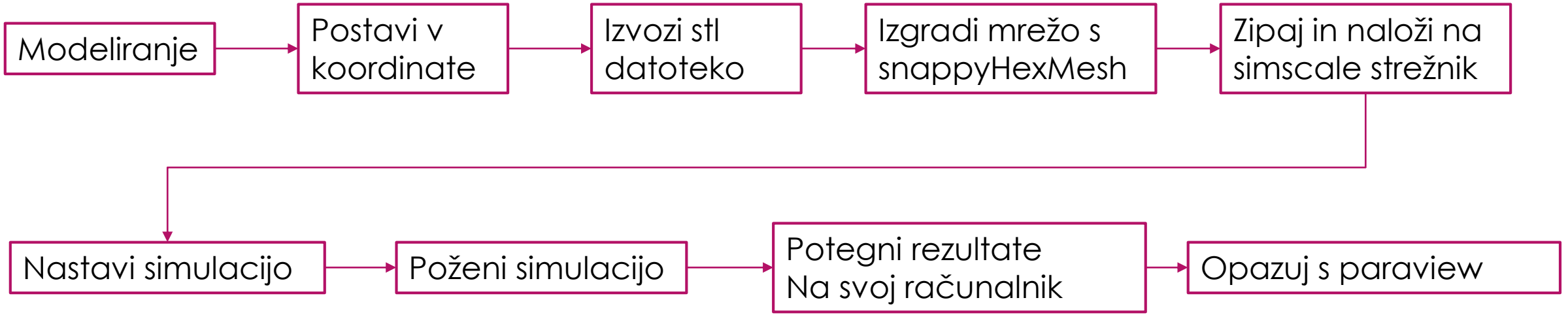
CFD aerodinamika

IZRAČUN AERODINAMIKE OKOLI DIRKALNIKA S POMOČJO OPENFOAM+SIMSCALE+PARAVIEW

Potek dela


Modeliranje
Postavi v koordinate
Izvozi stl datoteko
Izgradi mrežo s snappyHexMesh
Zipaj in naloži na simscale strežnik
Nastavi simulacijo
Poženi simulacijo
Potegni rezultate Na svoj računalnik
Opazuj s paraview

Modeliranje

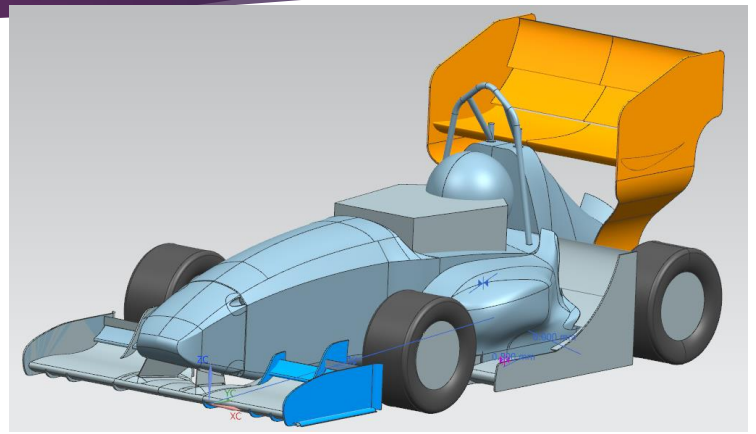
- “Lepa” geometrija:
  - Brez ostrih robov
  - Brez tankih rež
  - Brez konic, koničastih lukenj
  - Brez slabo ujemajočih se površin
- Oblikovanje aerodinamičnih naprav je posebna zgodba, ki je trenutno še ne bomo obdelali

Postavljanje v koordinate

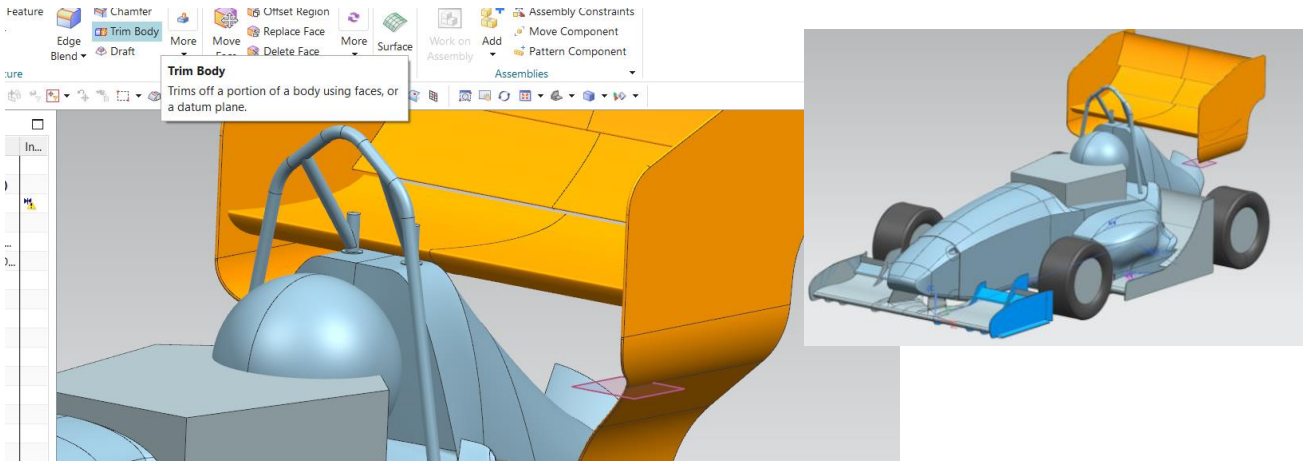
- En sestav v katerem se dodaja, spreminja komponente
  - Sestav naj zaenkrat ne vsebuje detajlov reda velikosti okoli 1 cm (to je celotno podvozje, pokrovi, detajli v feltnah, vijaki za pritrditev aerodinamičnih naprav
  - Sestav naj bo čez celotno sezono enako orientiran, da stl datoteke nespremenjenih kosov ostanejo enake
  - Spremenjeno/novo komponento umestimo v sestav

Modeliranje in postavljanje v koordinate

- Naloga 1:
  - V mapi OFkurz\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD razpni completeAeroFin.zip in z NX-om odpri sestav COMPLETE_AERO_SESTAV.prt



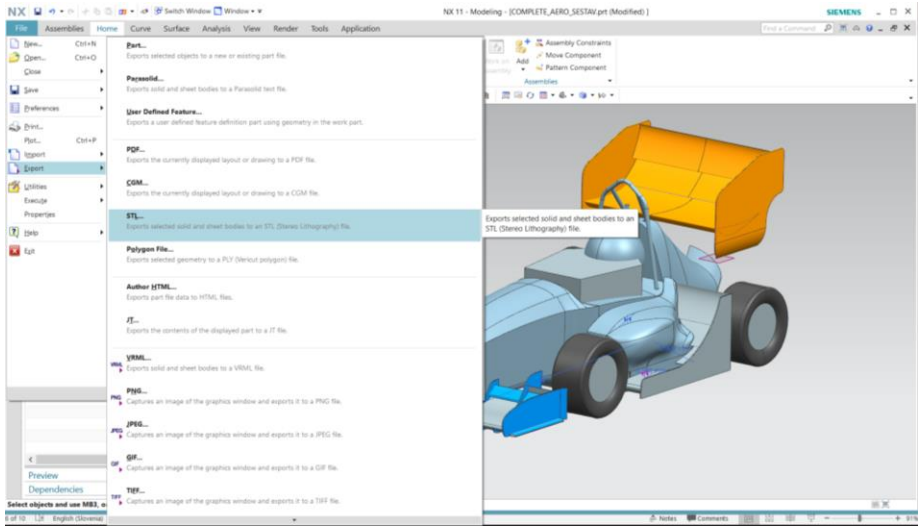
  - Odreži spodnji del stranic, ki držijo zadnje krilo

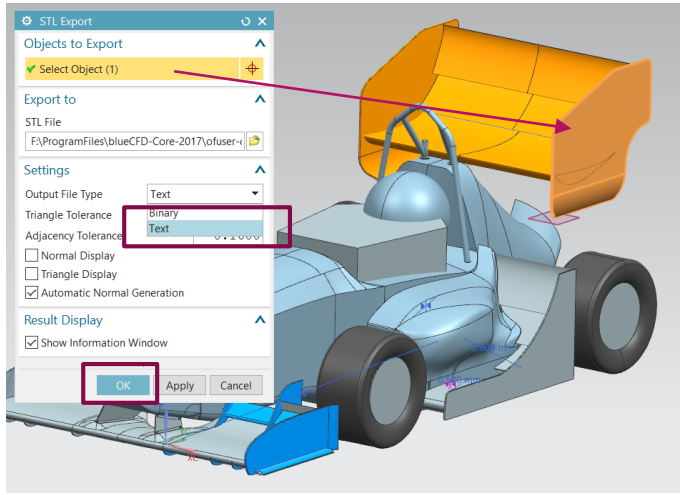


Izvoz STL datoteke

- Datoteka mora biti v ASCII (text) formatu (da jo lahko beremo mi in OpenFOAM)

- Naloga 2: izvozi stl datoteko leve stranice zadnjega krila iz NX v OFkurz\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD, poimenuj jo rearWingSide

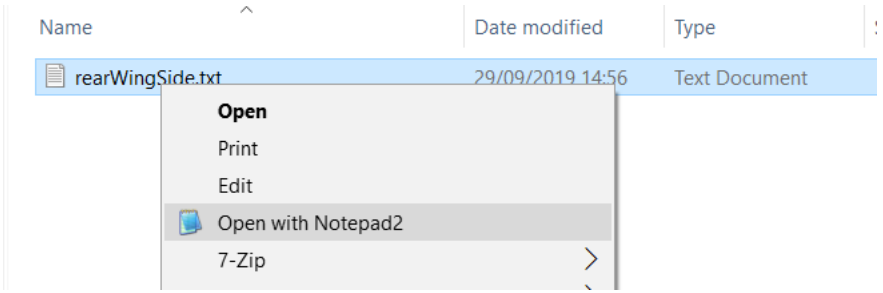


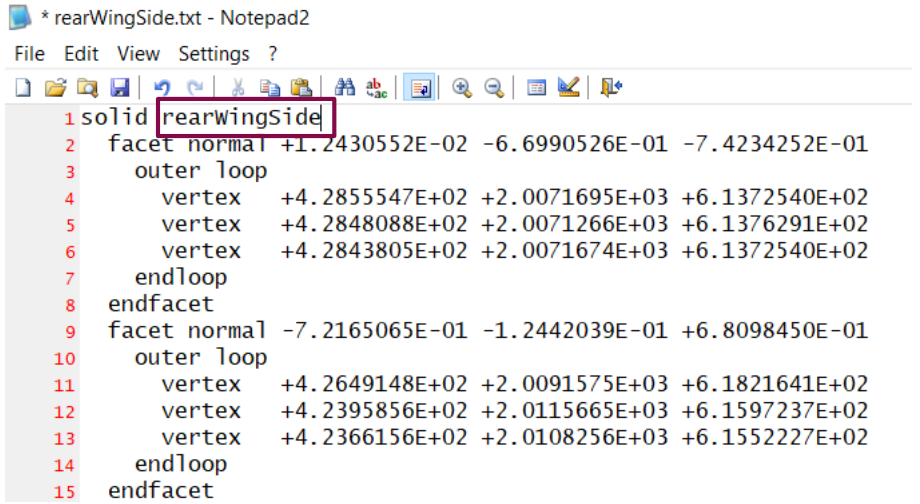


Izvoz STL datoteke

- Vse površine, ki smo jih zapisali v STL datoteko lahko poimenujemo, kar omogoča nastavljanje robnih pogojev. To naredimo tako, da STL datoteko odpremo z Notepad2 in za vse besede solid zapišemo ime površine

- Naloga 3: poimenuj izvoženo površino!





Izgradnja mreže s snappyHexMesh

- Vse datoteke združimo v eno datoteko: formula.stl in jo kopiramo v mapo constant/triSurface
- Izgradimo gabaritno mrežo z blockMesh
- Izgradimo prileţno mrežo s snappyHexMesh

Izgradnja mreže s snappyHexMesh

- Naloga 4:
  1. S pomočjo raziskovalca zamenjaj obstoječi stl stranice zadnjega krila (\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD\meshingCase\constant\stl\rearWingSide.txt) z novim stl-om površine stranice zadnjega krila: \simulacije_naloge\naloga_formulaCFD\rearWingSide.txt
  2. Odpri blueCFD terminal in se premakni v mapo (blueCFD\ofuser5.0\OFKurz\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD\meshingCase\
  3. V datoteki naloga_formulaCFD\ system\decomposeParDict nastavi število razpoložljivih procesorskih jeder X:
     numberOfSubdomains X;
  4. Daj pravice za izvajanje, pisanje in branje skripti buildMeshPar:
     $ chmod 700 buildMeshPar
  5. Poženi skripto buildMeshPar (traja približno 10 min):
     $ ./buildMeshPar

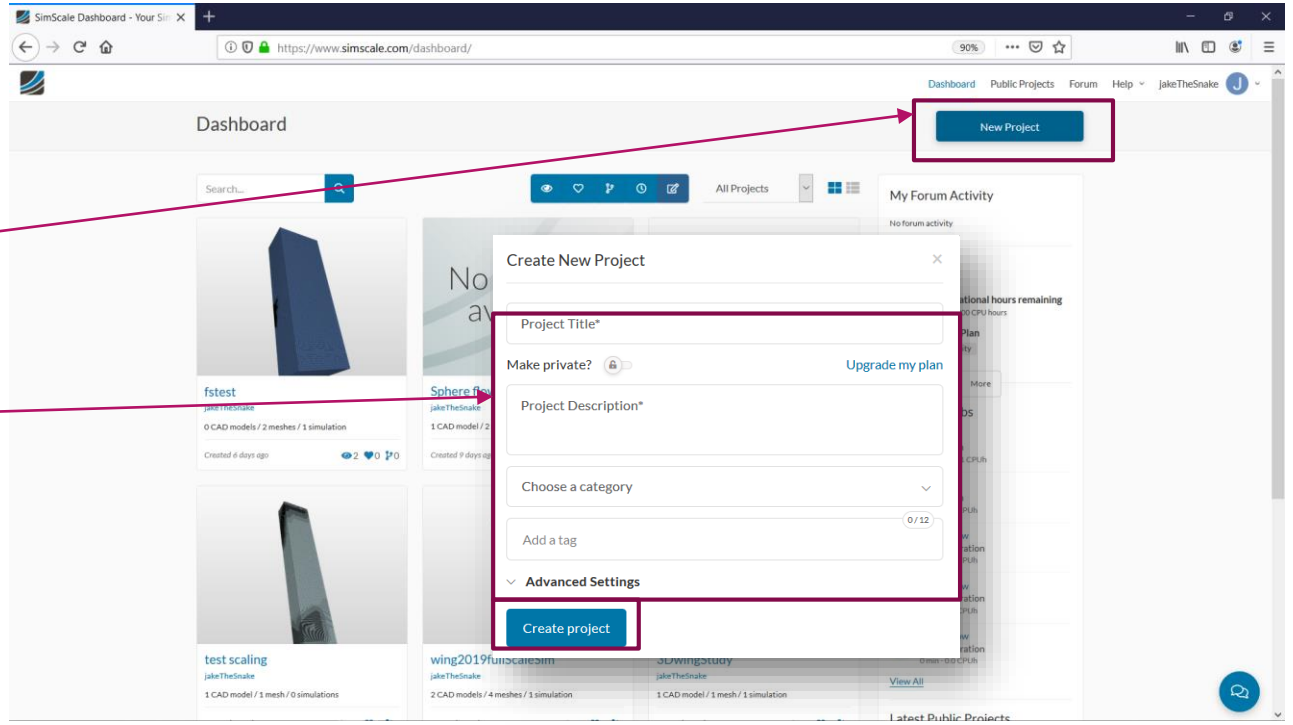
Naloži mrežo na simscale strežnik

- Simscale je spletna stran, ki ponuja zastonjske ure računskega časa, v ozadju pa poganja OpenFOAM. Mi bomo izkoristili njihov vmesnik za nastavitev in pogon simulacije.

