷84, 2014. (M51)

Радови кандидата изложени на међународним и скуповима националног значаја, као и у часописима националног значаја који су непосредно повезани са темом докторске дисертације су:

- Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., Manojlović J., "Determination of centrifugal pump operating parameters in turbine operating regime", 16. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, October 2013., Proceedings, pp. 846÷855, 2013. (ISBN 978-86-6055-044-8) (M33)
- Bogdanović B., Milenković D., Bogdanović-Jovanović J., Spasić Ž., "Design of a bulb turbine stay vane and runner for the small hydro power plant "Grčki mlin" near Prokuplje", 16. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, 22-25. October 2013., Proceedings, pp. 43÷53. (ISBN 978-86-6055-044-8) (M33)
- Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Rotating Stal in Centrifugal Pumps Radial Impellers", 15. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, 18-21. October 2011., Proceedings, pp. 846÷855. (ISBN 978-86-6055-018-9) (M33)
- Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Milanović S., "Calculation of Fan Operating Parameters for Different Numbers of Revolutions, Considering the Influence of Reynolds Number", 15. Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, 18-21. October 2011., Proceedings, pp. 117÷186. (ISBN 978-86-6055-018-9) (M33)
- Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović J., Spasić Ž., "Designing of Low Pressure Axial Flow Fans with Different Specific Work of Elementary Stages", The International Conference – Mechanical Engineering in XXI Century, 25-26. November 2010., Proceedings, pp. 99÷102. (COBISSIS.SR-ID 179681036) (M33)
- Bogdanović-Jovanović J., Milenković D., Bogdanović B., "Numerička simulacija strujanja i radnih karakteristika osne pumpe", 32.kongres HIPNEF 2009., od 14. do 16. oktobra 2009., Vrnjačka Banja, Proceedings str. 217-224. (M63)
- Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Bogdanović B., "Simulacija radnih karakteristika turbinsko-pumpnog agregata za navodnjavanje", XX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2007, rad br.17, str.43., 13-15. jun 2007., Beograd. (M63)
- Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Bogdanović B., "Numerička simulacija i određivanje radnih parametara niskopritisnog ventilatora", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.46, str.75.,14-16. jun 2006., Beograd. (M63)
- Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Turbinsko-pumpni agregat za navodnjavanje", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.27, str.47.,14-16. jun 2006., Beograd.
- Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Korekcija profila lopatica sprovodnog aparata cevne turbine prema numeričkoj simulaciji strujanja u turbini", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.47, str.76.,14-16. jun 2006., Beograd.

5. Анализа докторске дисертације

Докторска дисертација се састоји из 5 поглавља, закључка, прилога и списка коришћене литературе.

Наслови поглавља су следећи:

1. Уводна разматрања
2. Нумеричко одређивање струјних параметара у лопатичним системима хидрауличких турбомашина
3. Примери нумеричких симулација и валидација симулационог модела
4. Одређивање осредњених осносиметричних струјних површина према резултатима добијеним нумеричком симулацијом струјања у хидрауличким турбомашинама и нископритисним вентилаторима
5. Примери нумеричког одређивања осредњених осносиметричних струјних површина у радним колима пумпи и вентилатора
6. Закључак
7. Прилог

По форми и садржају рад задовољава стандарде за докторску дисертацију.

У оквиру дисертације представљен је задатак хидродинамичког прорачуна и шематизација струјања у проточном делу турбомашина, са акцентом на турбо пумпе и нископритисне вентилаторе. Приказан је и осврт на досадашње резултате из ове области, односно представљена су истраживања која су предходила истраживањима датим у овој докторској дисертацији.

У уводном делу рада такође су дате и основе пројектовања радних кола хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора.

У раду је су коришћене нумеричке методе за одређивање струјања флуида (CFD - Computational Fluid Dynamics), посредством софтвера Ansys, који је омогућио симулације струјања у радним колима турбо пумпи и нископритисних вентилатора. На тај начин добијени подаци коришћени су за одређивање по кружној координати осредњених осносиметричних струјних површина. За израчунавање интеграла коришћена је нумеричка метода трапезног правила.

У раду су приказана три разрађена случаја добијања осредњених струјних површина у радним колима хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора (једног осног вентилатора, осне пумпе и центрифугалне пумпе).

С обзиром да је рад подељен на поглавља, у **првом поглављу** су приказана уводна разматрања, у оквиру којих је дефинисан задатак хидродинамичког прорачуна и дата је шематизација струјања у проточном делу турбомашина. У овом делу рада приказана су и најзначајнија истраживања из ове области, као и најзначајнији резултати. У уводном делу рада дат је кратки приказ пројектовања радних кола хидрауличких турбомашина. На крају овог поглавља приказана је примена, развој и значај нумеричких симулација струјања флуида у поступку пројектовања и испитивања турбомашина, са освртом на најзначајнија досадашња достигнућа у овој области.

