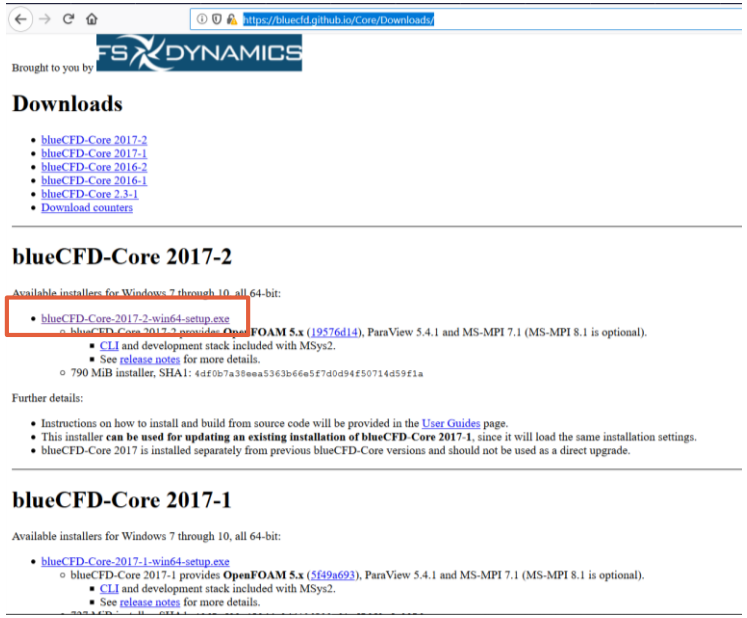
CFD aerodinamika

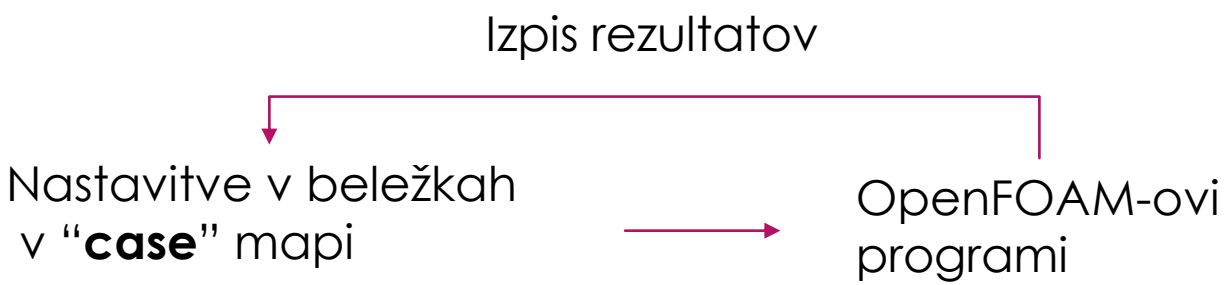
UVOD V OPENFOAM IN PARAVIEW

OpenFOAM

- Zbirka programov za CFD analize raznih tokov
- Za Windows:
  - https://bluecfd.github.io/Core/Downloads/
- Za Ubuntu:
  - https://openfoam.org/download/7-ubuntu/



OpenFOAM



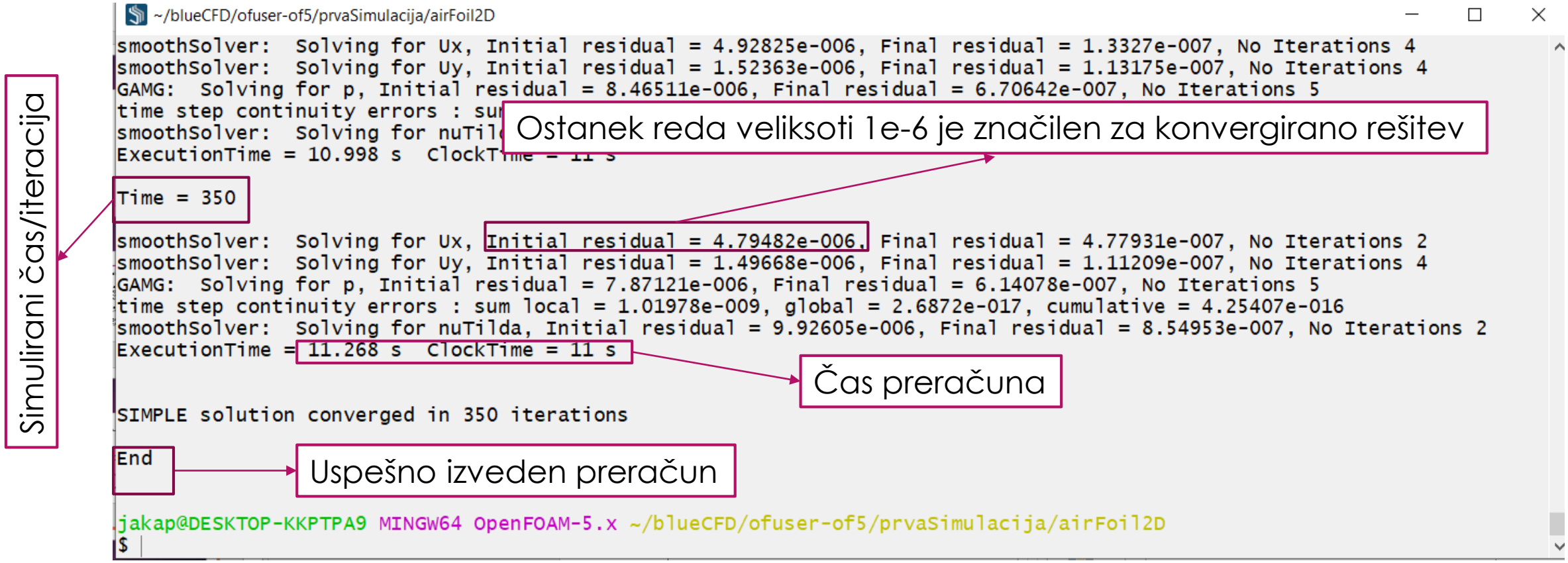
- **0** – začetne vrednosti in robni pogoji
- **constant** – materialne lastnosti, mreža, težni pospešek
- **system** – nastavitve simulacije, nastavitve mreženja, paralelnega procesiranja …

