

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 1 van 12 |

In dit document zijn een vijftal blokken te vinden:

1. Algemeen gedeelte
2. Stuurparameters
3. Stofeigenschappen
4. Postprocessing
5. Randvoorwaarden

Het is aan te raden deze volgorde te handhaven.

De syntax voor de beschrijving van de afzonderlijke opdrachten is:

Oproep: **opdracht**, *waarde* [, *optie 1* | *optie 2*]
Verstekwaarde(n): verstekwaarde(n)
Voorbeeld: opdracht, voorbeeld van de opdracht

De afzonderlijke onderdelen van een opdracht worden gescheiden door of één komma of één of meer spaties (meerdere spaties tellen voor één en een komma met één of meer spaties telt als één komma).

1 Algemeen gedeelte

1.1 Titel

Oproep: **title**, *string*
Verstekwaarden(n): (leeg)
Voorbeeld: title, Een dolfyn simulatie

Voegt een titel toe aan verschillende bestanden. Alles op één regel.

1.2 Stappen

Oproep: **steps**, *aantal* [, *resmax*]
Verstekwaarde(n): 100, 1.e-4
Voorbeeld: steps, 400, 1.e-5

Aantal iteratie stappen (stationair) of aantal tijdstappen (instationair). Eventueel het eindresidu dat gewenst is.

1.3 Thermisch model

Oproep: **thermal**, *off* | *on*
Verstekwaarden(n): off
Voorbeeld: thermal, on

De keuze of het thermische model gebruikt wordt of niet.

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 2 van 12 |

1.4 Turbulentiemodel

Oproep: **turbulence**, *off* | *ke* [, *lengte*]
Verstekwaarden(n): *off*
Voorbeeld: *turbulence, ke*

De keuze of het standaard $k-\varepsilon$ turbulentiemodel gebruikt wordt of niet. De waarde voor *lengte* is van belang bij de initialisatie (eerste schatting voor de turbulente dissipatie ε).

1.5 Tijdafhankelijkheid

Oproep: **transient**, *tijdstap* [, *quad* [, *blend*]]
Verstekwaarden(n): *off*
Voorbeeld: *transient, 0.1*

Selecteert de tijdsafhankelijke opties (standaard impliciet Euler of een tweede orde Euler schema).

1.6 Herstarten

Oproep: **restart**, (*niets*) | *no* | *off* | *initial* | *reset*
Verstekwaarden(n): *no*
Voorbeeld: *restart, reset*

Een simulatie kan herstart worden. Daarbij zijn de volgende opties beschikbaar:

(niets) Herstart de simulatie.

no | **off** Geen herstart. Begin van voren af aan en negeer een eventueel aanwezig herstartbestand.

initial Gebruik een herstartbestand als beginschatting van de simulatie.

reset Herstart en zet de tellers (iteratienummer of tijdstap) weer op nul.

1.7 Kommentaar

Oproep: **#** *string*
Verstekwaarden(n): (*leeg*)
Voorbeeld: **#** nu volgt een commentaar.

Alles wat na een #-teken volgt wordt genegeerd. Dat wil dus ook zeggen dat een commentaar achter een stuurcommando opgegeven kan worden.

MEMO

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 3 van 12 |

1.8 Opslaan

Oproep: **save**, *aantal*
Verstekwaarden(n): 500
Voorbeeld: save, 100

Geeft aan hoe vaak een herstartbestand wordt geschreven. Kies een passende waarde; niet te lang maar ook niet te kort.

1.9 Debug

Oproep: **debug**, *nummer*
Verstekwaarden(n): 0
Voorbeeld: debug, 2

Stuurt de hoeveelheid extra informatie die uitgegeven wordt op het scherm of in het debug-bestand. Voor ontwikkelaars van belang.

2 Stuurparameters

2.1 Monitorpunt

Oproep: **monitor**, *celnummer*
Verstekwaarden(n): 1
Voorbeeld: monitor, 2004

De cel waarvan tijdens de berekening enkele waarden op het scherm worden uitgegeven. Controleer of bij een stationaire simulatie de variabelen constant geworden zijn.

2.2 Mengfactoren

Oproep: **gamma**, *array*
Verstekwaarden(n): 0.0, 0.0, 0.0
Voorbeeld: gamma, 0.95, , 0.25

Geeft de mengfactoren ('gamma') door. Waarde voor u , v , en w zijn identiek, zo ook voor k en ε . De tweede waarde (voor druk) is zinloos, echter is wel aanwezig in verband met enige consistentie van de verschillende opdrachten.