У **другом поглављу** докторске дисертације даје се краћи осврт на методологију нумеричких симулација струјања, моделирање турбуленције и могућности примене CFD метода на струјање флуида у турбомашинама, пре свега на нумеричке симулације струјања у обртним (радним) колима хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора, али и у непокретним лопатичним и безлопатичним елементима турбомашина. Због једноставности примене, али и потребних компјутерских ресурса за рад нумеричке симулације струјања, акценат је стављен на решавање осредњених Рејнолдсових једначина (tzv. RANS једначина). Приказане су основне парцијалне диференцијалне једначине струјања флуида, које се у поступку временске и просторне дискретизације трансформишу у систем алгебарских једначина, погодних за нумеричку примену. Систем ових једначина затвара се помоћу неког од постојећих модела турбулентног струјања, о којим је, у овом поглављу, такође било речи. У овом делу рада дати су принципи нумеричког решавања струјања флуида (од дискретизације, преко диферентних шема, генерисања мреже, до конвергенције добијеног решења). Истакнут је значај нумеричких симулација струјања, као и предност нумеричких симулација, која се састоји у томе што оне не захтевају значајне људске и материјалне ресурсе. Такође је време извршења ових симулација значајно краће у односу на време потребно да би се извршило лабораторијско мерење, уз могућност израчунавања свих потребних струјних величина у радном простору тубомашина.

Примери нумеричких симулација, коришћењем комерцијалног софтверског пакета Ansys, који у свом саставу садржи модуле за примену код турбомашина, као и валидација нумеричких модела, тема је **трећег поглавља** рада. Дати су конкретни примери различитих турбомашина, и то следећим редом:

- I) Нископритисни реверзибилни осни вентилатор са непрофилисаним лопатицама радног кола,
- II) Дијагонална пропелерна пумпа и
- III) Центрифугална пумпа.

За све примере најпре је дат приказ физичког модела, затим приказ креираног нумеричког модела, док су резултати нумеричких симулација струјања дати у Прилогу рада (у табеларном приказу). Радне карактеристике сваке представљене турбомашине добијене нумеричким симулацијама струјања при једном броју обртаја и за опсег радних протока, упоређене су са радним карактеристикама добијеним експерименталним испитивањима одговарајућих машина, у лабораторијским условима рада, чиме је извршена валидација модела.

Четвро поглавље бави се теоријом и практичном применом одређивања осредњених осносиметричних струјних површина према резултатима добијеним нумеричком симулацијом струјања у хидрауличким турбомашинама и нископритисним вентилаторима. Реална струјања у лопатичним решеткама хидрауличких турбомашина и вентилатора нису осносиметрична, а фиктивно се могу свести на осносиметрична, уколико се струјни параметри у међулопатичним каналима осредњују по кружној координати. Према резултатима нумеричких симулација струјања у међулопатичним каналима турбомашина, могуће је одредити осредњене струјне параметре по кружној координати, а затим одредити и осредњене струјне површине. Дата је методологија осредњавања струјних параметара по кружној координати и изведене су осредњене једначине струјања.

У **петом поглављу** рада приказани су резултати одређивања осредњених струјних површина, односно меридијанских струјница осредњеног струјања, коришћењем интегралне једначине континуитета, за примере за које су извршене нумеричке симулације струјања у поглављу 3. Водећи се теоријом и изведеним једначинама датим у поглављу 4, приказани су резултати одређивања осредњених струјница у радном колу хидрауличких турбо пумпи и нископритисног вентилатора. Поред тога су одређени и јединични радови елементарних ступњева обртног кола на осредњеним осносиметричним струјним површинама, као и момент и снага обртног кола разматраних турбомашина. Такође је извршен и прорачун протока осредњене механичке енергије струјања кроз контролне проточне површине на улазу и излазу из радног простора обртног кола.

Наведена методологија у потпуности је применљива и на хидрауличне турбине.

На крају рада дат је закључак, а у прилогу рада приказане су табеле осредњених вредности струјних параметара у одговарајућим пресецима радног кола, добијених нумеричком симулацијом струјања. За све анализиране примере турбомашина приказане су вредности притисака и брзина у различитим дискретним тачкама на дефинисаним пресецима у радном колу.

На самом крају рада приказана је коришћена литература са датих 100 референци.