- Urejamo npr. z notepad++: https://notepad-plus-plus.org/downloads/v7.7.1/

OpenFOAM

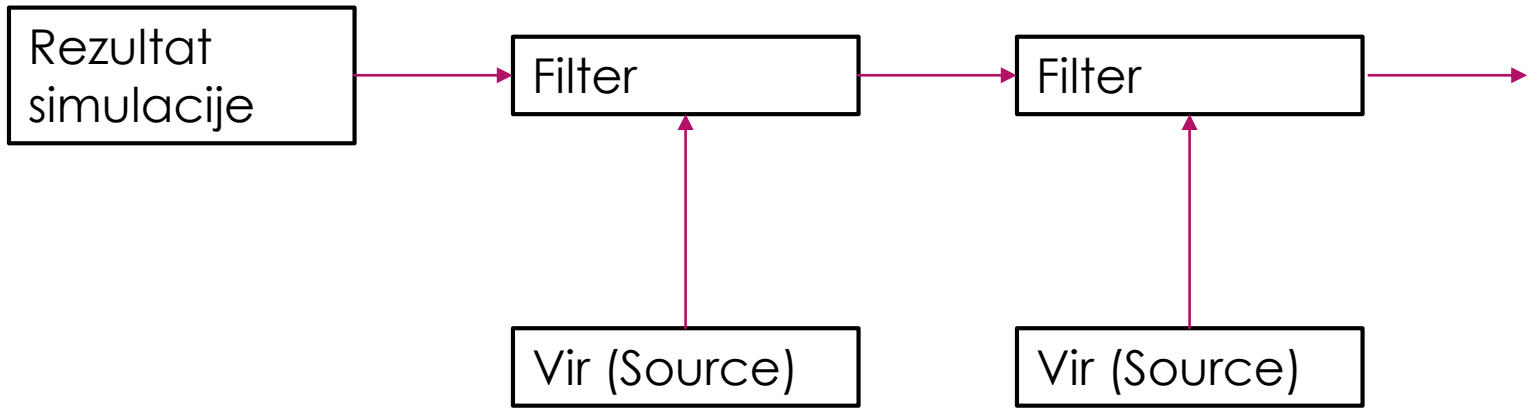
- 1. vaja:
  - S pomočjo raziskovalca v **F:\ProgramFiles\blueCFD-Core-2017\ofuser-of5** ustvari mapo **"prvaSimulacija"**
  - S pomočjo raziskovalca v mapo
    F:\ProgramFiles\blueCFD-Core-2017\ofuser-of5\prvaSimulacija
    prekopiraj mapo
    F:\ProgramFiles\blueCFD-Core-2017\OpenFOAM5.x\tutorials\incompressible\simpleFoam\airFoil2D
    (to je prednastavljeni testni primer, ki izračuna tok okoli krila, v mapi so shranjeni robin pogoji, materialni parametri …)
  - Odpri **blueCFD-Core 2017 terminal**
  - V terminalu se s pomočjo ukazov **ls** (pokaži možne direktorije) in **cd** (change directory) premakni v mapo:
    ~\blueCFD-Core-2017\ofuser-of5\prvaSimulacija\airFoil2D
  - V terminalu poženi program za izračun nestisljivega, časovno ustaljenega turbulentnega toka: **simpleFoam**

OpenFOAM


~/blueCFD/ofuser-of5/prvaSimulacija/airFoil2D
smoothSolver: Solving for Ux, Initial residual = 4.92825e-006, Final residual = 1.3327e-007, No Iterations 4
smoothSolver: Solving for Uy, Initial residual = 1.52363e-006, Final residual = 1.13175e-007, No Iterations 4
GAMG: Solving for p, Initial residual = 8.46511e-006, Final residual = 6.70642e-007, No Iterations 5
time step continuity errors : su
smoothSolver: Solving for nuTil
ExecutionTime = 10.998 s ClockTime = 11 s
Ostanek reda veliksoti 1e-6 je značilen za konvergirano rešitev
Simulirani čas/iteracija
Time = 350
smoothSolver: Solving for Ux, Initial residual = 4.79482e-006, Final residual = 4.77931e-007, No Iterations 2
smoothSolver: Solving for Uy, Initial residual = 1.49668e-006, Final residual = 1.11209e-007, No Iterations 4
GAMG: Solving for p, Initial residual = 7.87121e-006, Final residual = 6.14078e-007, No Iterations 5
time step continuity errors : sum local = 1.01978e-009, global = 2.6872e-017, cumulative = 4.25407e-016
smoothSolver: Solving for nuTilda, Initial residual = 9.92605e-006, Final residual = 8.54953e-007, No Iterations 2
ExecutionTime = 11.268 s ClockTime = 11 s
Čas preračuna
SIMPLE solution converged in 350 iterations
End
Uspešno izveden preračun
jakap@DESKTOP-KKPTPA9 MINGW64 OpenFOAM-5.x ~/blueCFD/ofuser-of5/prvaSimulacija/airFoil2D
$