- Naloga 5:
  1. Ustvari si račun na Simcale: https://www.simscale.com/

Naloži mrežo na simscale strežnik

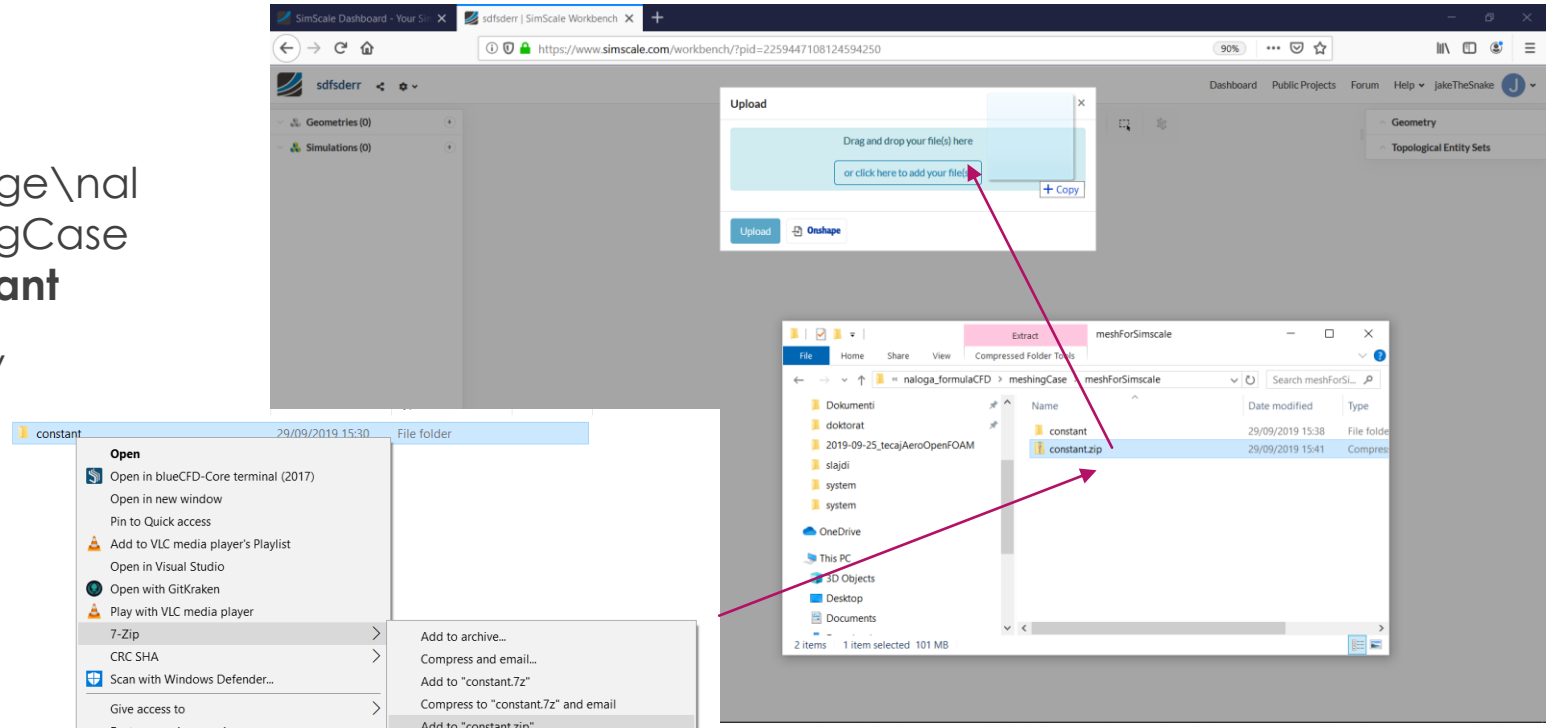
- Naloga 6: ustvari nov Simscale project:
  1. Prijavi se v svoj račun
  2. Ustavri nov project: “New Project”
  3. Izpolni osnovne podatke o projektu in ustvari projekt
  4. Projekt je javno dostopen!



Naloži mrežo na simscale strežnik

- Naloga 7: Naloži mrežo

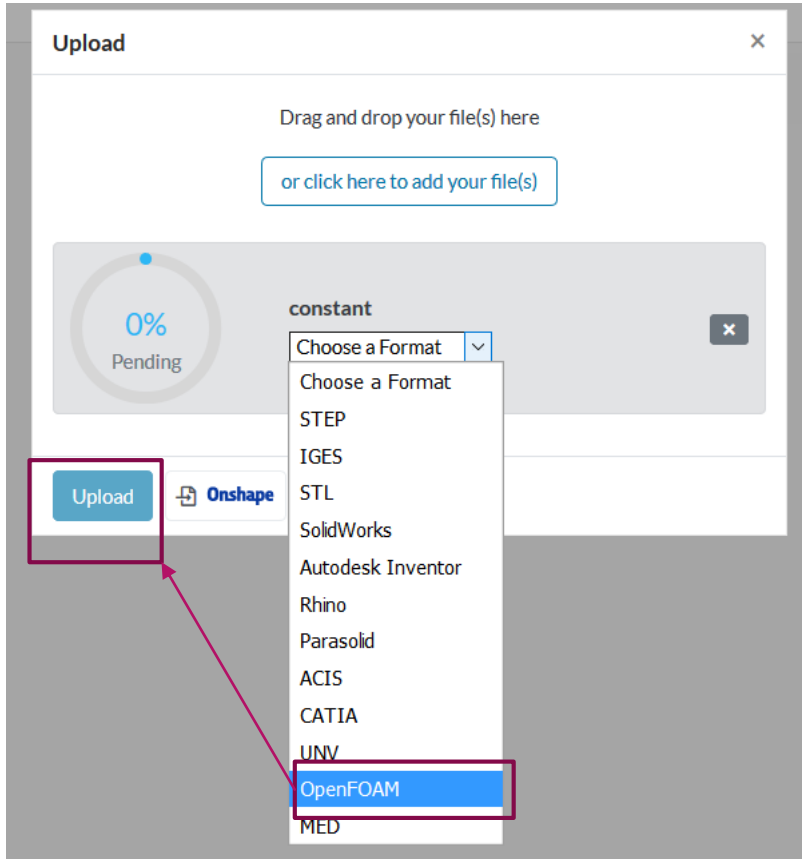
1. Zazipaj mapo: …OFKurz\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD\meshingCase**meshForSimscale\constant**
2. Zazipano mapo potegni v okvirček “Upload”



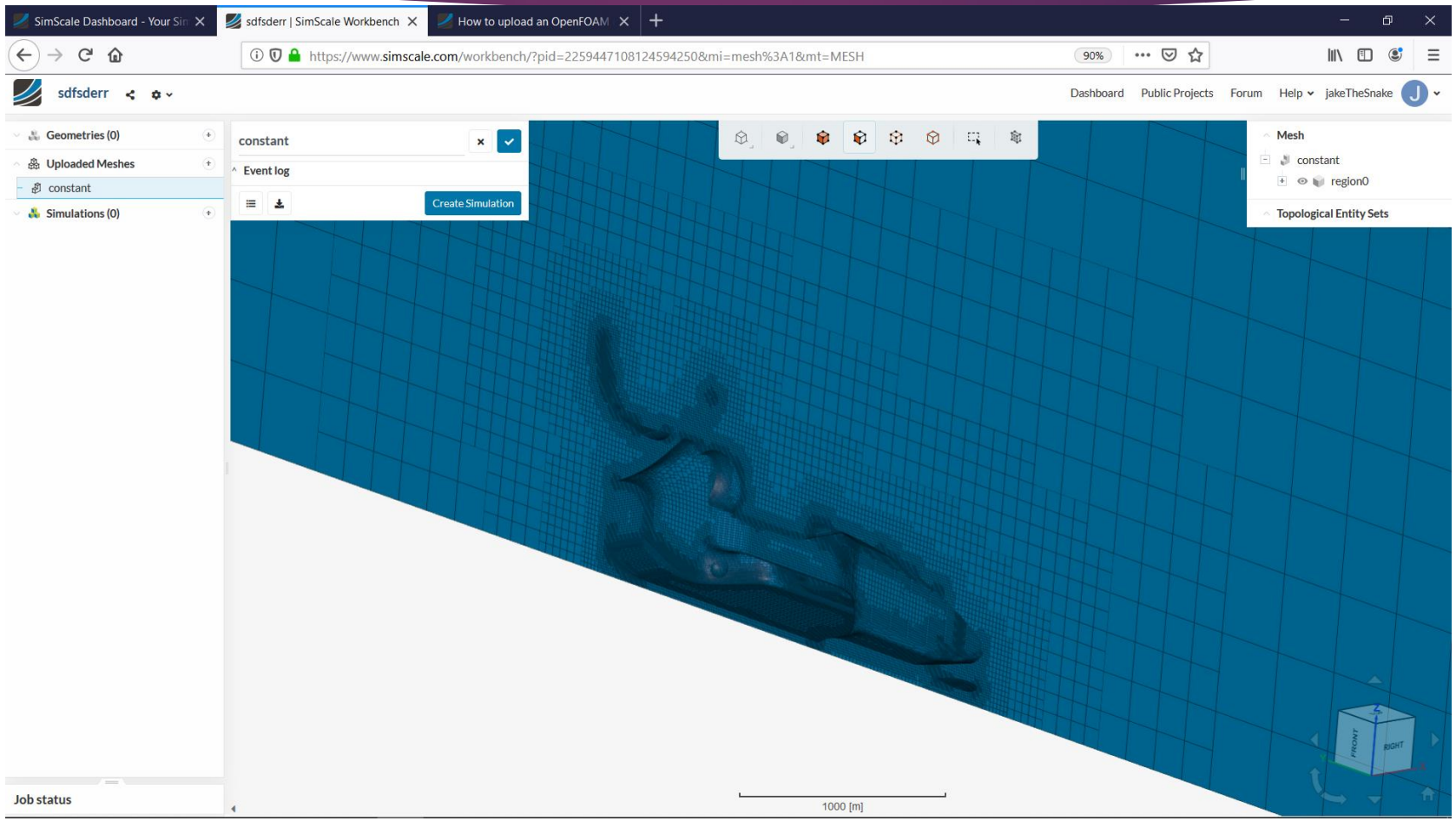
Naloži mrežo na simscale strežnik

- Naloga 7: Naloži mrežo

1. Zazipaj mapo: …OFKurz\simulacije_naloge\naloga_formulaCFD\meshingCase\meshForSimscale\constant
2. Zazipano mapo potegni v okvirček "Upload"
3. Izberi format OpenFOAM in naloži mrežo s pritiskom na "Upload" (nalaganje se na 99% za nekaj časa ustavi, kar mirno)



