

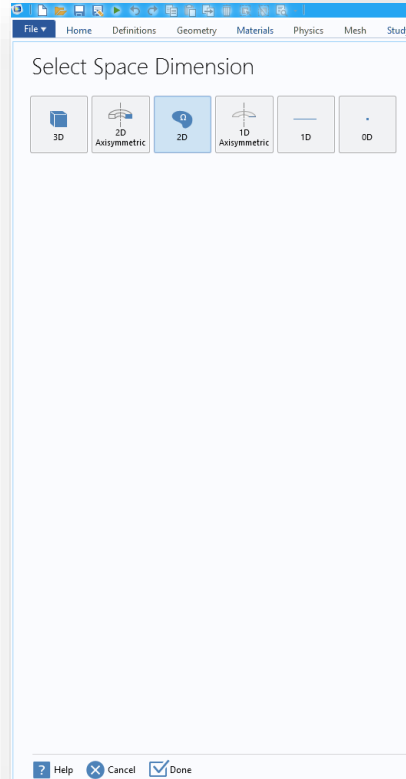
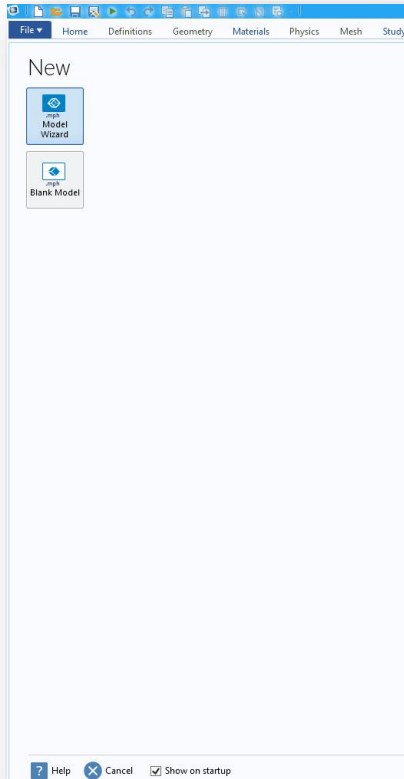
Iluze vracení času v laminárním proudění

Martin Kožíšek

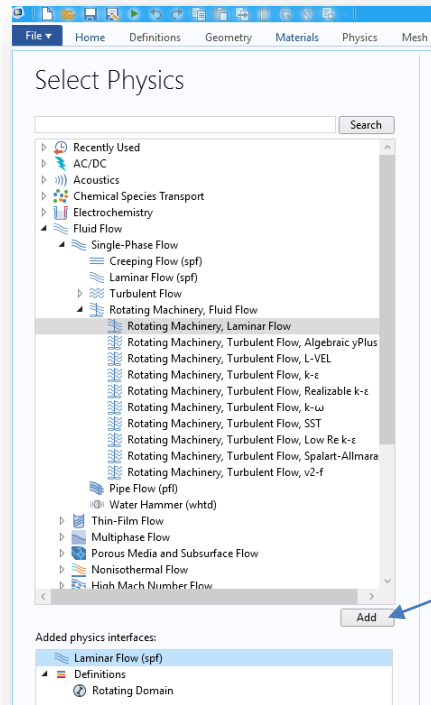
kozisek@humusoft.cz

+420 284 011 745

1) Model Wizard / 2D

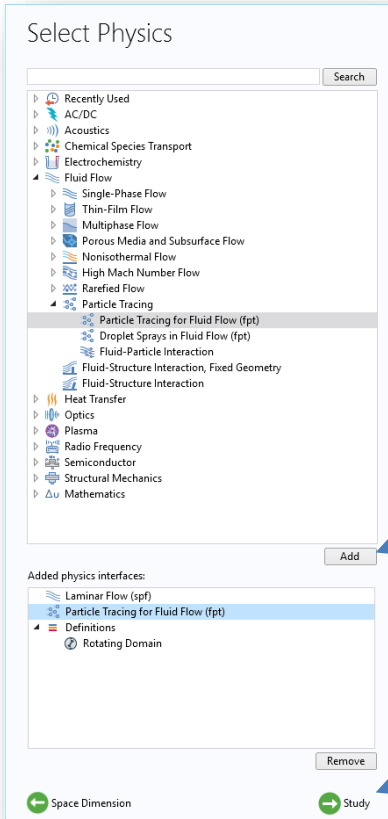


2) Fluid Flow / Single-Phase Flow / Rotating Machinery, Fluid Flow / Rotating Machinery, Laminar Flow