Paraview

- Paraview je bil naložen skupaj z OpenFOAM-om
  - Rezultat simulacije s pomočjo virov in filtrov prikaže v razumljivi obliki



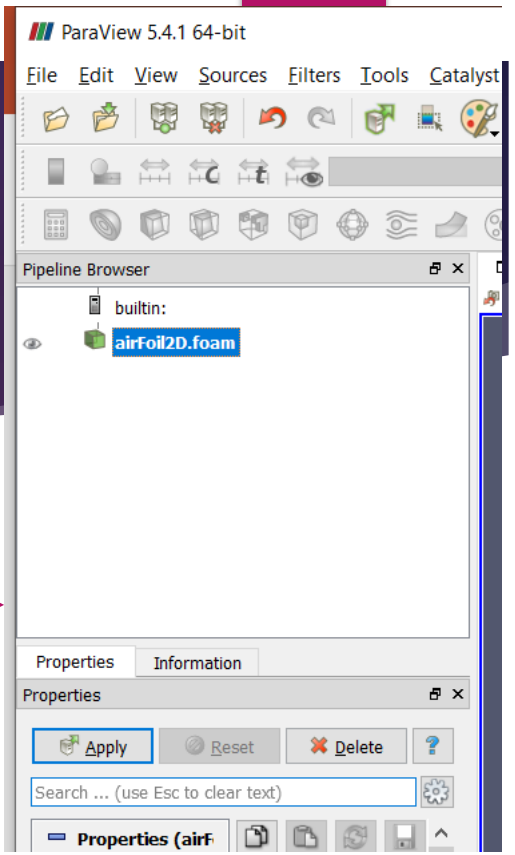
Vir: območje zajema podatkov

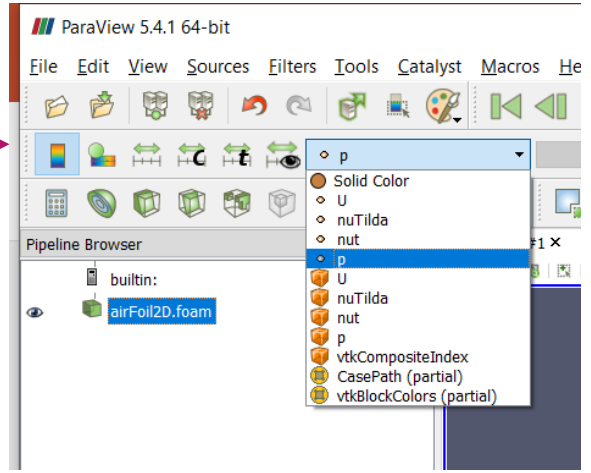
Filter:
bolj ali manj kompleksna operacija na podatkih

Viri so večinoma že vgrajeni v filtre, zato jih pogosto ni potrebno specificirati

Paraview

- 2. vaja:
  - Odpri blueCFD-Core 2017 terminal
  - S pomočjo cd in ls se premakni v mapo ~\blueCFD-Core-2017\ofuser-of5\prvaSimulacija\airFoil2D
  - Poženi ukaz paraFoam
    (ta ukaz prikaže rezultate simulacije v programu paraview)
  - Pritisni "Apply", da naložiš izbrane podatke
  - S pomočjo spustnega menija lahko opazuješ različna polja
    - Izberi in preglej hitrostno polje U
    - Izberi in preglej tlačno polje p





Paraview

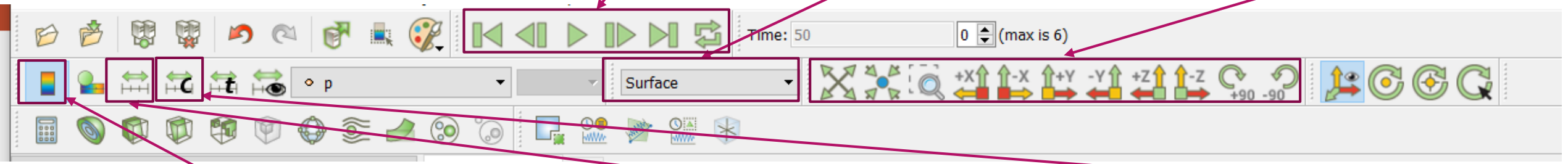
- 3. vaja:
  - Premakni pogled: srednji miškin klik
  - Zavrti pogled: levi miškin klik
  - Približaj, oddalji: miškino kolo

- Preizkusi naslednje ukase:

Opazuj rezultate ob različnih časih/iteracijah

Izberi način prikaza ploskev

Orientiraj pogled



Prikaži/skrij barvno skalo

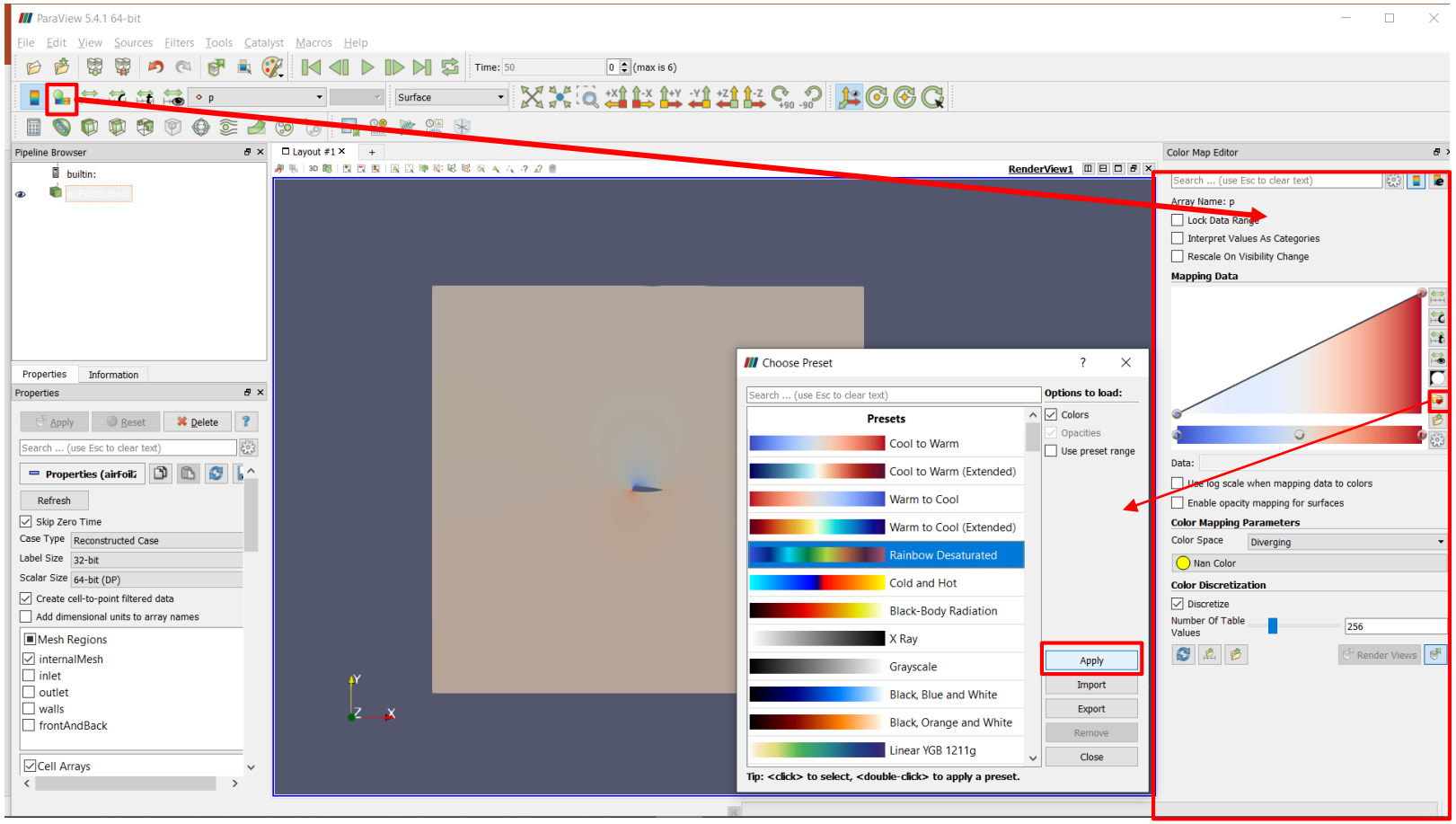
Prilagodi barvno skalo vidnemu

Ročno prilagodi barvno skalo

Paraview

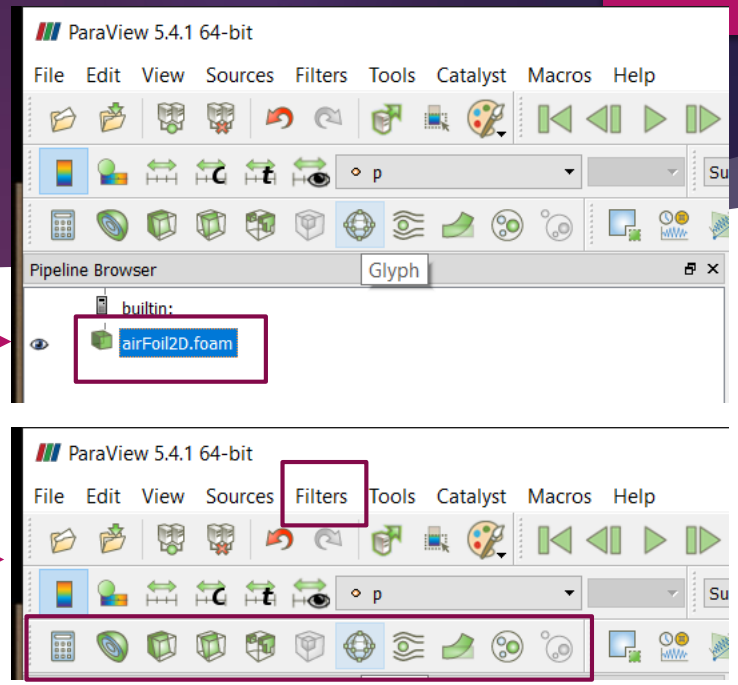
Vaja 4:

Nastavi novo barvno lestvico:



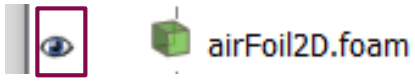
Paraview

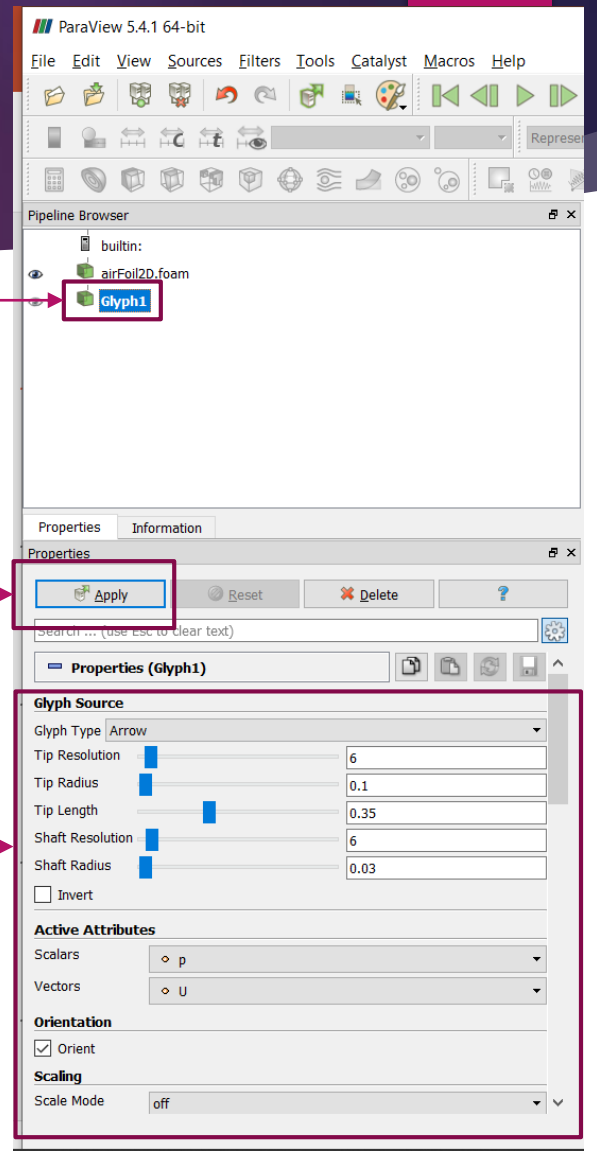
- Filtri:
  - Izberi željen set podatkov iz "Pipeline Browser"-ja
  - Izberi željen filter
    - Nastavi potrebne nastavitve
    - "Apply"
    - Generira se nov set podatkov



Paraview

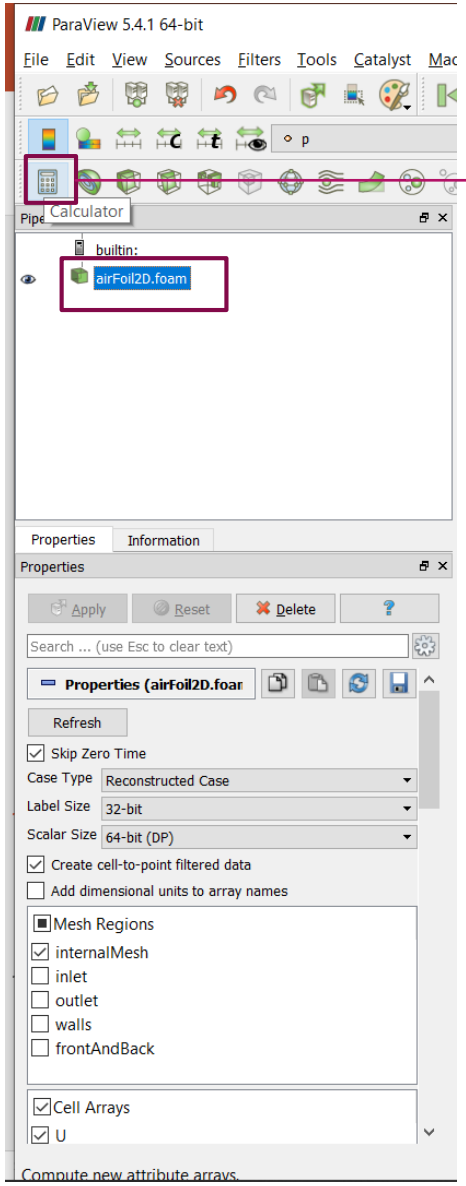
- Filtri:
  - Izberi željen set podatkov iz "Pipeline Browser"-ja
  - Izberi željen filter
    - Nastavi potrebne nastavitve
    - "Apply"
    - Generira se nov set podatkov
  - S filtrom generirani seti podatkov so lahko vhodi v nove filtre
  - Vidnost setov podatkov lahko spremenimo s klikom na