Naloži mrežo na simscale strežnik

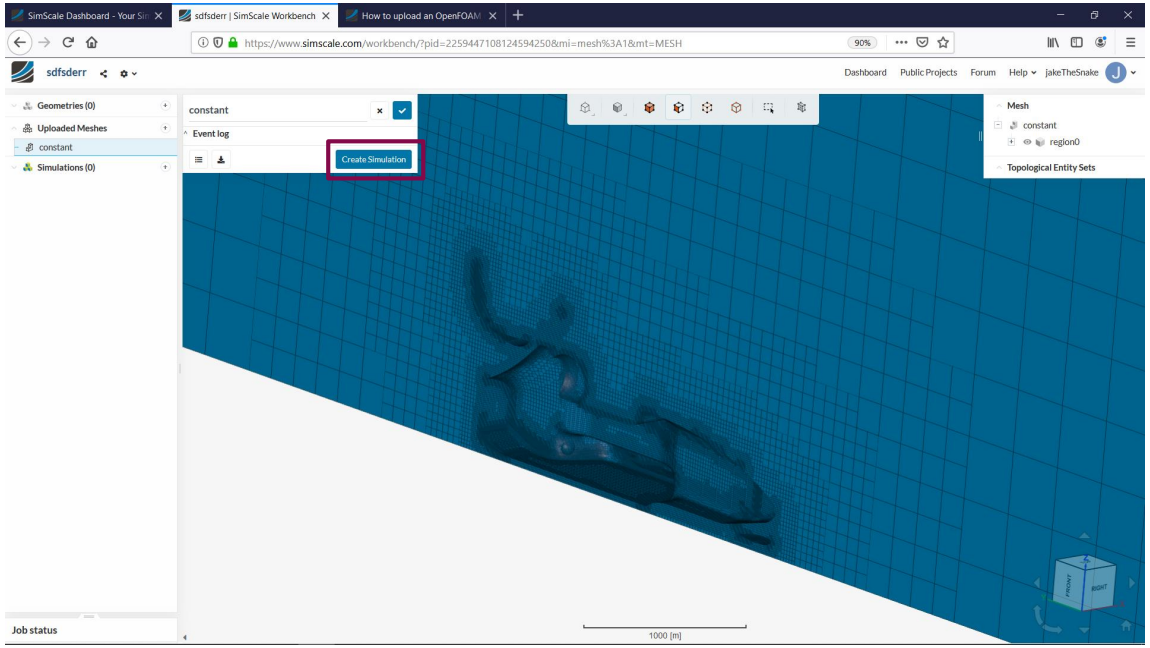


Nastavi simulacijo

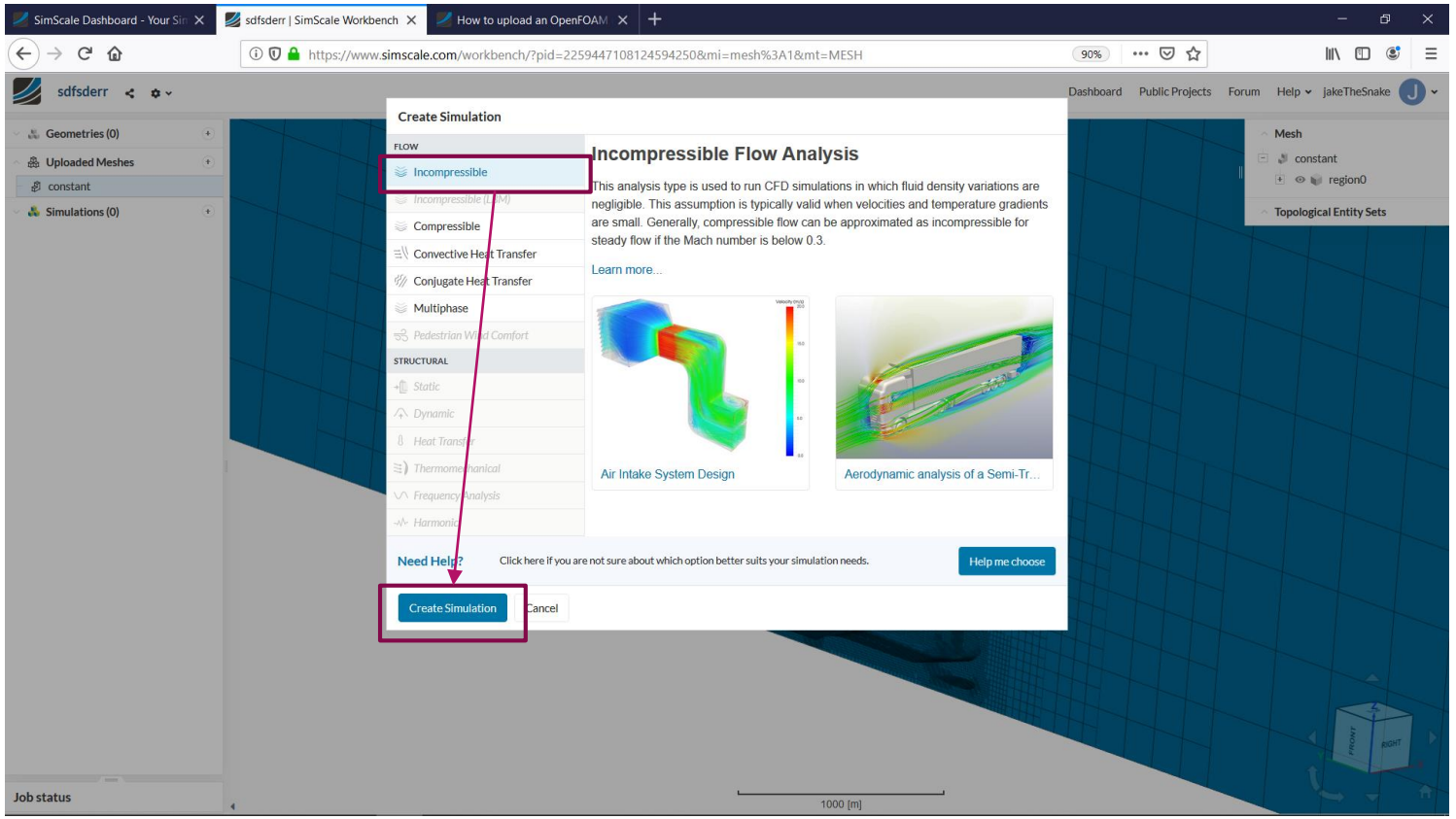
- Nastaviti moramo:
  1. Fizikalni model
  2. Stacionarni/tranzientni tip simulacije
  3. Materialne lastnosti (zrak)
  4. Robne pogoje
     1. Inlet
     2. Outlet
     3. Symmetry
     4. Atmosphere
     5. Ground
     6. Formula
     7. Kolesa

Nastavi simulacijo

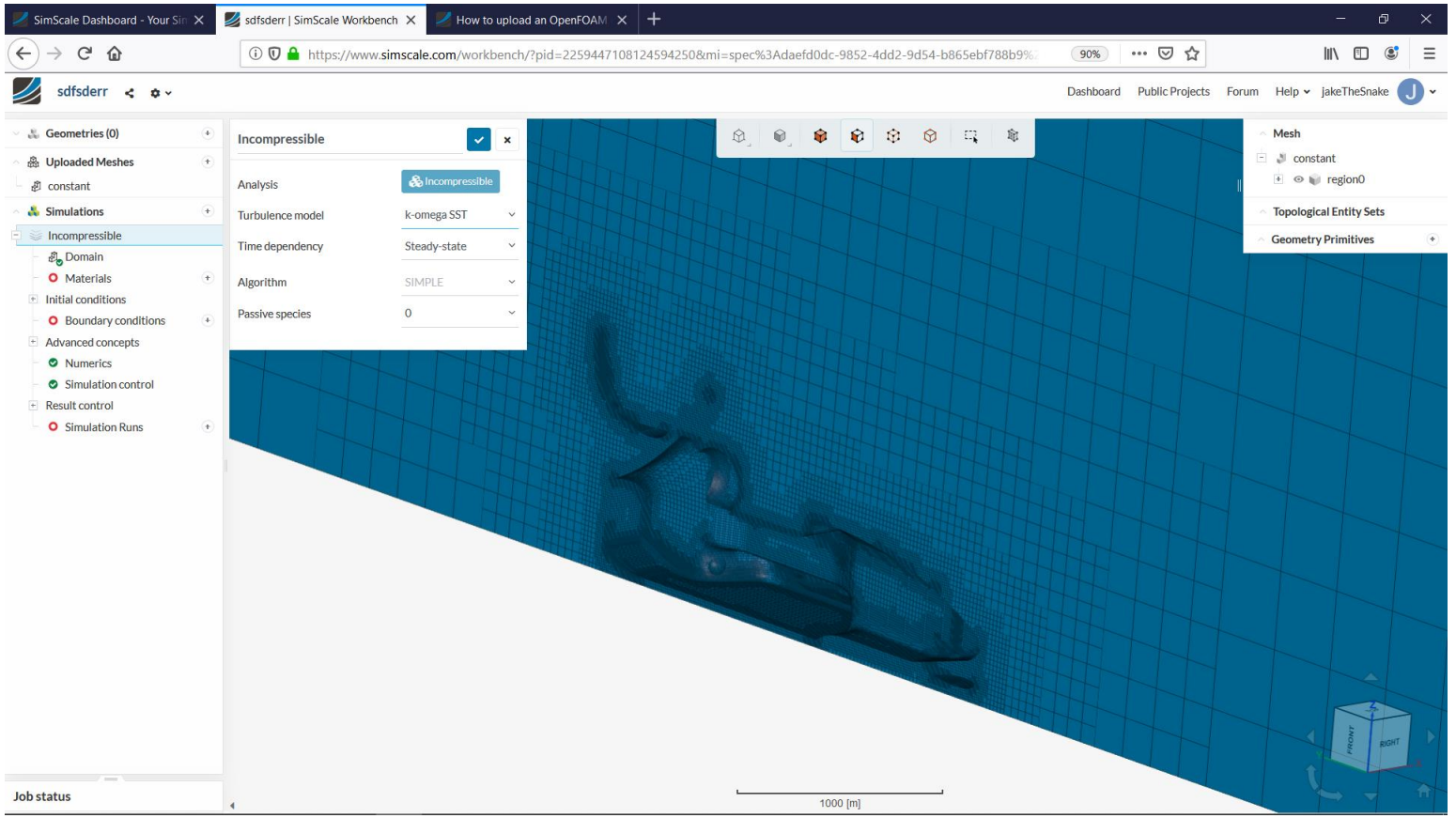
- Naloga 8: Nastavi simulacijo!
  - Sledi slikovnemu gradivu