Een speciale uitgebreide versie (alle waarden kunnen gezet worden):

Oproep: **gamma***, *array*
Verstekwaarden(n): 0.0, 0.0, 0.0
Voorbeeld: gamma*, 0.95,0.95,0.95, , 0.25

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krüs@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 4 van 12 |

2.3 Relaxatiefactoren

Oproep: **relax**, *array*
Verstekwaarden(n): 0.5, 0.2, 0.5, 0.95
Voorbeeld: relax, 0.6, 0.3, 0.6, 0.95

De relaxatiefactoren voor resp. de drie snelheidscomponenten, de druk en de scalaire transportvergelijkingen (temperatuur en turbulentie grootheden).

Een speciale uitgebreide versie (alle waarden kunnen gezet worden):

Oproep: **relax***, *array*
Verstekwaarden(n): 0.5,0.5,0.5, 0.2, 0.5,0.5, 0.5,0.5
Voorbeeld: relax, 0.6, 0.6, 0.6, 0.3, 0.4,0.4, 0.9

2.4 Relatieve nauwkeurigheid

Oproep: **rtol**, *array*
Verstekwaarden(n): 0.1, 0.05, 0.1
Voorbeeld: rtol, 0.1, 0.01, 0.1

De relatieve nauwkeurigheid van de lineaire solver *per iteratiestap* voor resp. de drie snelheidscomponenten, de druk en de scalaire transportvergelijkingen (temperatuur en turbulentie grootheden).

2.5 Beginschatting

Oproep: **init**, *field, array | user | fact, factor | steps, aantal stappen*
Verstekwaarden(n): (field) 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 293.0
Voorbeeld: init, field, 1.0

Geeft verschillende initialisatiemogelijkheden aan het begin van een simulatie:

field,array Geef een snelheidsveld, druk enzovoorts.

user Gebruik een eigen subroutine (subroutine UserInitialField)

fact, factor Een tijdelijke factor voor de laminaire viscositeit.

steps, stappen Het aantal stappen tijdens de initialisatie.

2.6 Drukiteratie

Oproep: **pcor**, *max, maximum | fac, factor*
Verstekwaarden(n): (max) 4, (fac) 0.25
Voorbeeld: pcor, 30

Twee parameters voor de drukiteratie:

MEMO

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 5 van 12 |

max, maximum Maximale aantal drukcorrecties.

fact, factor Reductiefactor in de drukcorrectie.

2.7 Dubbele precisie

*** *Waarschuwing! Deze Opdracht is vervallen!* ***

Oproep: **double, variabele**

Variabele: uvw | u | v | w | p | ke | T

Verstekwaarden(n): (geen dubbele precisie)

Voorbeeld: double, p

Twee parameters voor de drukiteratie:

uvw De drie snelheidscomponenten.

u De U snelheidscomponent.

v De V snelheidscomponent.

w De W snelheidscomponent.

p De druk.

te De turbulentie grootheden.

T De temperatuur.

2.8 Vergelijkingen

Oproep: **solver, variable, on | off**

Variabele: u | v | w | p | k | eps | T

Verstekwaarden(n): (geen)

Voorbeeld: solver, w, off

Mogelijkheid tot doelgericht aan- of uitschakelen van het oplossen van een transportvergelijking (of druk):

u De U snelheidscomponent.

v De V snelheidscomponent.

w De W snelheidscomponent.

p De druk.

k De turbulente kinetische energie.

eps De turbulente dissipatie

T De temperatuur.

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 6 van 12 |

3 Stofeigenschaften

3.1 Dichtheid

Oproep: **density**, *dichtheid*
Verstekwaarden(n): 1.2
Voorbeeld: density, 1.205

De waarde voor de dichtheid.

3.2 Referentie druk

Oproep: **pref**, *celnummer*
Verstekwaarden(n): 1
Voorbeeld: pref,2004

Legt vast waar in het veld de druk de waarde '0' heeft (de referentiedruk). Alle drukken zijn ten opzichte van deze referentiedruk.

3.3 Zwaartekracht

Oproep: **gravity**, g_x, g_y, g_z
Verstekwaarden(n): 0.0, 0.0, 0.0
Voorbeeld: gravity, 0.0, -9.81, 0.0

Legt de zwaartekrachtsvector vast (alleen van belang voor thermische analyses).

3.4 Expansiecoëfficiënt

Oproep: **beta**, *getal*
Verstekwaarden(n): 0.001
Voorbeeld: beta,0.003

Legt de expansiecoëfficiënt vast (alleen van belang voor thermische analyses).