Fyzikální rozhraní se přidá kliknutím na „Add“

3) Fluid Flow / Particle Tracing / Particle Tracing for Fluid Flow (fpt)



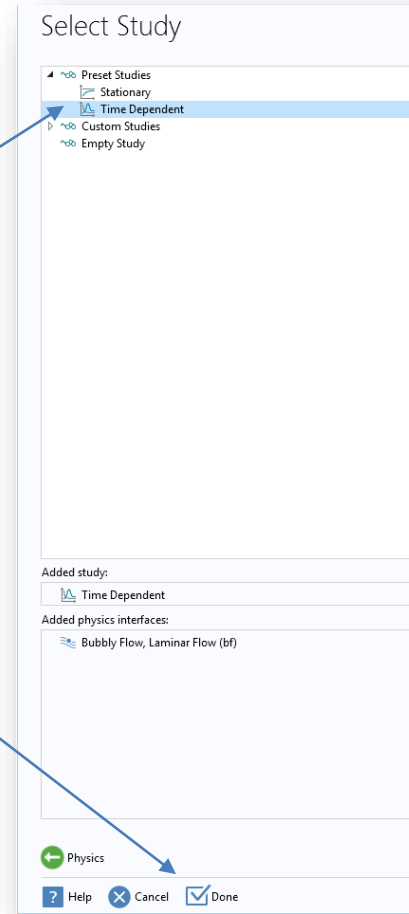
Fyzikální rozhraní se přidá kliknutím na „Add“

K výběru studie se přejde stiskem „Study“

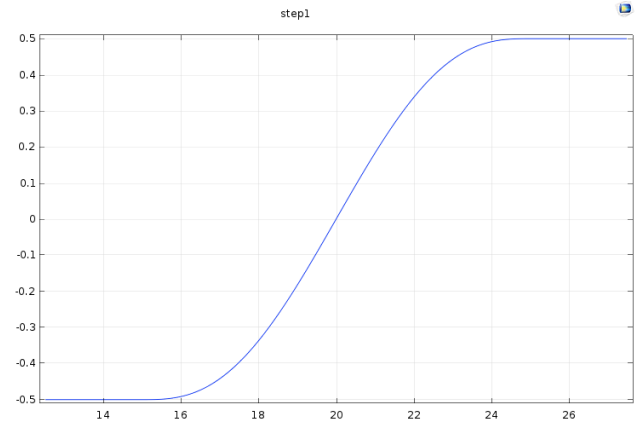
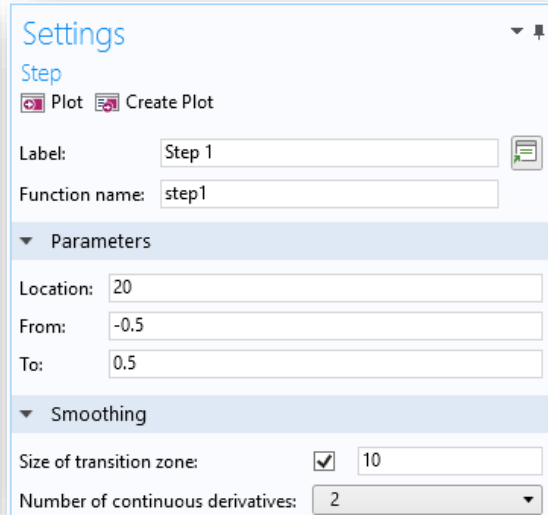
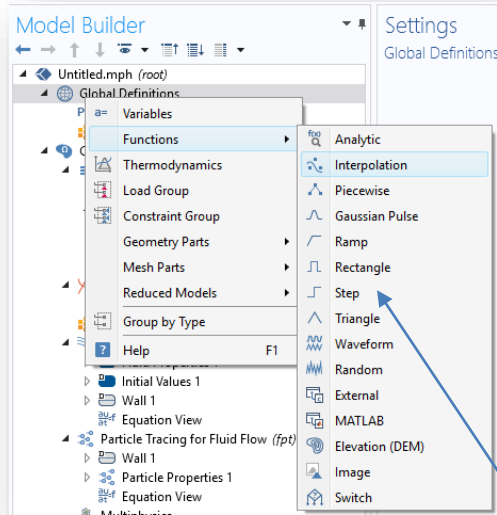
4) Select Study -> Time Dependent