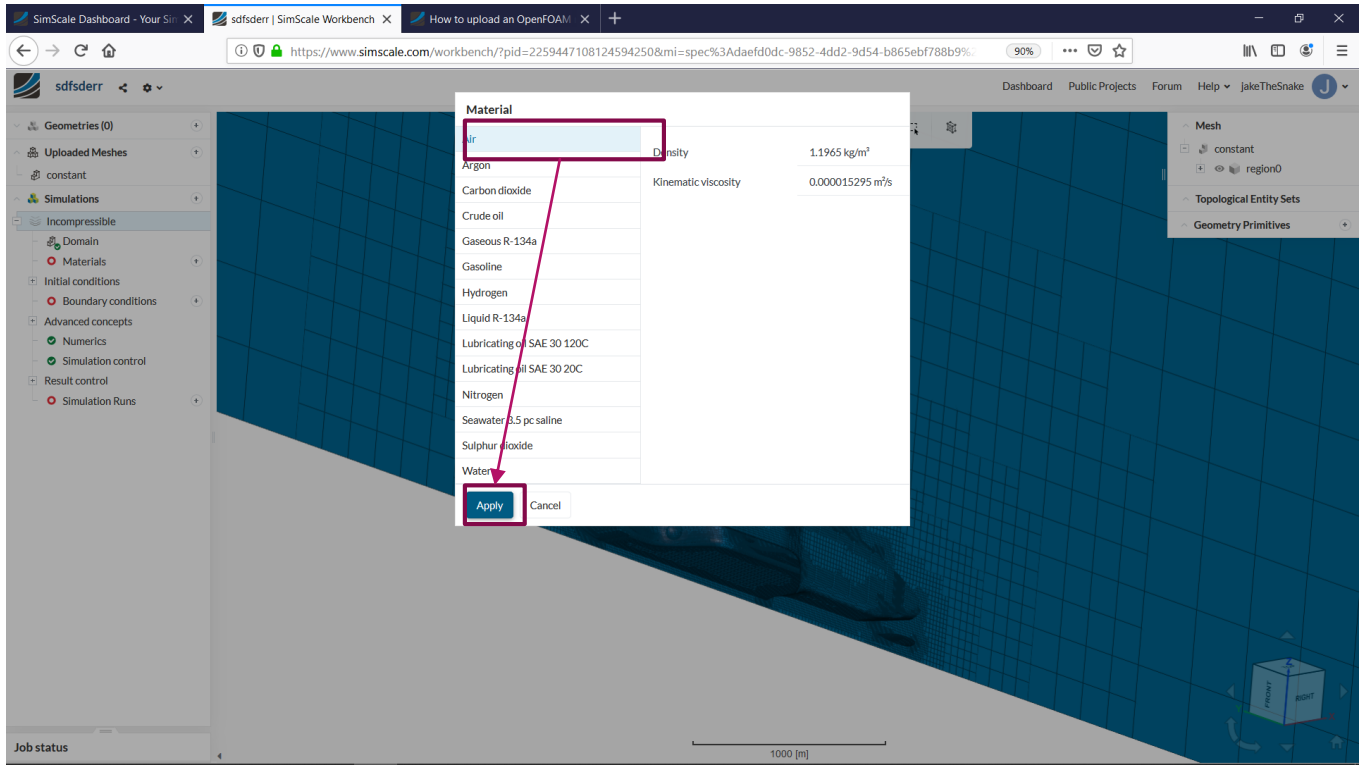
Nastavi simulacijo



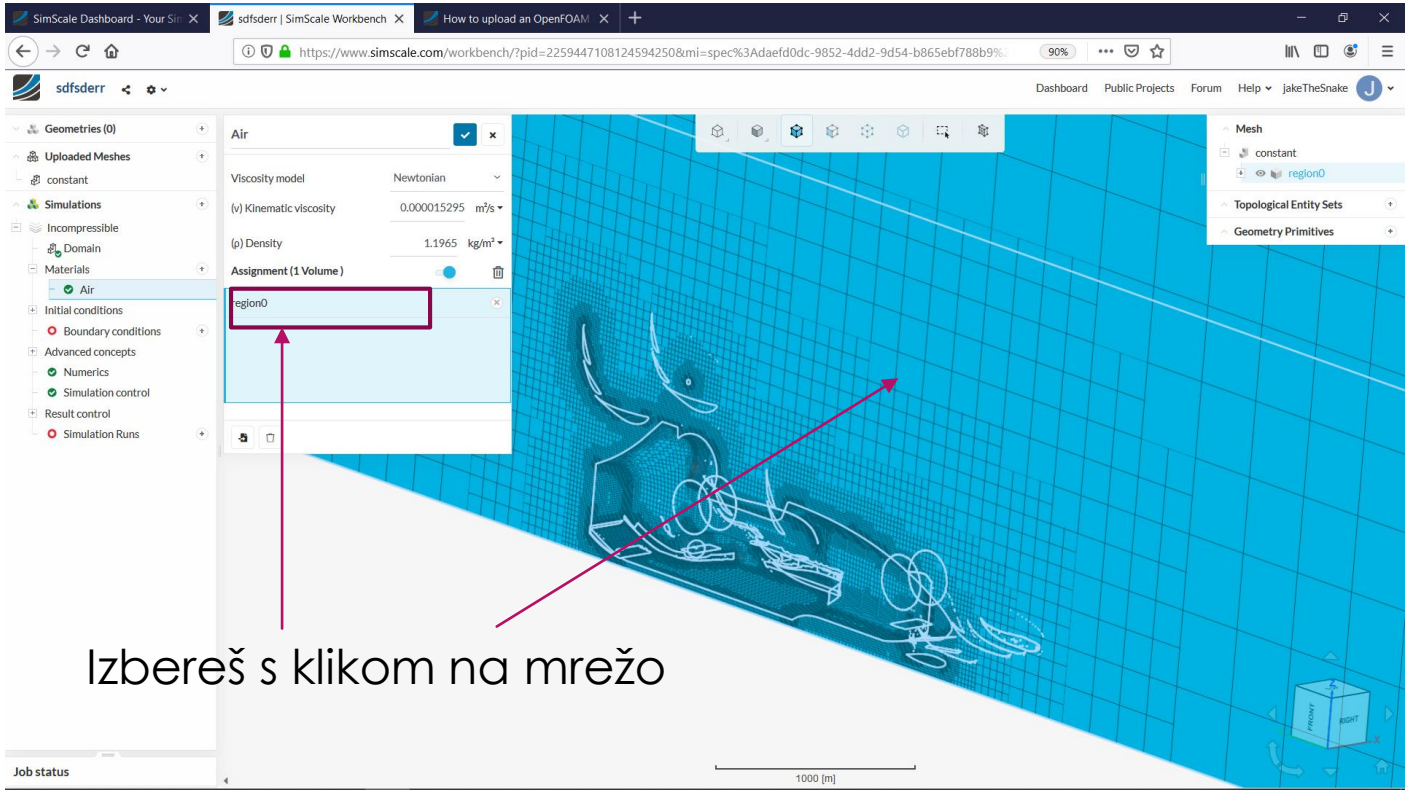
Turbulenčni model, ustaljenost



Materialne lastnosti



Materialne lastnosti



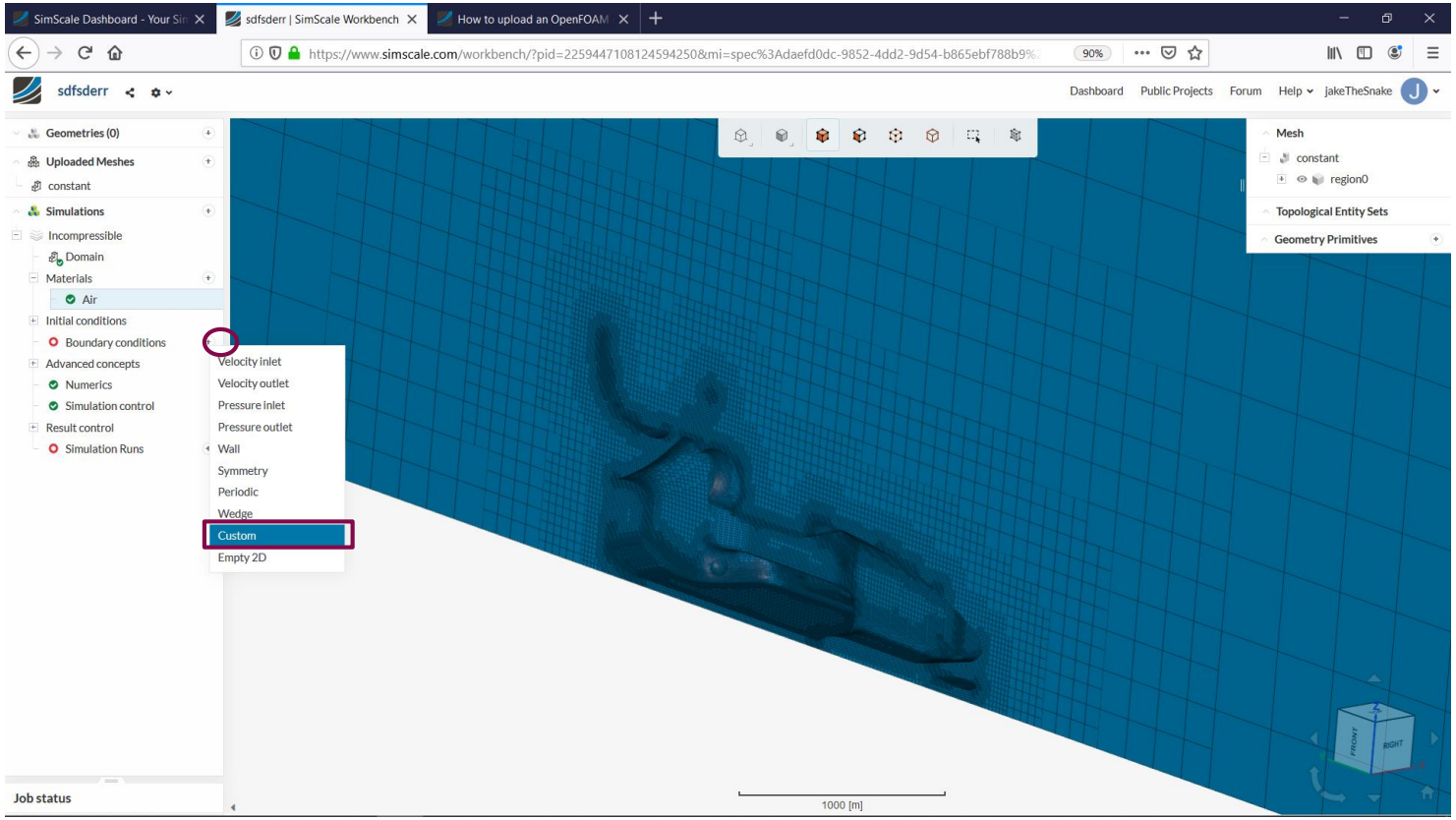
Izbereš s klikom na mrežo

Robni pogoji

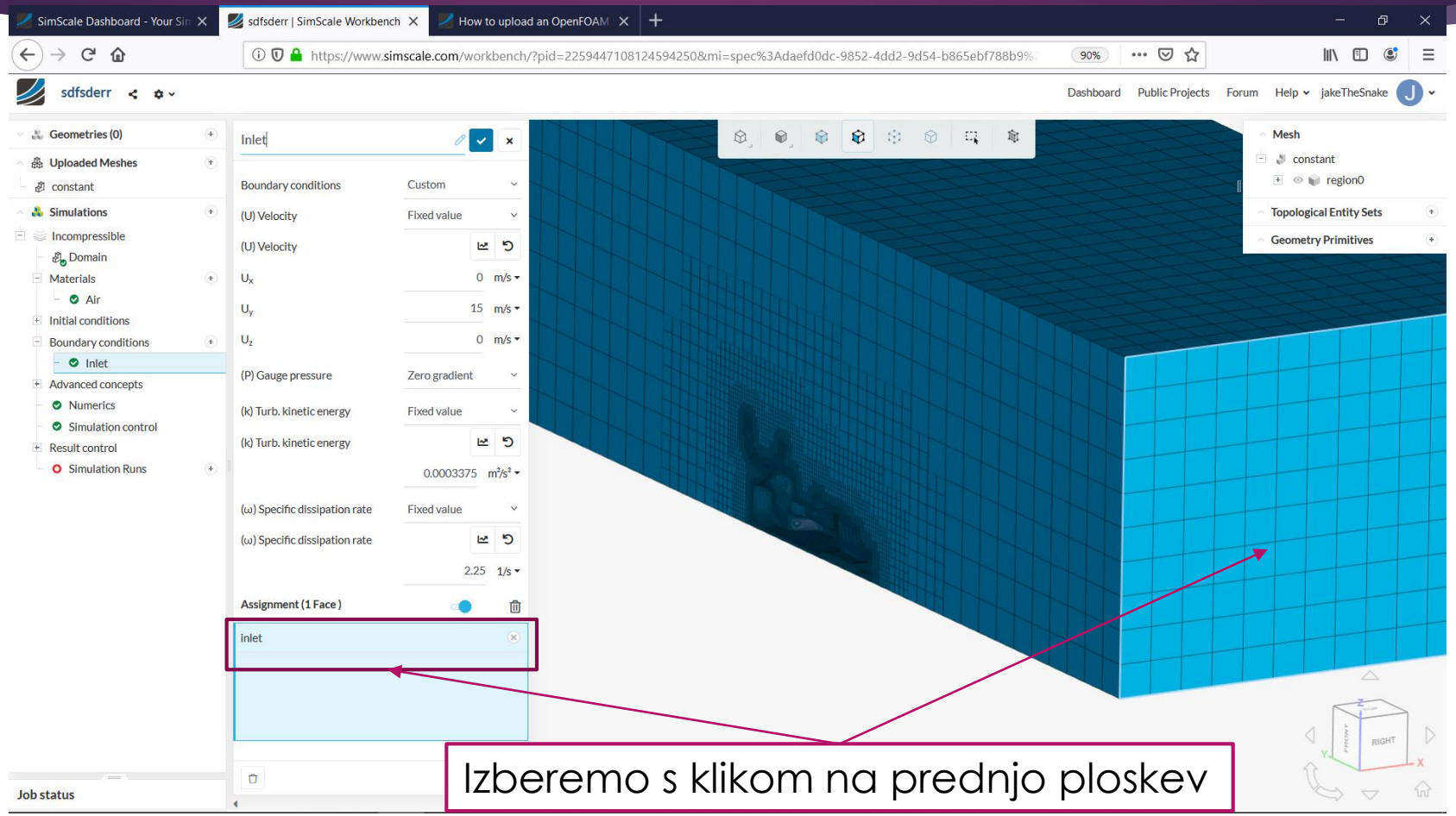
- Fixed value
- Fixed gradient
- Mešani, kompleksni ...

- Robne pogoje nastavimo tako, da na meji predpišemo takšno vrednost hitrosti, tlaka, turb. Kin. energije in disipacije, kakršna v resnici nastopi:
  - Zidovi: hitrosti = hitrosti zidu, tlak = zeroGradient, turbulence: stenske funkcije
  - Simetrija: simetrija
  - Inlet: hitrosti = konstantna hitrost vožnje, tlak = zeroGradient, turbulence: značilne vrednosti za vetrovnik
  - Outlet: tlak = tlak okolice, hitrosti = zeroGradient, turbulenca = zeroGradient

Robni pogoji - inlet



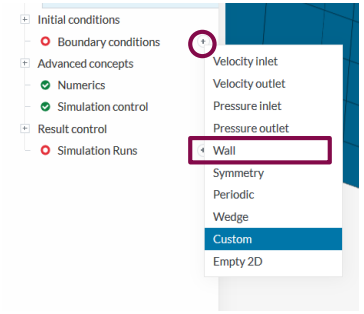
Robni pogoji - inlet

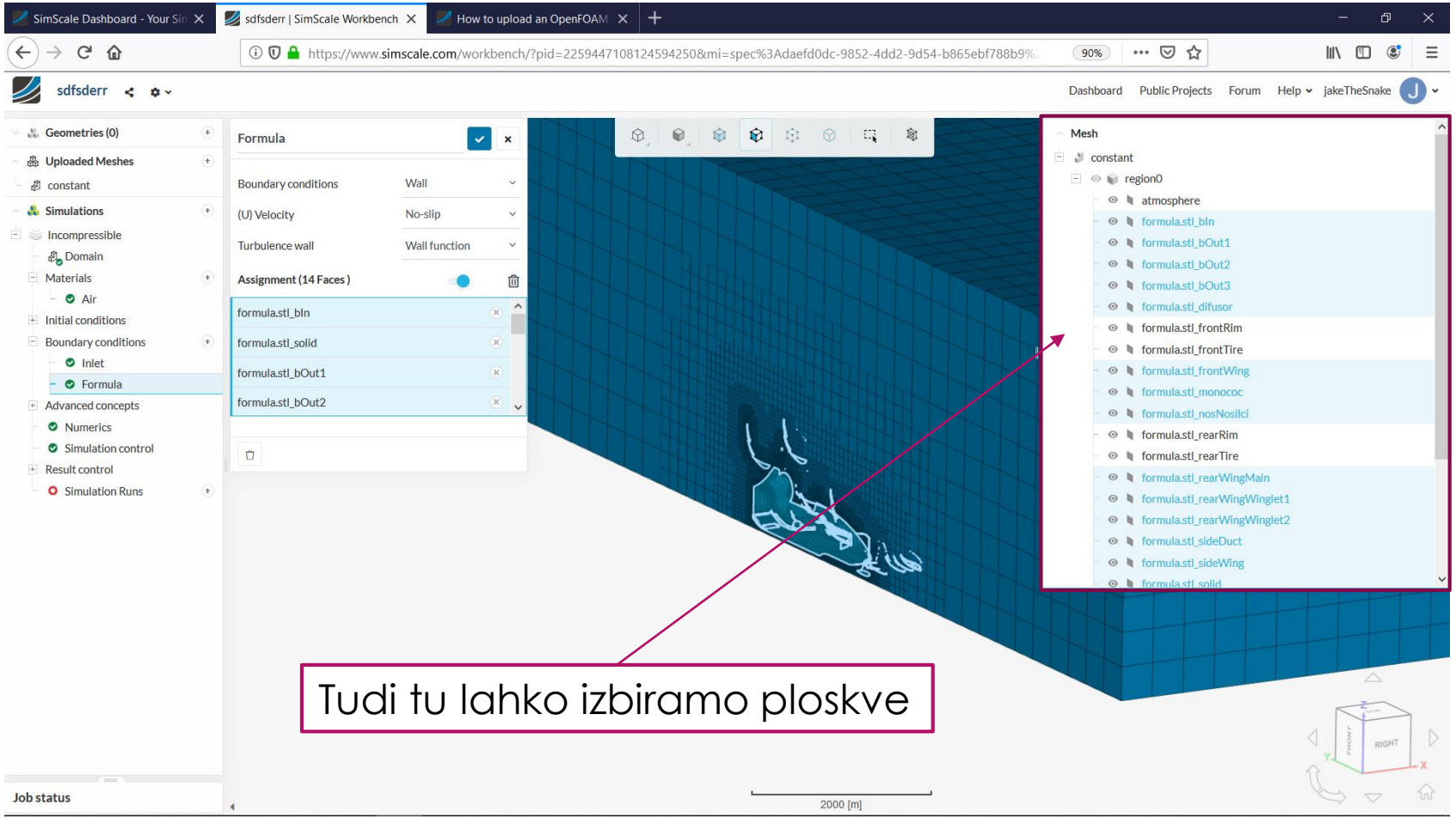


Robni pogoji - inlet

- Izračun kinetične turbulenčne energije na vstopu v domeno:
  - Keyword: turbulence kinetic energy of free stream
  - Iskane spremenljivke k in omega izračunamo iz ocenjene intenzitete turbulence (za mirujoč zrak skozi katerega vozi formula je to okoli 0,05%), in razmerja turbulentne in dinamične viskoznosti, ki za mirujoč zrak znaša od 1 do 10.
  - Dobra referenca npr.: http://jullio.pe.kr/fluent6.1/help/html/ug/node178.htm

Robni pogoji – formula, zid





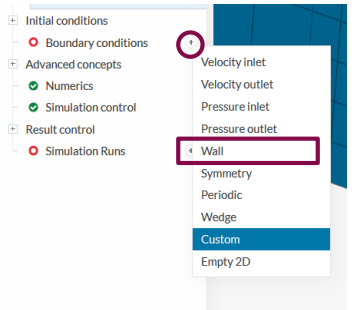
Robni pogoji – formula, zid

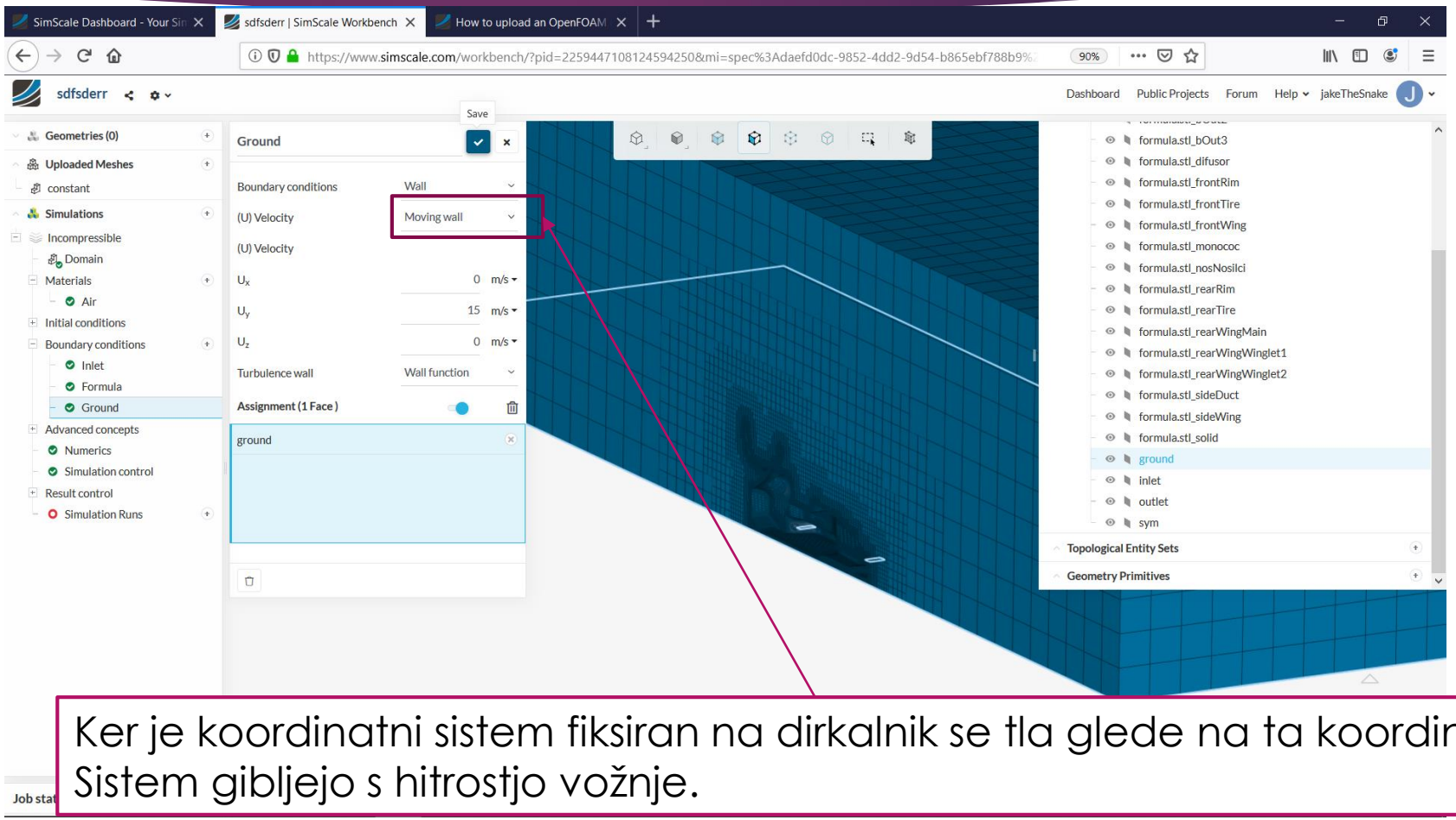
- Hitrost ob zidu je enaka hitrosti zidu
- Tlak se v smeri normale zidu ob zidu ne spreminja: zeroGradient