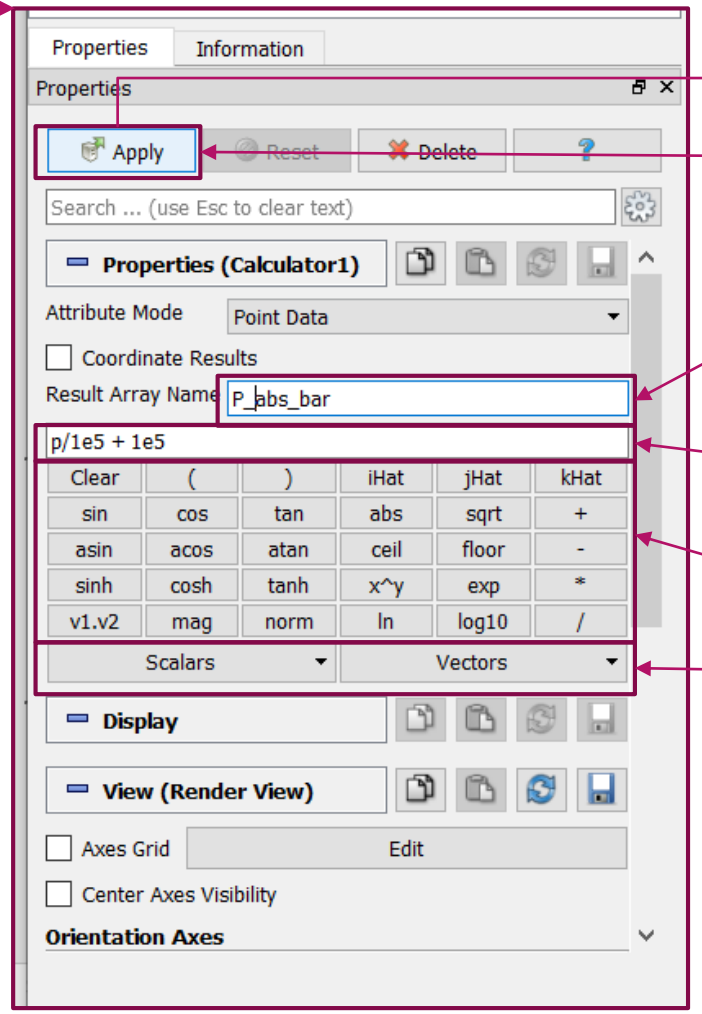




Vaja 5:

Izračunaj in prikaži absolutni tlak v barih s filtrom “Calculator”.