Studie se vybere označením

Dokončit základní nastavení
Model Wizard



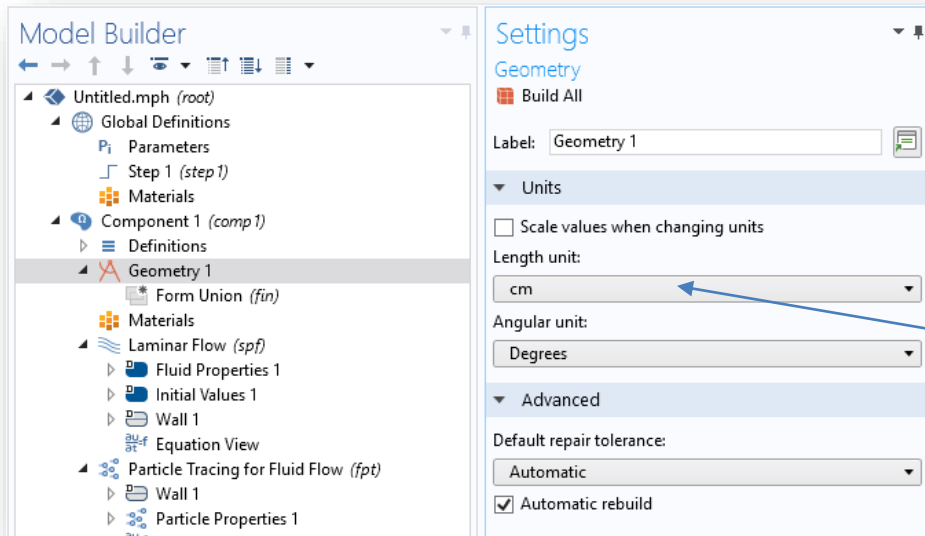
5) Global Definitions / Functions / Step 1



Nastavení

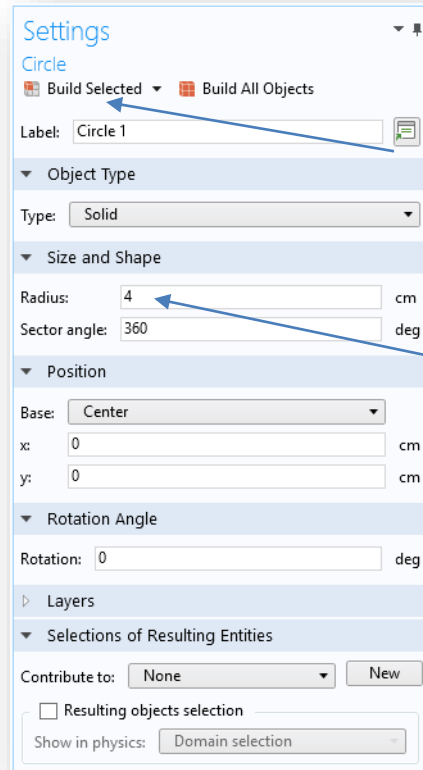
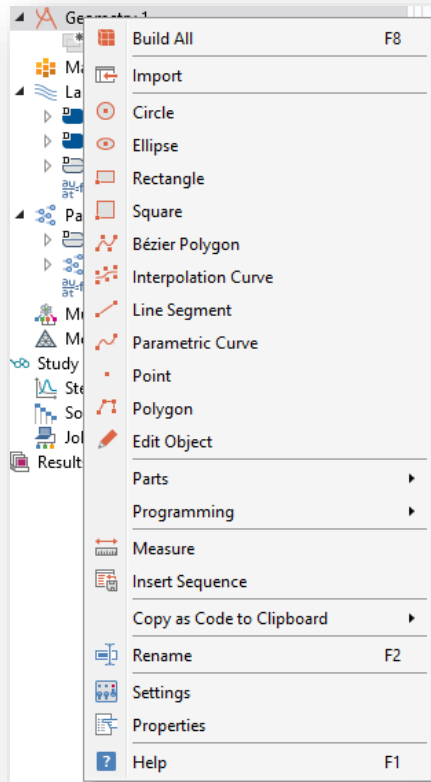
Šablona funkce „Step“