- Turbulenco ob zidu lahko modeliramo na 2 načina:
  - S pomočjo stenskih funkcij (wallFunction robni pogoj)
    - **V tem primeru mora biti y+ oddaljenost centra prve celice ob steni 30-300**
    - Izdelana mreža, ki jo uporabljamo v tem primeru je primerna za to opcijo
  - Do laminarne podplasti
    - **V tem primeru mora biti y+ oddaljenost centra prve celice ob steni ~1**
    - Za to opcijo bi morali celice ob steni dirkalnika močno zgostiti z uporabo plastenja ("layering")

Če tega ne upoštevamo simulacija ni pravilna in se ponavadi tudi sesuje!

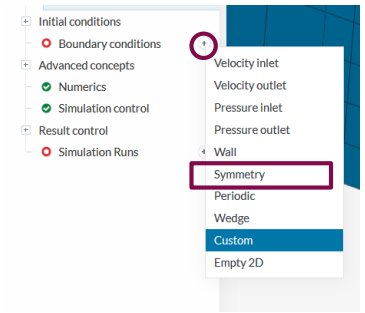
Robni pogoj - tla

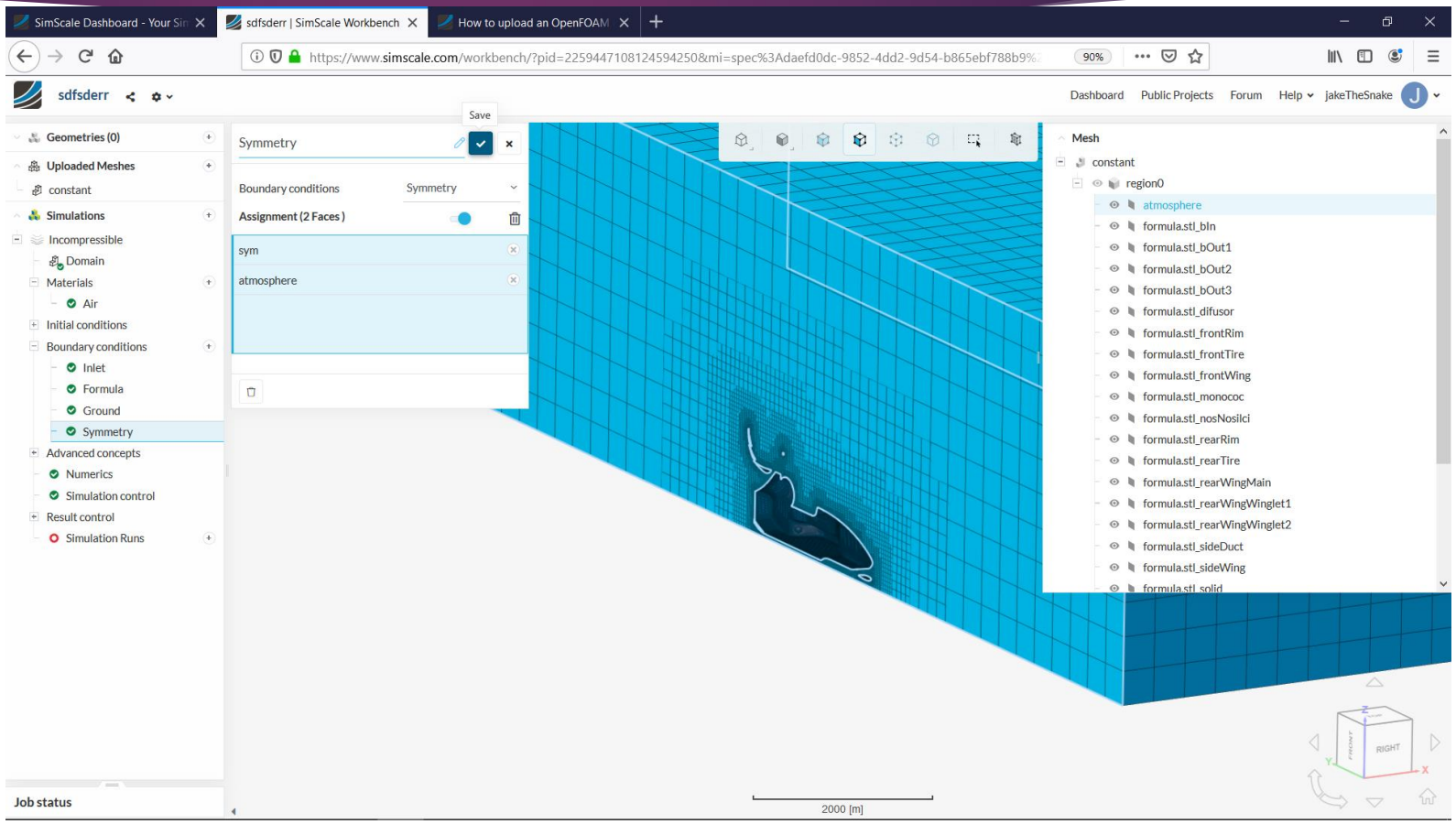




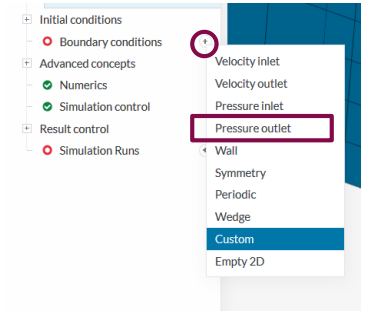
Ker je koordinatni sistem fiksiran na dirkalnik se tla glede na ta koordinatni Sistem gibljejo s hitrostjo vožnje.