6. Значај и допринос докторске дисертације

Основни научни доприноси дисертације су следећи:

- Истраживањима у оквиру предложене теме докторске дисертације проширена су теоријска и практична сазнања из области струјања у радним колима турбомашина.
- Добијене су осредњене једначине струјања у радним колима хидрауличких турбомашина.
- Приказана је методологија одређивања осредњених струјних параметара у радним колима хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора, на основу струјних величина добијених помоћу нумеричких симулација струјања у радним колима турбомашина (а, такође, у ту сврху могу послужити и струјне величине које су добијене експерименталним мерењима у радном колу турбомашине).
- Одређивањем осредњених осносиметричних струјних површина, дата је могућност појектанту да у току пројектовања турбомашине изврше корекцију изабраних осносиметричних струјних површина елементарних ступњева, њиховим упоређивањем са добијеним осредњеним осносиметричним струјним површинама.
- Дата је методологија, као и алгоритам за одређивање фиктивног радног кола а бесконачним бројем лопатица које даје тражено струјно скретање, као и одређивање меридијанских струјница у њему.

7. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати спроведених истраживања, директно су применљиви у поступку пројектовања радних кола хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора. Практични значај ове докторске дисертације је у томе што омогућава пројектанту да при пројектовању усвојене осносиметричне струјне површине и јединичне радове може да упореди са нумерички симулираним резултатима. Ово даје могућност за увођење нове методологије пројектовања хидрауличких турбомашина, при којој се, још у фази пројектовања турбомашина може извршити корекција струјних површина, а у складу са тим и корекција лопатичних профила на њима.

Такође се може извршити одређивање јединичних радова по добијеним осредњеним меридијанским струјницама, при чему конструктор турбомашине може извршити упоређивање јединичних радова свих дефинисаних елементарних струпњева са јединичним радовима које је усвојио при профилисању лопатица турбомашине.

Значај описане процедуре пројектовања представља важан помак у методологији пројектовања турбомашина, с обзиром ма уштеду времена, финансијских и људских ресурса у поступку пројектовања и израде хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора.

У фази пројектовања, па све до израде прототипа турбомашине, а коришћењем резултата добијених нумеричком симулацијом струјања у радном колу турбомашине, могуће је извршити корекцију резултата добијених уобичајеном методологијом пројектовања, која се заснива на поменутиим претпоставкама и упрошћавањима, а имајући у виду нераскидиву спрегу прорачуна геометрије радног кола са емпиријским подацима.

8. Закључак и предлог

На основу прегледа докторске дисертације и увидом у публиковане научне резултате кандидата, чланови Комисије закључују:

- Поднети рад у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно – научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно–стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу;
- Кандидаткиња је кроз спроведена истраживања и резултате добијене у дисертацији показала да поседује адекватна знања из области механике флуида, турбомашина и математике;
- Кандидаткиња је испољила висок ниво самосталности у истраживању и показао способност да сагледа проблем истраживања са више аспеката и креативно приступи његовом решавању уз оригиналност у осмишљавању и креирању одређених научних решења;
- Резултати до којих је кандидаткиња дошла истраживањима у дисертацији су верификовани кроз континуирано објављивање научних радова из ове области на међународним конференцијама и у часописима, при чему је публиковала више радова у часописима индексираним на SCI листи.

- Прегледом дисертације и оценом досадашњих резултата рада закључује се да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата;
- Приступ истраживању и приказана методологија имају висок степен општости, а проистекла сазнања отварају бројне теме за даљи рад на пољу струјања у радним колима хидрауличких турбомашина и нископритисних вентилатора и омогућавају практичну примену резултата.
- Рад је адекватно конципиран и систематизован, технички квалитетно урађен и омогућава прегледно праћење изложеног садржаја и добијених резултата истраживања.

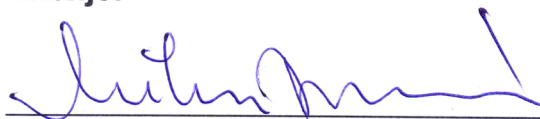
Имајући у виду значај и актуелност обрађене теме и остварене научне резултате кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације се слажу да поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан допринос развоју ове научне области и са задовољством предлажу Наставно–научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу, да рад Јасмине Б. Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш. под називом:

„Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина“

прихвати као докторску дисертацију и да кандидата позове на усмену јавну одбрану.

У Нишу,
октобра, 2014. године.

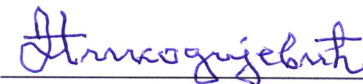
Чланови Комисије:



др Милун Бабић,
редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област: Енергетика и процесна техника)



др Драгица Миленковић,
редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Теоријска и примењена механика флуида)



др Драгиша Никодијевић,
редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област: Теоријска и примењена механика флуида)