3.5 Laminaire viscositeit

Oproep: **vislam**, *viscositeit*
Verstekwaarden(n): 0.001
Voorbeeld: vislam, 18.6e-6

De waarde voor de laminaire viscositeit.

MEMO

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 7 van 12 |

3.6 Specifieke warmtecapaciteit

Oproep: **cp**, *cp*
Verstekwaarden(n): 1006.
Voorbeeld: cp, 1000.

De waarde voor de specifieke warmtecapaciteit.

3.7 Getal van Prandtl

Oproep: **prandtl**, *getal*
Verstekwaarden(n): 0.6905
Voorbeeld: prandtl, 7.

Legt de waarde voor het getal van Prandtl vast. Zie ook *Warmtegeleiding*.

3.8 Warmtegeleiding

Oproep: **conductivity**, *getal*
Verstekwaarden(n): 0.02637
Voorbeeld: conductivity, 0.02

Legt de waarde voor de warmtegeleiding vast.

Let op: Het getal van Prandtl en de waarde voor de warmtegeleiding zijn onderling inwisselbaar. De relatie is:

$$Pr = \frac{\mu_{\text{lam}} C_p}{\lambda}$$

De laatst opgeroepen opdracht is bepalend.

4 Postprocessing

Op dit ogenblik zijn slechts de mogelijkheden voor OpenDX en VTK geïmplementeerd.

4.1 OpenDX

Oproep: **use**, *OpenDX*
Verstekwaarden(n): (geen)
Voorbeeld: use, opendx

Schrijf een '*.odx' bestand uit voor OpenDX.

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 8 van 12 |

4.2 VTK

Oproep: **use**, *VTK*

Verstekwaarden(n): (geen)

Voorbeeld: use,vtk

Schrijf een '*.vtk' bestand uit voor ParaView, VisIt, of MayaVi.

4.3 Extra opties

post, *post*, *variabele*, *cell* | *vert* [, *yes* | *no*]

Variabele: u | v | w | p | k | eps | T | sca | den | vis | lvi

Verstekwaarden(n): (zie onder)

Voorbeeld: post, T, vert, yes

Schrijf extra gegevens uit voor cell- en/of vertex-data (indien mogelijk). Standaard worden de cell-data van de op te lossen vergelijkingen weggeschreven. De vertex-data moeten speciaal geselecteerd worden.

4.4 Speciale OpenDX mogelijkheden

Oproep: **opendx**, *dump*, *stappen*

of

opendx, (*normals*, *on* | *off*) | (*centers*, *on* | *off*) | (*massflux*, *on* | *off*)

of

opendx, *post*, *variabele*, *cell* | *vert* [, *yes* | *no*]

Variabele: u | v | w | p | k | eps | T | sca | den | vis | lvi

Verstekwaarden(n): (geen)

Voorbeeld: opendx, post, T, vert

De eerste optie legt vast hoe vaak een OpenDX-bestand geschreven dient te worden (in stappen). De tweede optie is slechts bedoeld voor de ontwikkelaar.

De laatste optie geeft aan voor welke variabelen ook de waardes op de knooppunten uitgegeven dienen te worden.

5 Randvoorwaarden

De sectie voor randvoorwaarden is bijzonder omdat onafhankelijk van de aard van de simulatie *alle gegevens* opgegeven dienen te worden. De reden daarvoor is dat op deze wijze het vrij eenvoudig is om opties in of uit te schakelen.

De volgende randvoorwaarden zijn op dit ogenblik beschikbaar:

1. **inlet** Een inlaat.

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 9 van 12 |

2. **outlet** Een uitlaat.
3. **wall** Een wand.
4. **symplane** Een symmetrievlak.

De nummering van de randvoorwaarden is willekeurig. De rand met de index '0' is de randvoorwaarde die gebruikt wordt als de preprocessor geen overeenkomstige definitie kan vinden.

De definitie van de randvoorwaarden kan in een willekeurige volgorde worden opgegeven waarbij de laatste definitie uiteindelijk telt.

5.1 Inlaat

Oproep: **boundary**, *nummer*, [*user*]

inlet

u, v, w

dichtheid

temperatuur

keps | inle

getal, getal

Verstekwaarden(n): (nvt)

Voorbeeld: boundary, 1

inlet

5.0, 0.0, 0.0

3 snelheidscomponenten

1.2

de dichtheid

293.0

temperatuur (in Kelvin)

keps

keuze voor k en ε

1.e-4, 1.e-4

de bijbehorende waarden

De optie *user* zorgt ervoor dat na de opgegeven randvoorwaarden een eigen subroutine (subroutine UserInlet) opgeroepen wordt alwaar enkele of alle randvoorwaarden specifiek opgegeven kunnen worden.