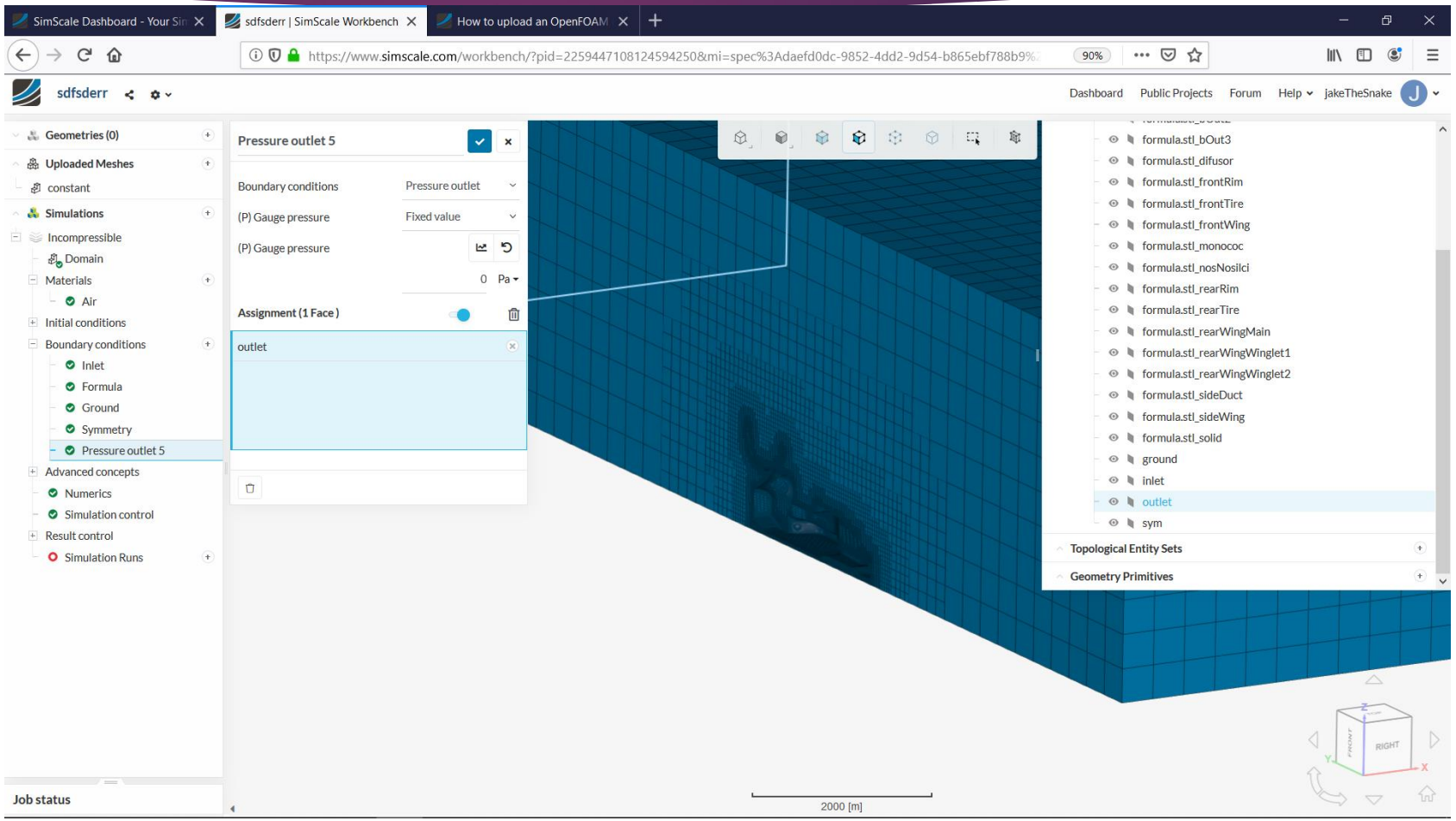
Robni pogoj – simetrijska ravnina



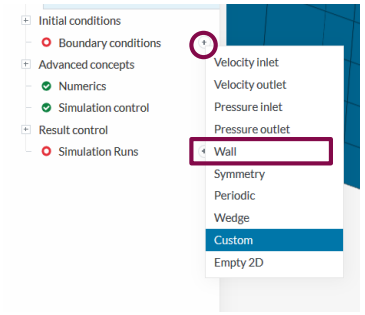


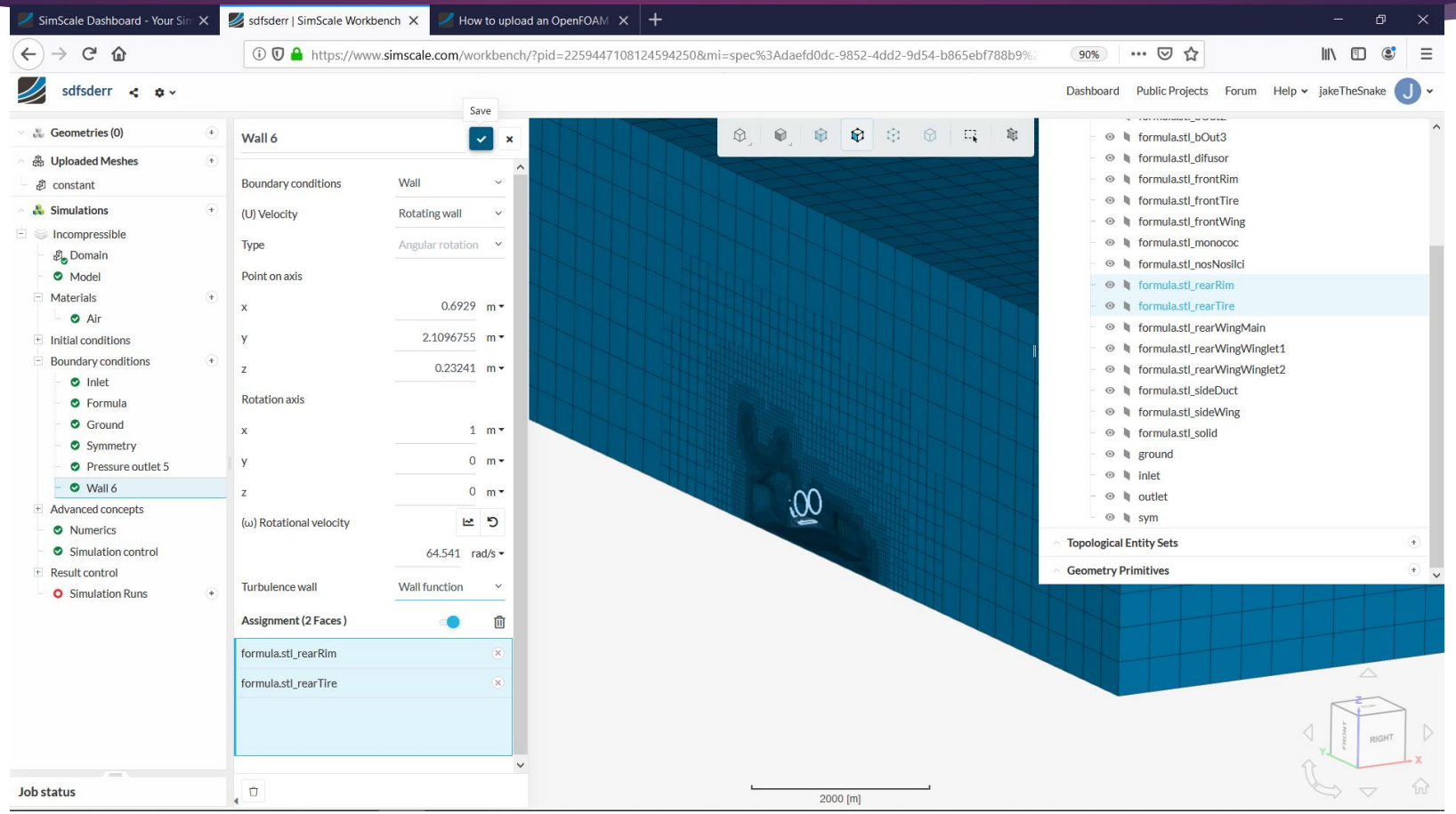
Robni pogoj - outlet



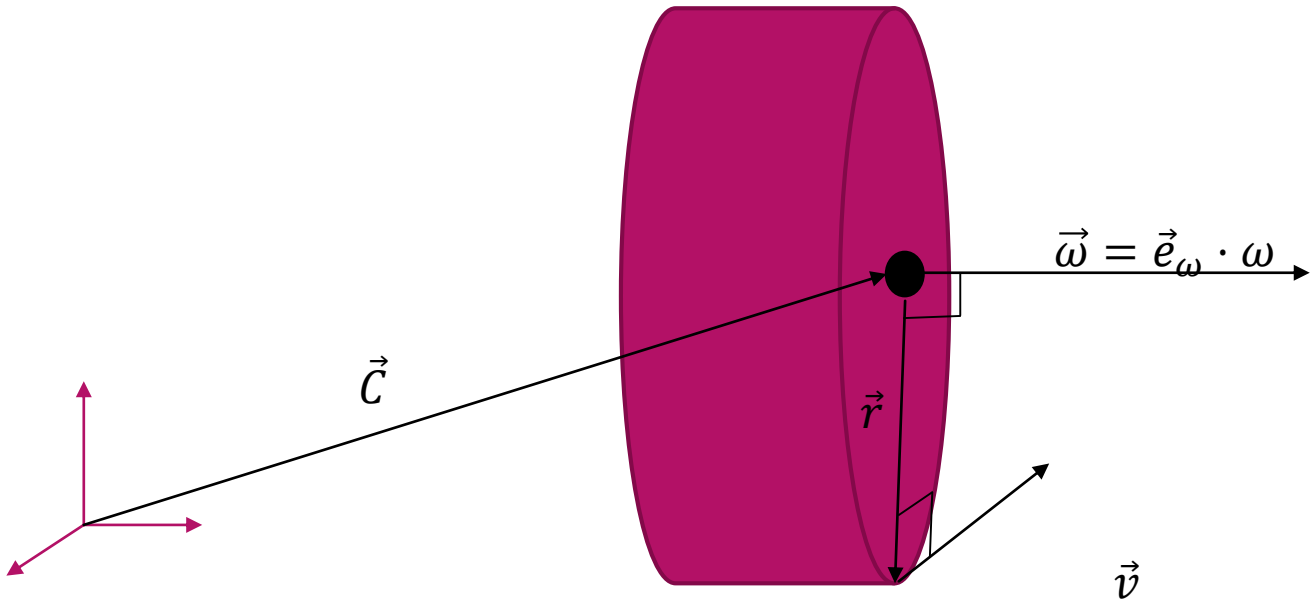


Robni pogoj – zadnje kolo





Robni pogoj – zadnje kolo



$\vec{C}$ point on axis

$\vec{e}_\omega$ rotation axis

ω rotational velocity

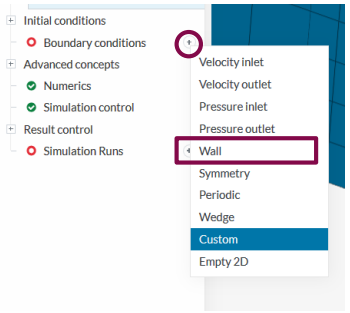
$\vec{r}$ tire half diameter

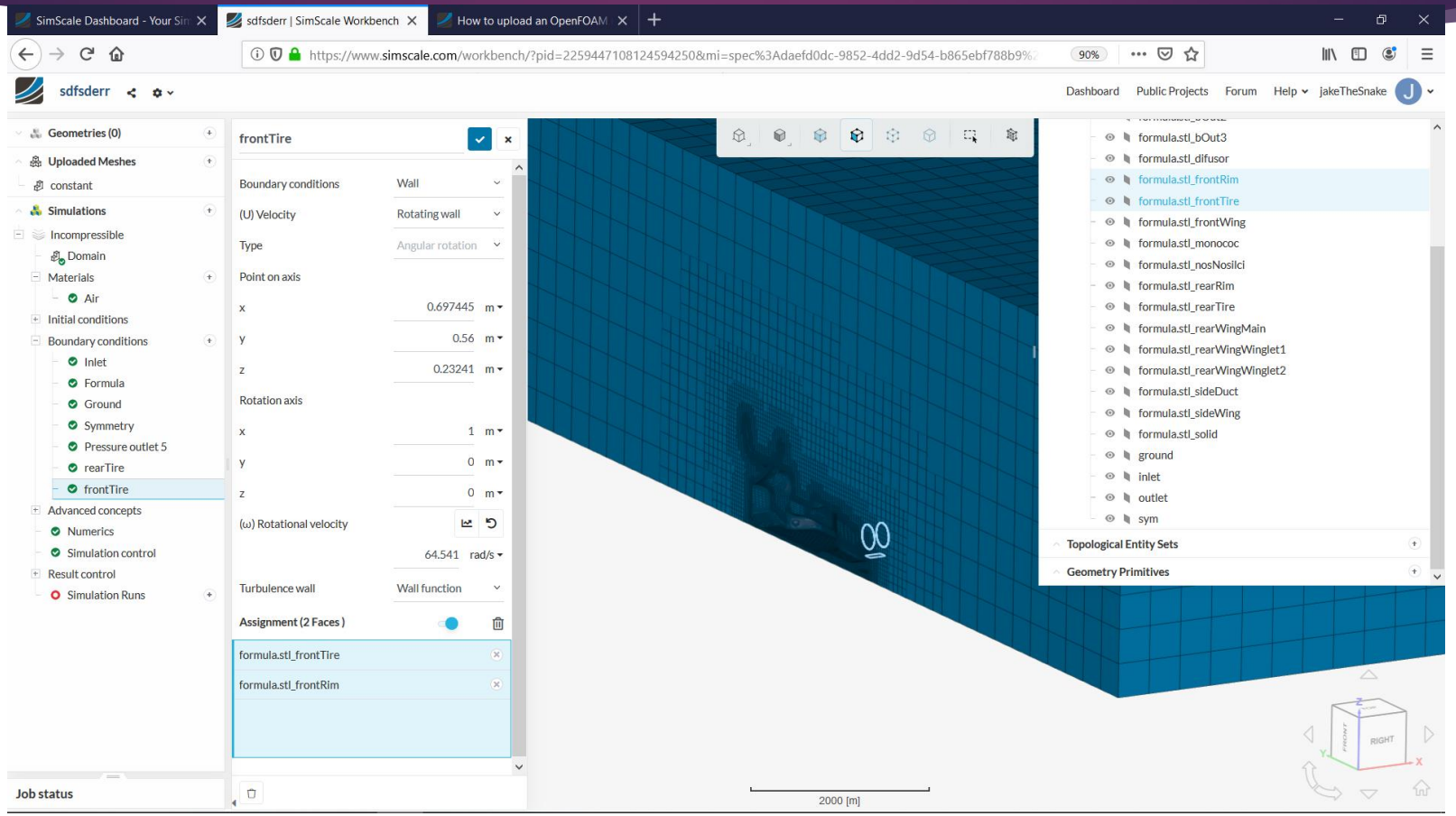
$\vec{v}$ travel velocity

Velja: $|\vec{v}| = \omega \cdot |\vec{r}|$

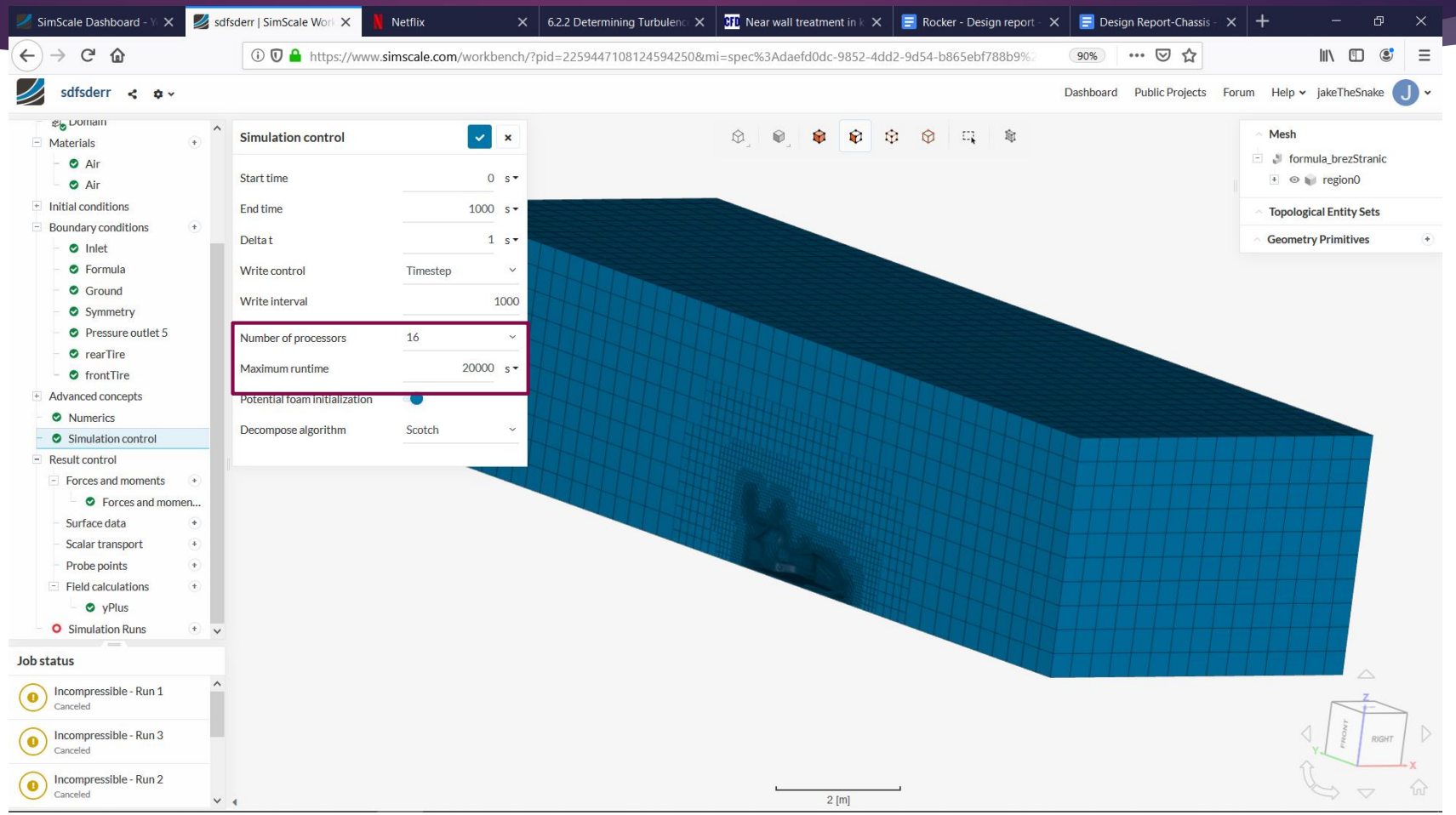
In posledično: $\omega = |\vec{v}|/|\vec{r}|$