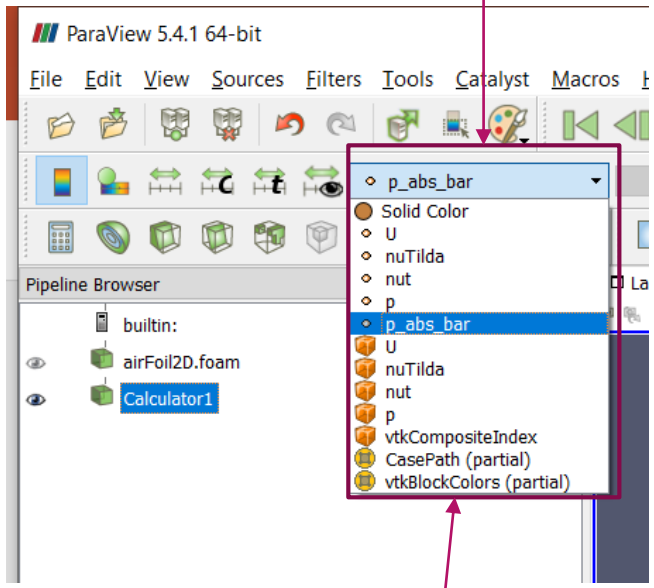
Izračunaj novo polje

Ime novega polja

Izraz

Možne operacije

Obstoječa polja

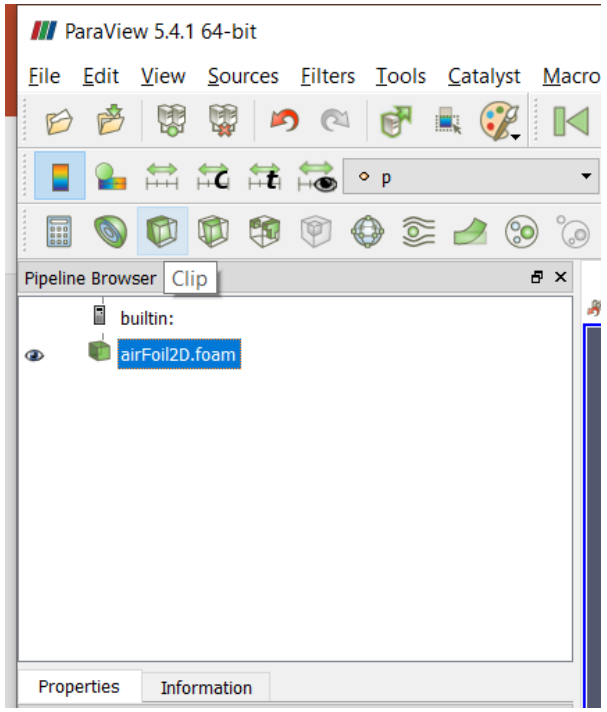


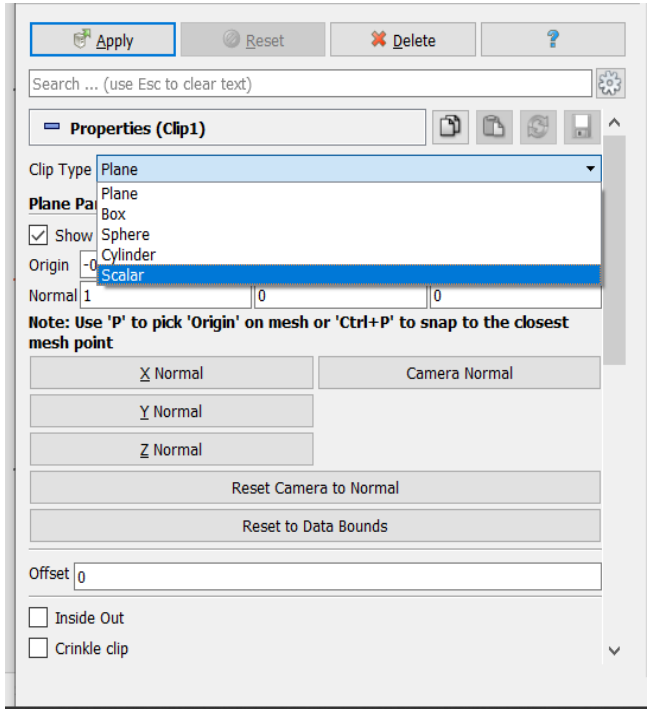
Novo polje dostopno za prikaz in nadaljno obdelavo

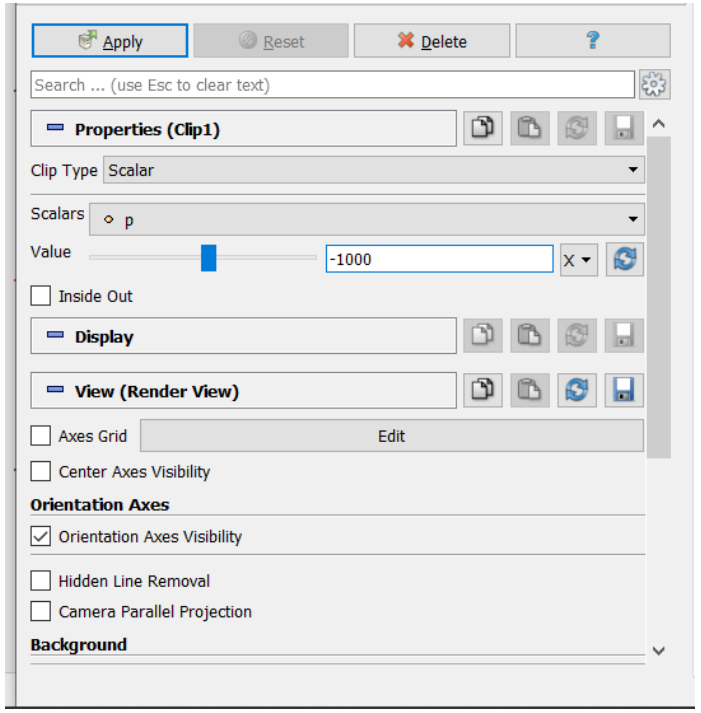
Paraview

Vaja 6:

Prikaži območje, kjer tlak presega 1000 Pa s pomočjo filtra “Clip”



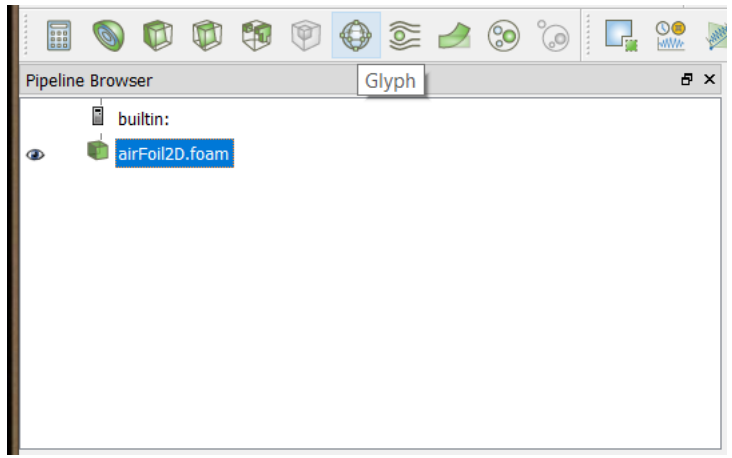


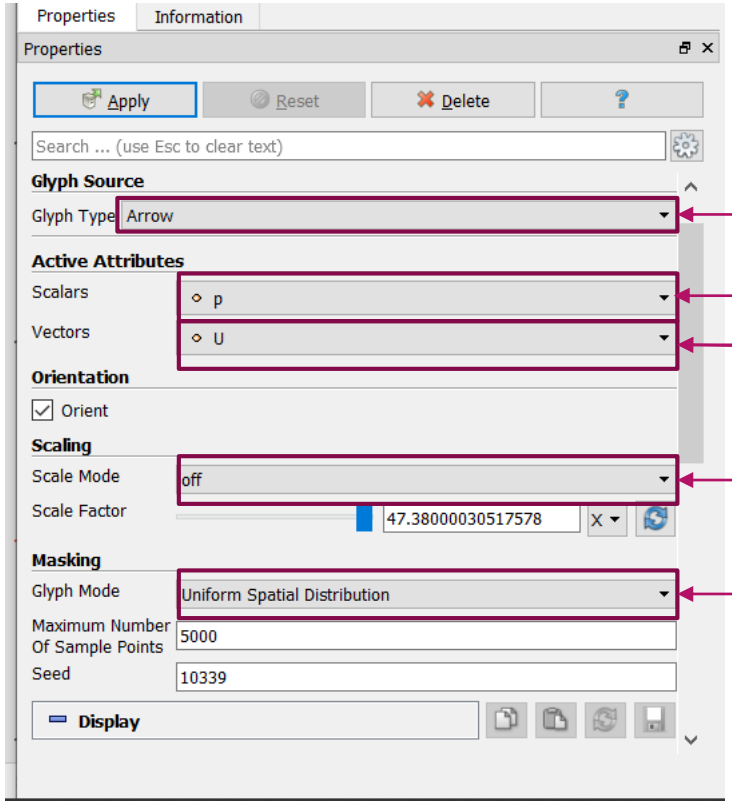


Paraview

Vaja 6:

S pomočjo filtra “Glyph” izriši vektorje hitrosti.





Tip “Glypha” (**puščica**, krogla …)

Lahko definira velikost puščic

Definira smer puščic

Definira velikost puščic (off .. Konst., glede na skalar, glede na vektor)

Koliko puščic se nariše (vse, prostorsko enakomerno razredčeno, vsaka tretja …)

Paraview

- Filter “Slice”: 3D domeno prereže z ravnino in vrne 2D rezino
- Filter “Clip”, varianta “Plane”: 3D domeno razpolovi z ravnino in vrne eno izmed polovic
- Filter “Stream tracer”: generira točke na črti ali v krogli, nato pa jih propagira v smeri toka, rezultat so tokovnice

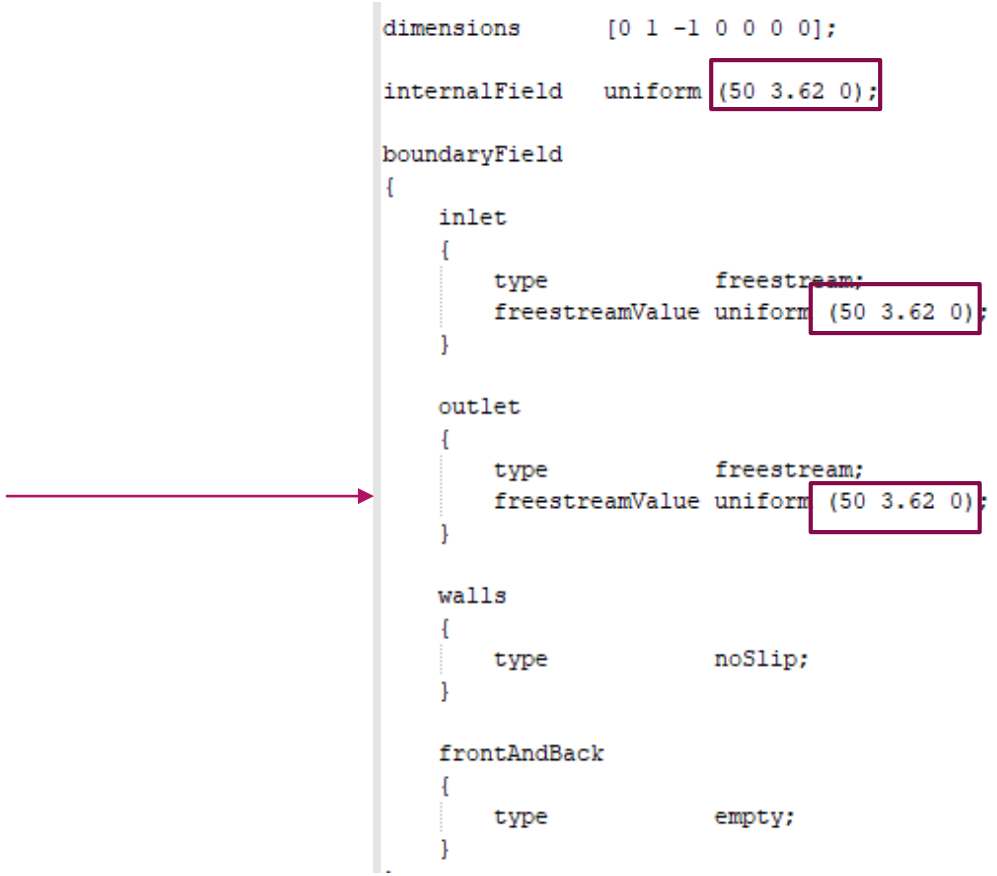
OpenFOAM

- Vaja 5:
  - Ponovi preračun toka okoli krila pri drugačni hitrosti na vstopu v domeno:
    - Izbriši rezultate s skripto **./Allclean**

      (Znebiti se moraš vseh map, razen 0, constant in system, to lahko izvedeš tudi ročno v raziskovalcu)

    - Prilagodi hitrostni začetni pogoj in robne pogoje v **0/U** in shrani spremenjeno datoteko

    - Ponovno izvedi preračun z ukazom **simpleFoam** in preglej rezultat s pomočjo ukaza **paraFoam**



```
dimensions      [0 1 -1 0 0 0 0];

internalField   uniform (50 3.62 0);

boundaryField
{
    inlet
    {
        type            freestream;
        freestreamValue uniform (50 3.62 0);
    }

    outlet
    {
        type            freestream;
        freestreamValue uniform (50 3.62 0);
    }

    walls
    {
        type            noSlip;
    }

    frontAndBack
    {
        type            empty;
    }
```