Na de eerste regel volgen de dichtheid en temperatuur. Vervolgens dient een keuze gemaakt te worden tussen de waarden voor k en ε (keps) of voor de turbulentie intensiteit en lengteschaal (inle) en de bijbehorende waarden.

5.2 Uitlaat

Oproep: **boundary**, *nummer*

outlet

getal

Verstekwaarden(n): (nvt)

Voorbeeld: boundary, 2

outlet

1.0

aandeel voor deze uitlaat

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 10 van 12 |

Geeft aan waar de stroming het domein kan verlaten. Het aandeel bepaald hoeveel van de totale inkomende massastroom door deze uitlaat weer het domein verlaat (optie nog niet geïmplementeerd).

5.3 Wand

Oproep: **boundary**, *nummer*
wall
noslip | *slip*
u, v, w
adiabatic | *fixed* | *flux*
getal, *getal*

Verstekwaarden(n): (nvt)

Voorbeeld: boundary, 3

wall

noslip

1.0, 0.0, 0.0

3 snelheidscomponenten

fixed

optie vaste temperatuur

293.0,0.0

temperatuur (in Kelvin), weerstand R

Legt de randvoorwaarden voor de wand vast. Een wand kan een wrijvingsloze wand zijn (slip) of niet (noslip). In het laatste geval kan de wand ook een snelheid in het vlak van de wand hebben. Tot slot dienen de thermische eigenschappen van de wand opgegeven te worden (ook al is een isothermische simulatie gewenst). Na de temperatuur of flux volgt de warmteweerstand R .

5.4 Symmetrievlak

Oproep: **boundary**, *nummer*
symp

Verstekwaarden(n): (geen)

Voorbeeld: boundary, 4

symp

De optie voor een wand als symmetrievlak.

MEMO

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 11 van 12 |

6 Voorbeeld stuurbestand

```
title Von Karman wervelstraat, Re = 100
steps 3000 1.e-3
restart reset
#
# stuurparameters
#
gamma,0.8
relax,1.0,0.4,0.3
rtol,0.1,0.01,0.1
#
# stofeigenschappen
#
vislam=0.1
density=1.2
Pref=1
monitor,1589

solver,w,off
double p

transient,0.02,quad,1.0
#
# *** randvoorwaarden ***
#
boundary,1 # inlaat
inlet
5.0 0 0
1.2
293.0
keps
1.e-4 1.e-4

boundary,2 # uitlaat
outlet
1.0

boundary,3 # wand
wall
noslip
0.0 0.0 0.0
adiab
#
# tenslotte alles wat niet nader benoemd is:
#
boundary,0
symp
```

MEMO

| | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Onderwerp: Stuurbestand van dolfyn (status sept. 2005) | | | Nr: CFD-040901 |
| Van: Henk Krüs, Peet Franken | Tel.: +31-40-2230491 | Email: h.krus@cyclone.nl | Datum: 12 oktober 2005 |
| Aan: | | Bedrijf: Dolfyn | Blz.: 12 van 12 |

Index

#, 2

beginschatting, 4

beta, 6

blending factor, 3

comment, 2

commentaar, 2

conductivity, 7

cp, 7

debug, 3

density, 6

dichtheid, 6

double, 5

druk (referentie), 6

drukiteratie, 4

dubbele precisie, 5

expansiecoëfficiënt, 6

gamma, 3

gamma*, 3

getal van Prandtl, 7

gravity, 6

herstart, 2

init, 4

inlaat, 9

inlet, 9

mengfactor, 3

monitor, 3

OpenDX, 7, 8

opslaan, 3

outlet, 9

pcro, 4

postprocessing, 7, 8

prandtl, 7

pref, 6

relatieve nauwkeurigheid, 4

relax, 4

relax*, 4

relaxatiefactoren, 4

restart, 2

rtol, 4

save, 3

solver, 5

specifieke warmtecapaciteit, 7

stappen, 1

steps, 1

symmetrievlak, 10

symp, 10

thermal, 1

thermisch, 1

tijd, 2

titel, 1

title, 1

transient, 2

turbulence, 2

turbulentie, 2

uitlaat, 9

UserInitialField, 4

UserInlet, 9

vergelijkingen, 5

viscositeit, 6

vislam, 6

VTK, 8

wall, 10

wand, 10

warmtegeleiding, 7

zwaartekracht, 6