Robni pogoj – sprednje kolo

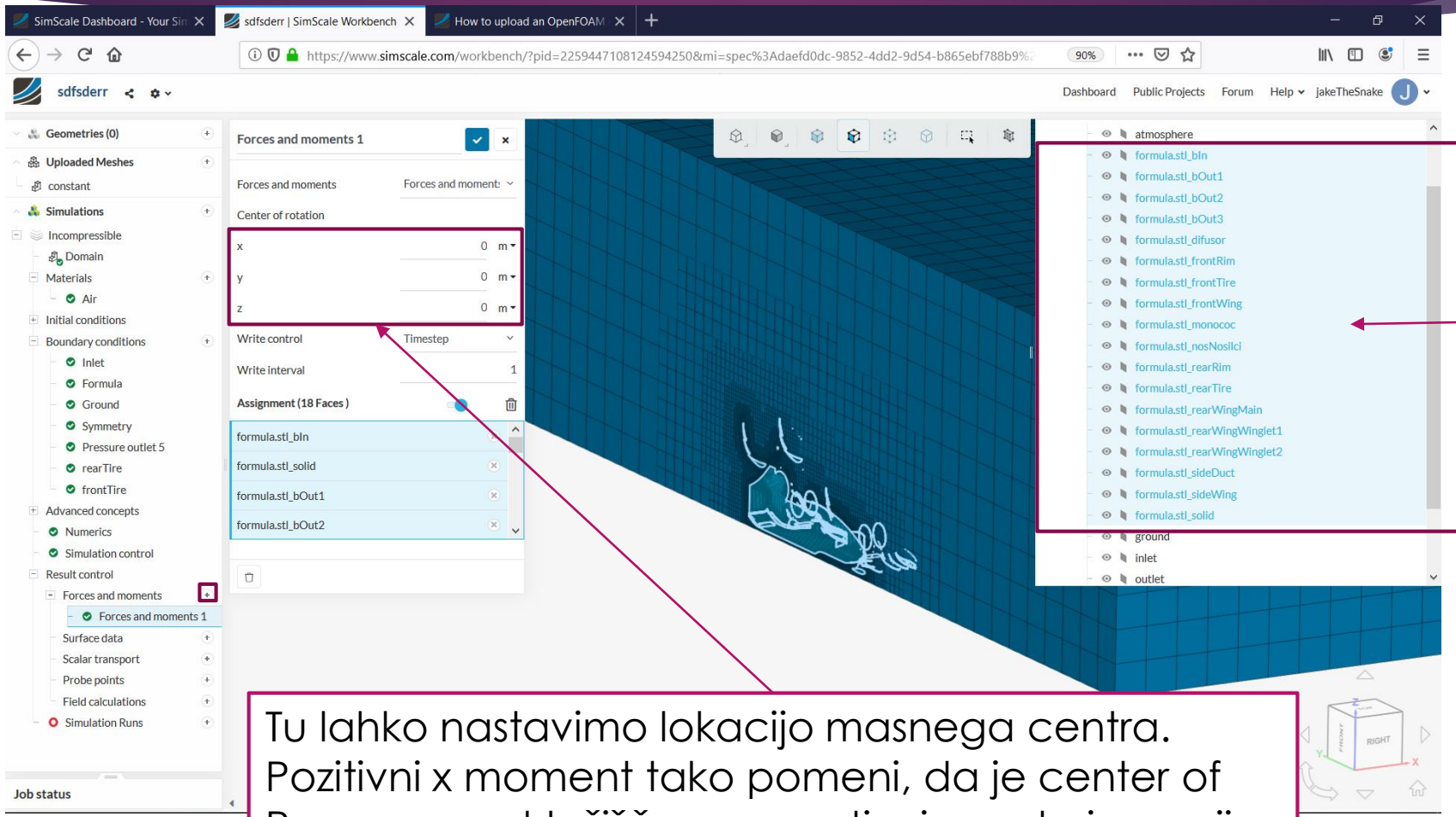




Nastavitev simulacije



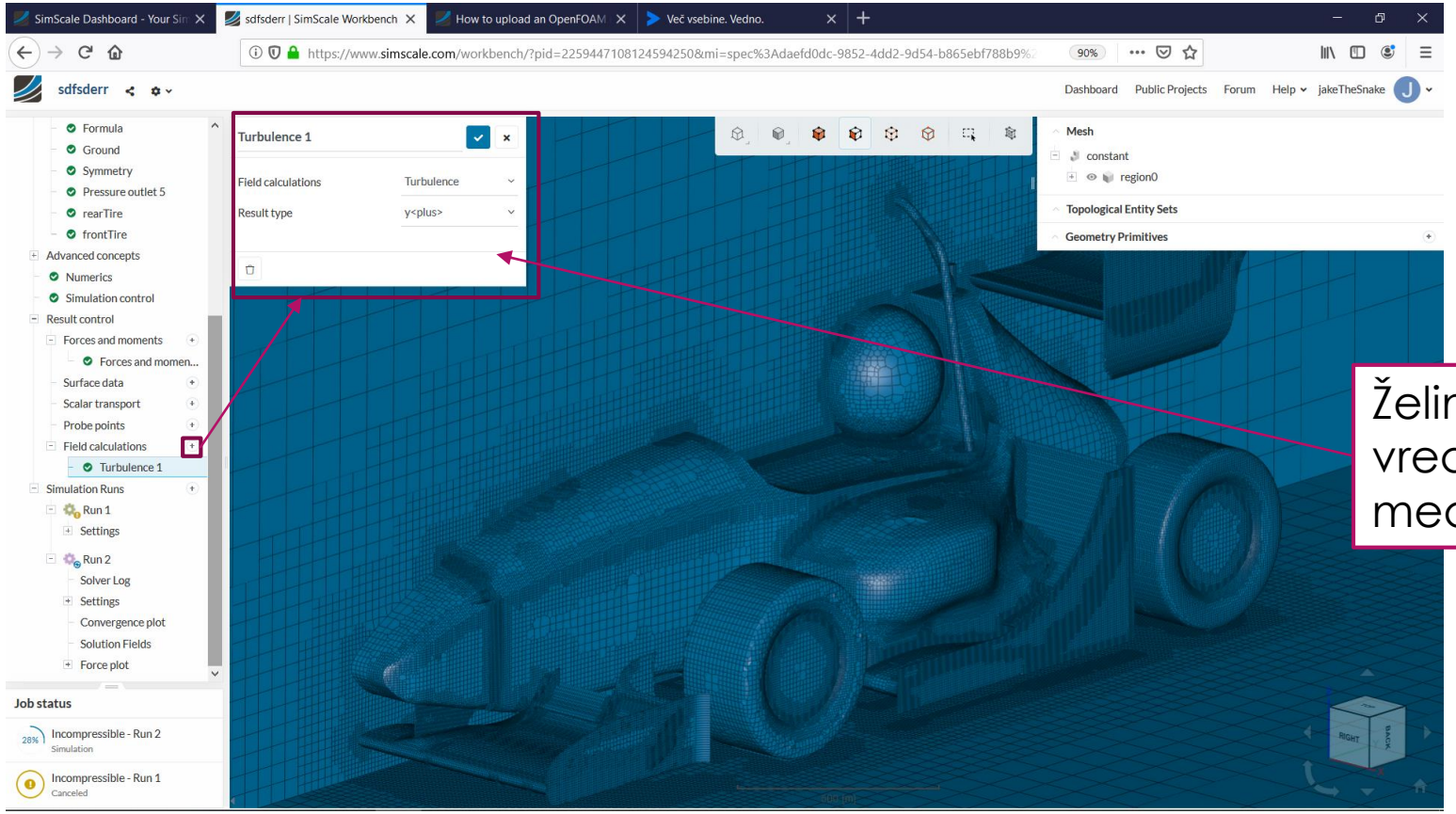
Nastavitev spremljanja aerodinamičnih sil



Zanima nas sila na vse površine dirkalnika

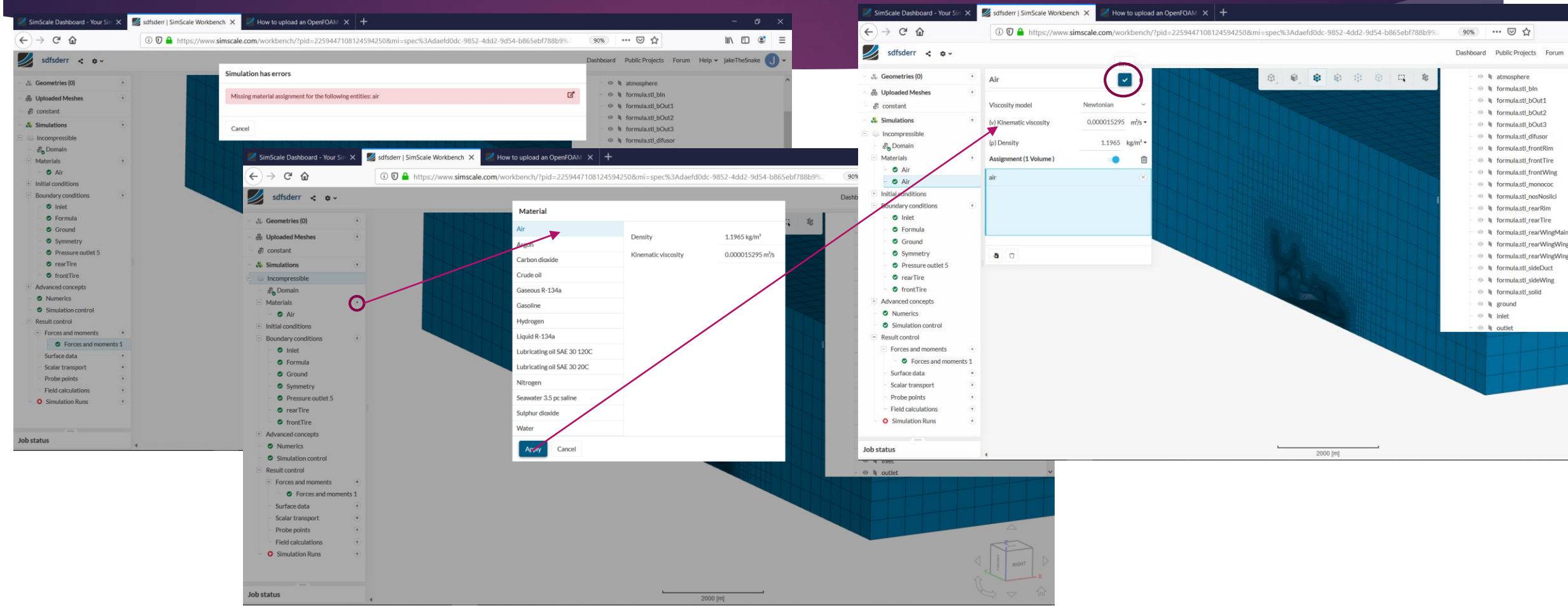
Tu lahko nastavimo lokacijo masnega centra. Pozitivni x moment tako pomeni, da je center of Pressure pred težiščem, negativni, pa da je za njim

Nastavitev spremljanja y+ vrednosti



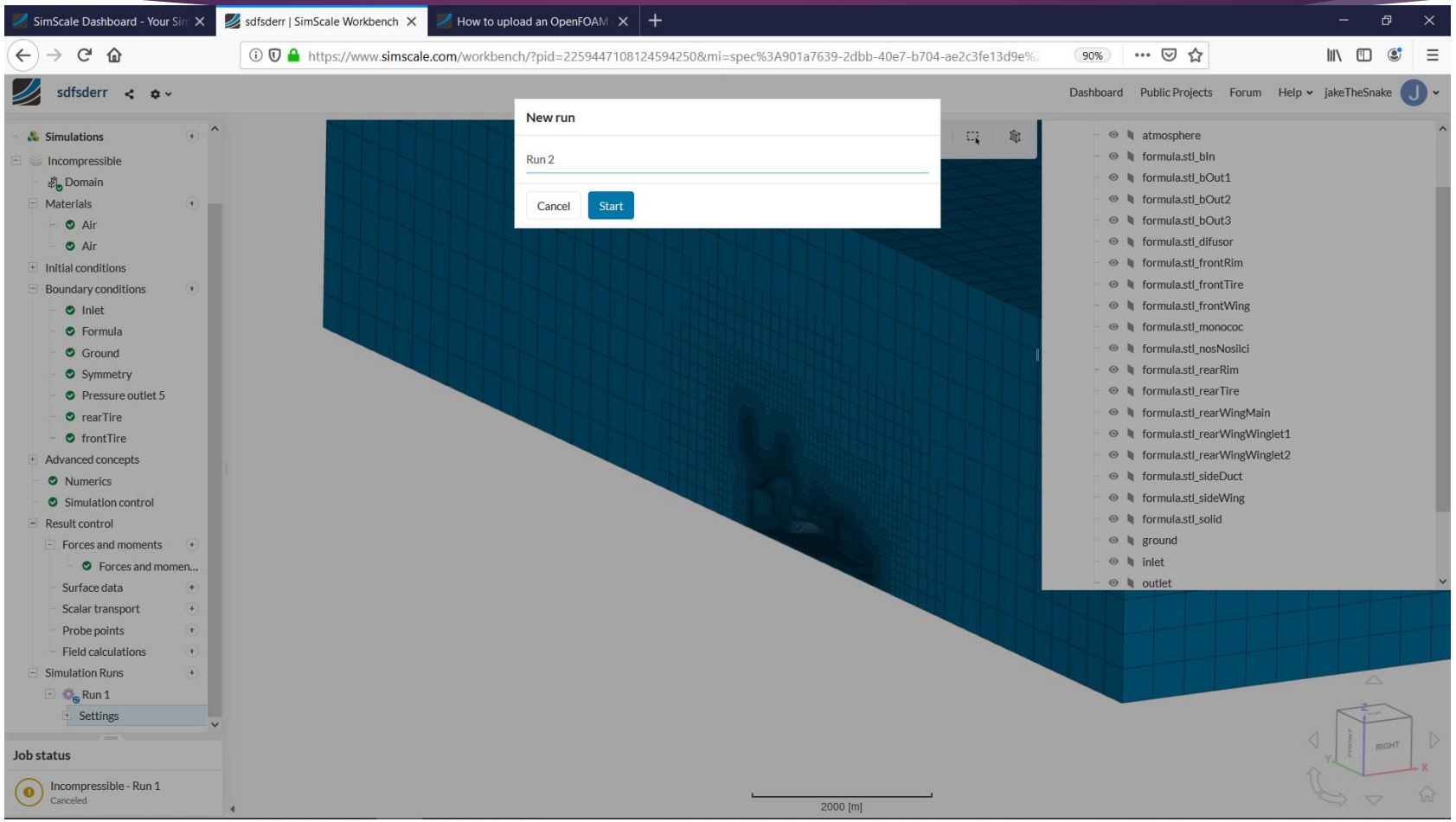
Želimo spremljati y+ vrednost, ta mora biti med 30 in 300!

Nastavitev manjkajoče “air” cone

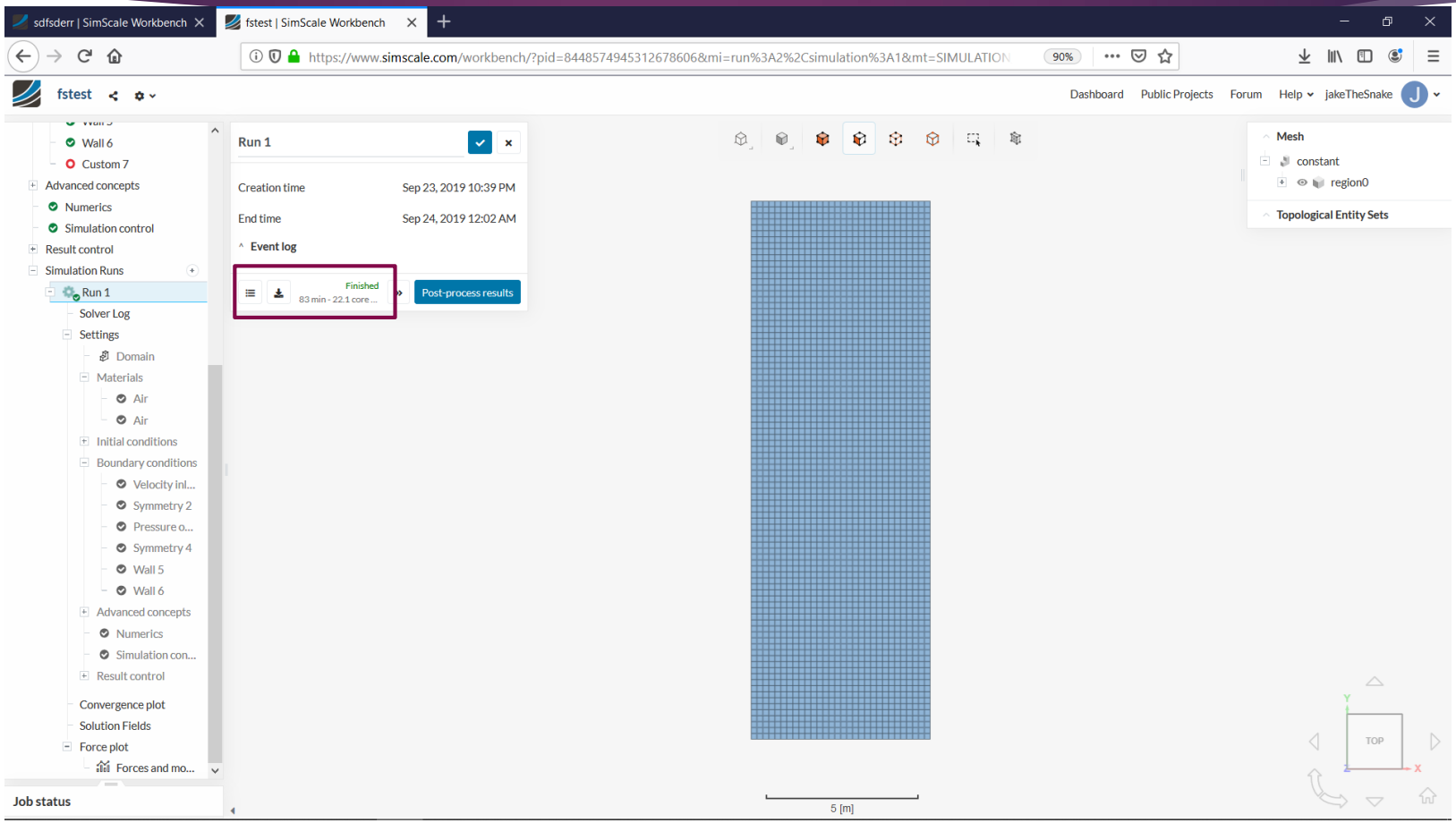


To je bug, vendar rešljiv
Po zgornjem postopku.

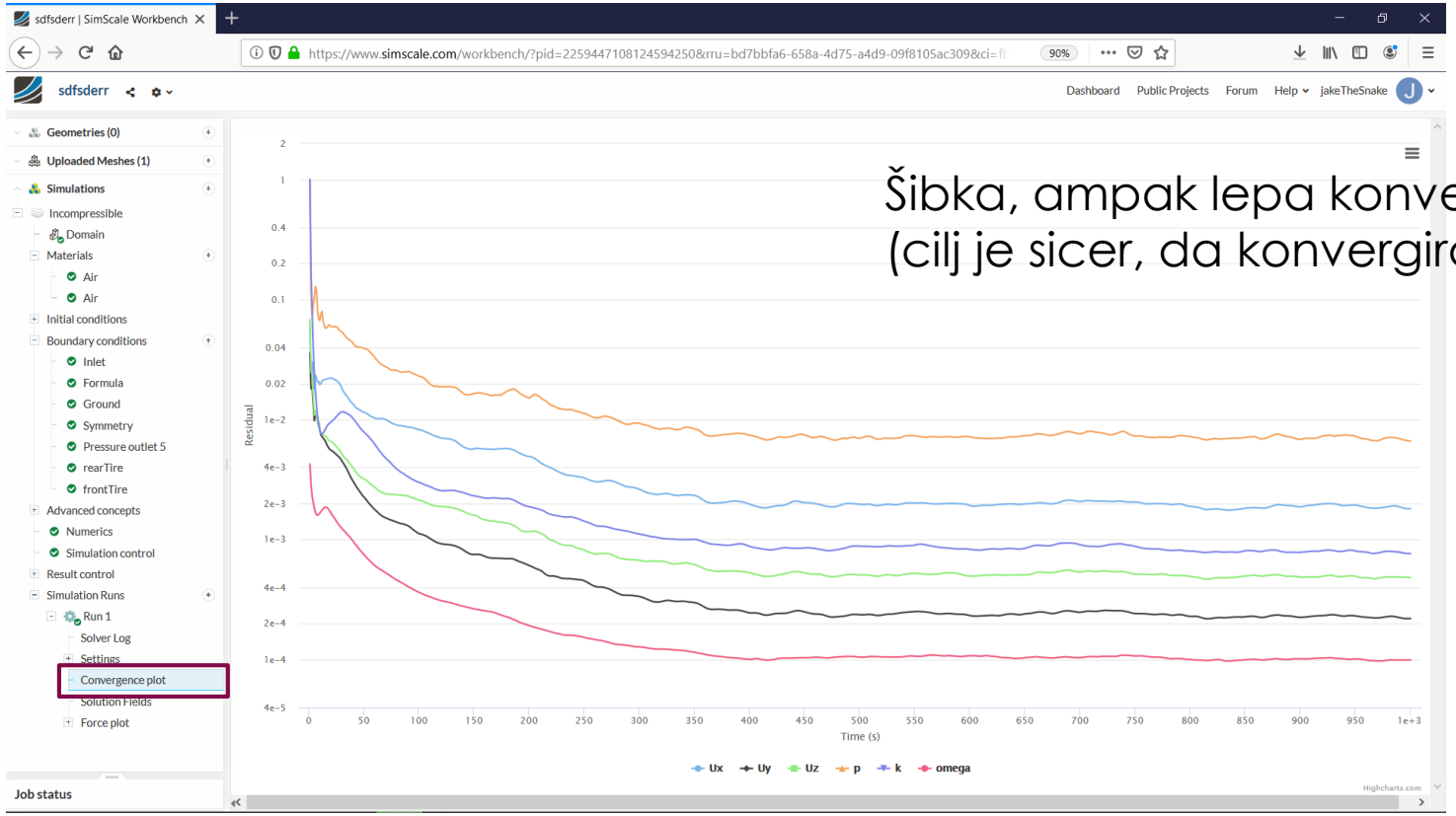
Zagon simulacije



Zagon simulacije

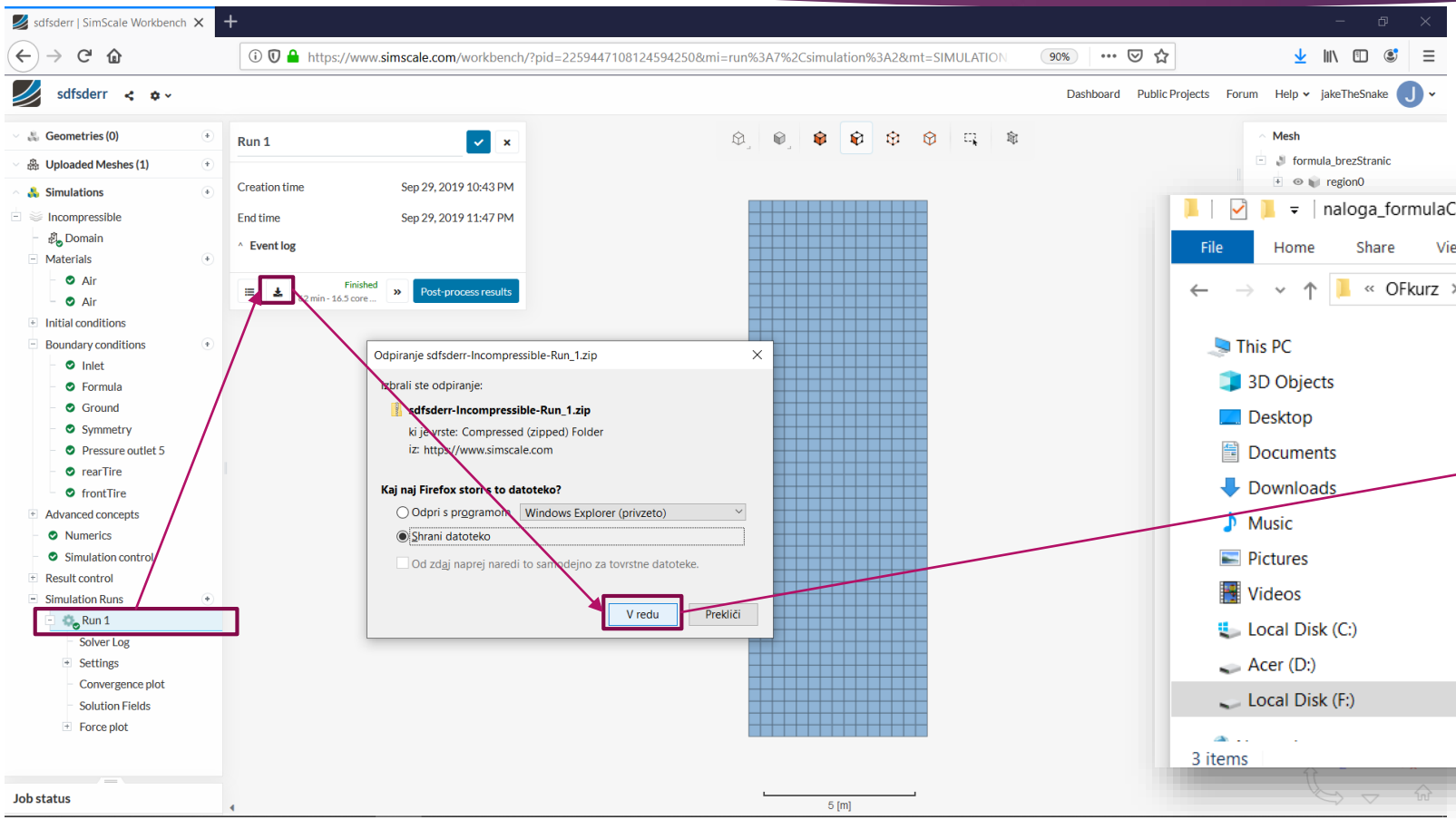


Po končanem preračunu



Šibka, ampak lepa konvergenca
(cilj je sicer, da konvergira do 1e-6)

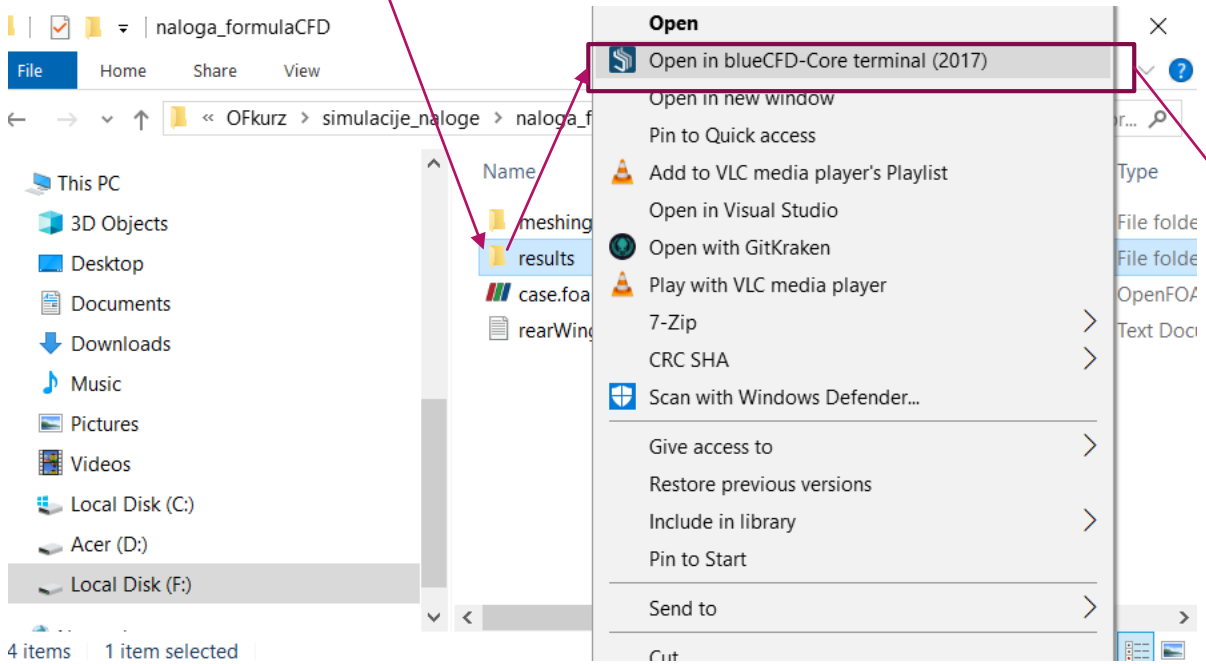
Potegni rezultate na svoj računalnik



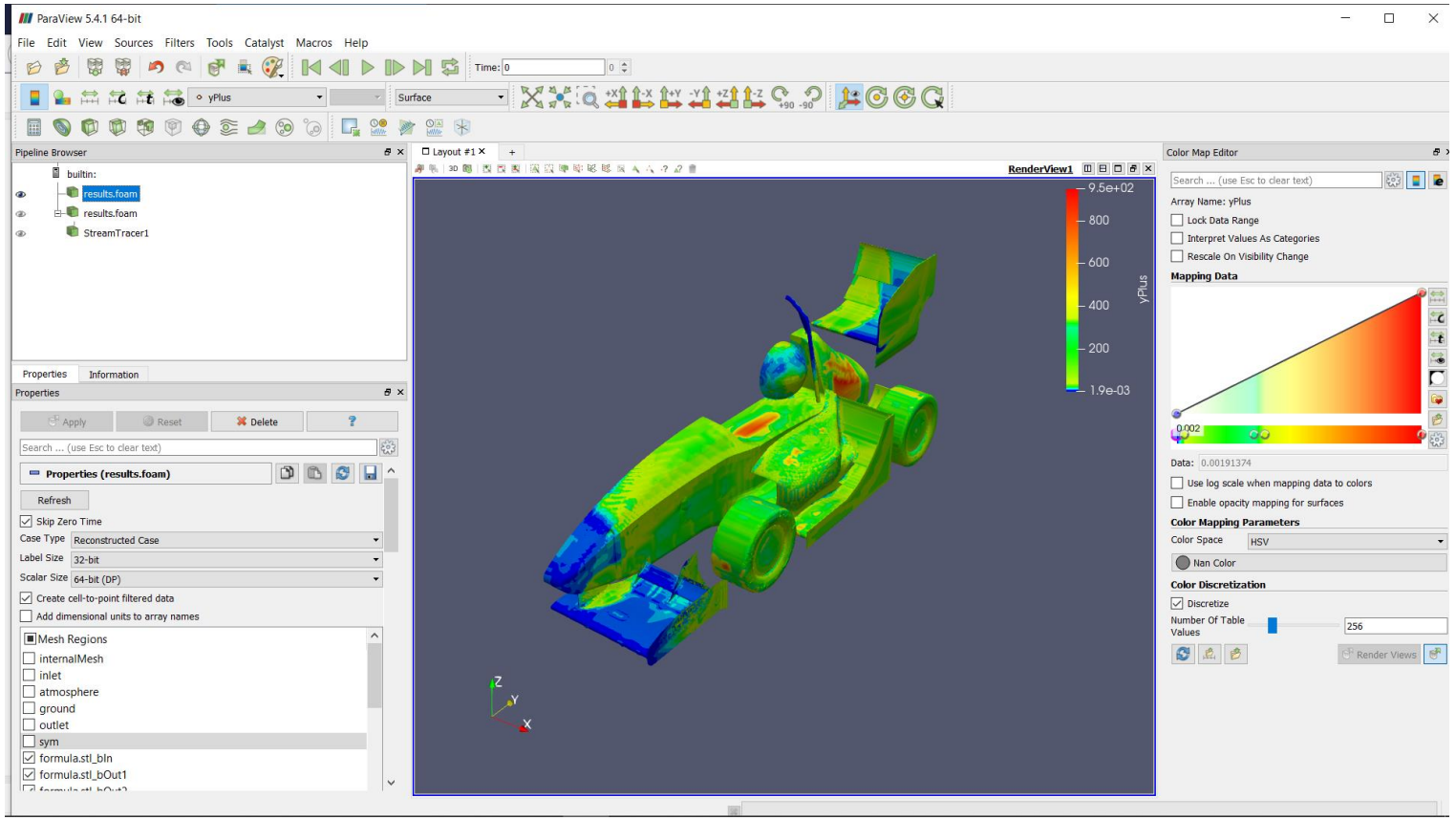
Premakni v mapo naloga_formulaCFD, Razširi.

Pregrelj rezultate s paraview

Ekstrahirani rezultat



Preveri y+



- Y+ ustreza na večini površine dirkalnika
- Y+ je premajhen na nosu in prednjem krilu:
  - Tam bi bilo treba celice povečati
- Y+ je prevelik na določenih delih monocoa:
  - Tam bi bilo treba celice zmanjšati

Preveri tlačno in tokovni polje