6) Component 1 / Geometry 1 / Length unit: cm



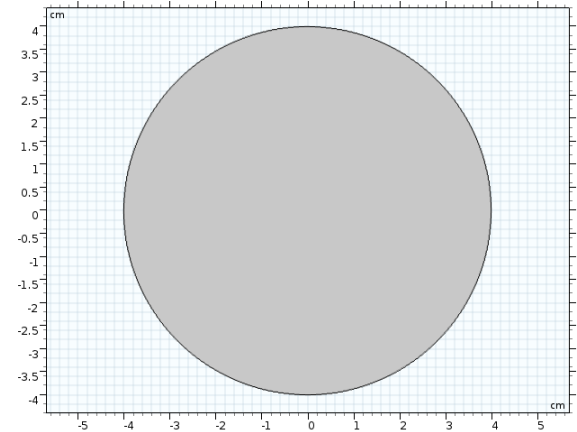
Budou se uvažovat centimetry

7) Component 1 / Geometry 1 / Circle 1

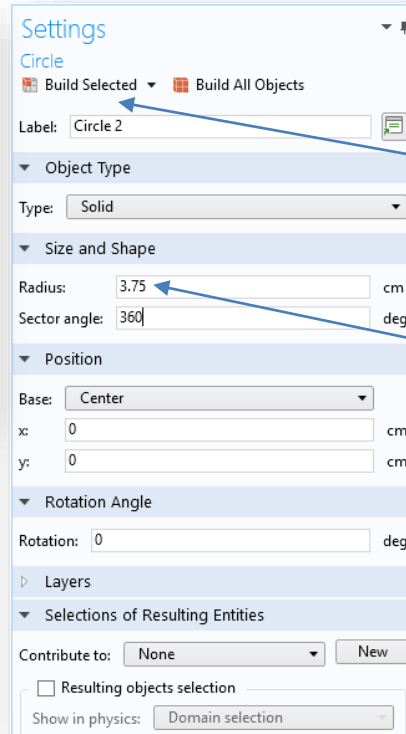
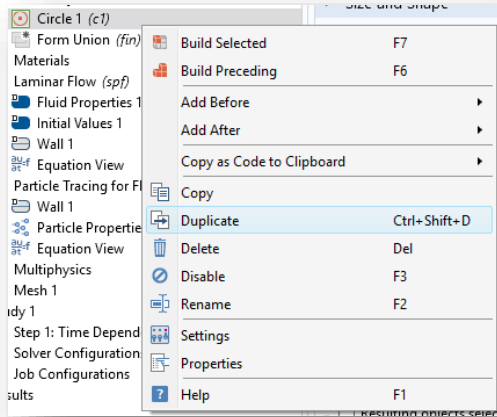


Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

4 cm

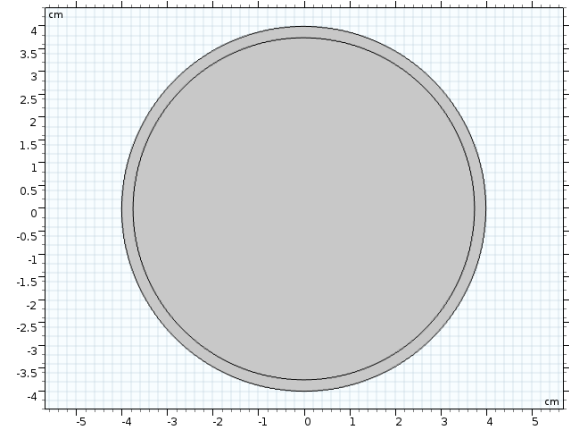


8) Component 1 / Geometry 1 / Circle 2

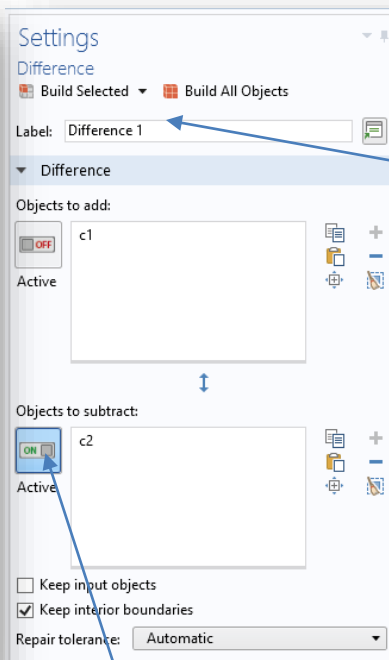
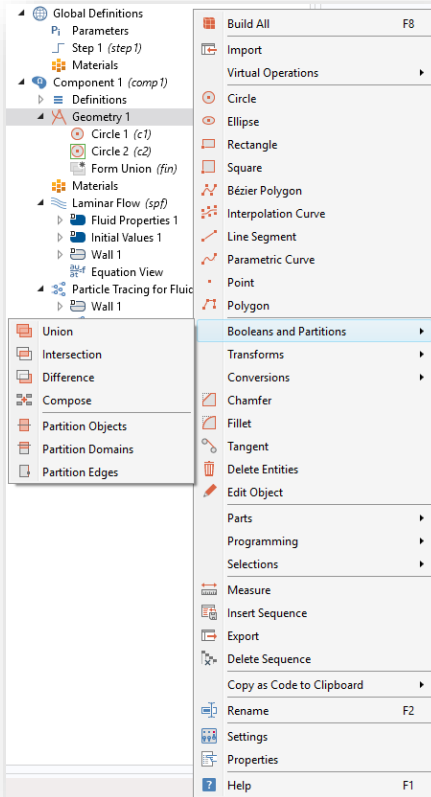


Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

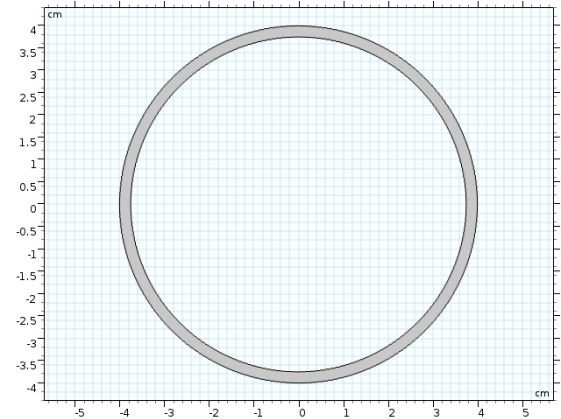
3.75 cm



9) Component 1 / Geometry 1 / Booleans and Partitions / Difference

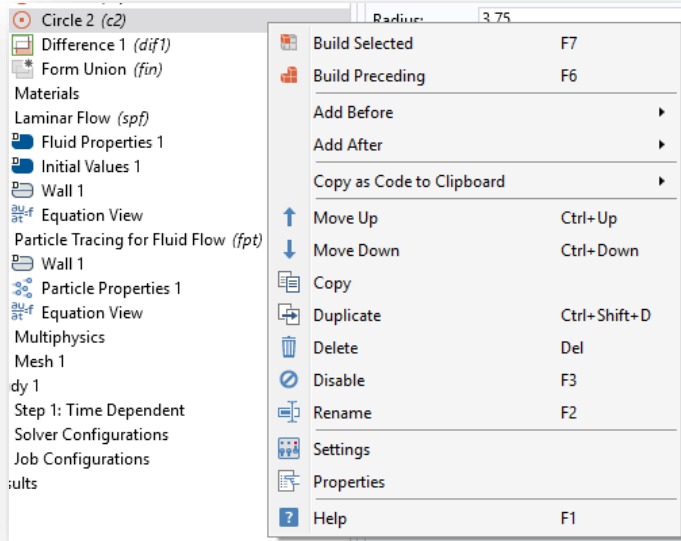


Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

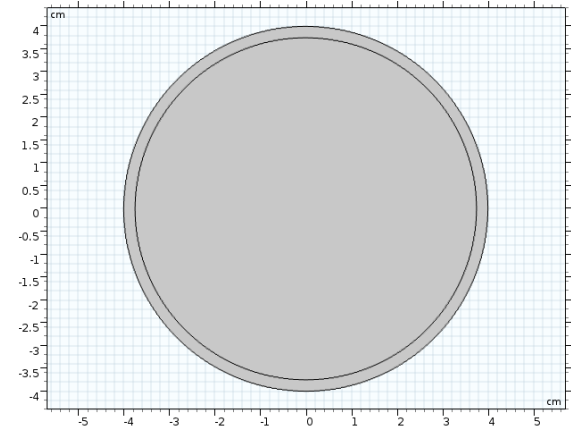


Nejprve se zapne označovací režim (ON) a poté se přímo v geometrii klikne na doménu „c2“

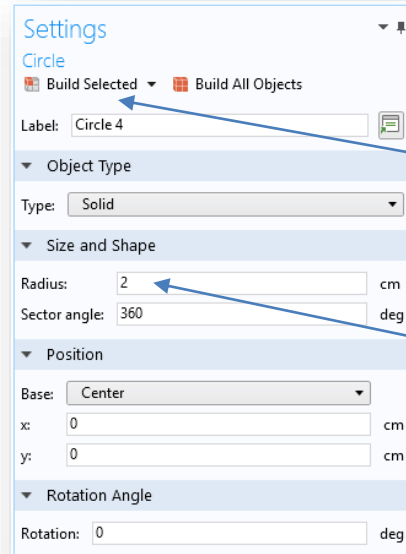
10) Component 1 / Geometry 1 / Circle 3 – zcela duplikovat Circle 2



Poloměr zůstává stejný, 3.75 cm
Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

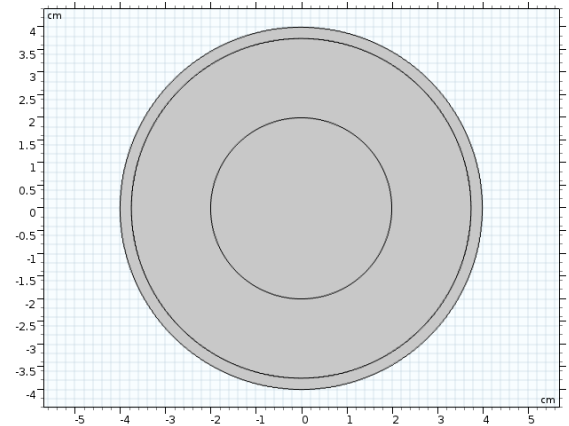


11) Component 1 / Geometry 1 / Circle 4

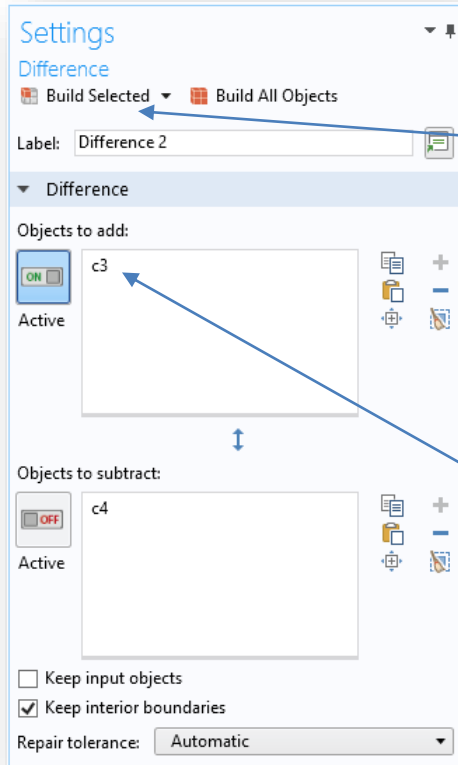


Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

2 cm

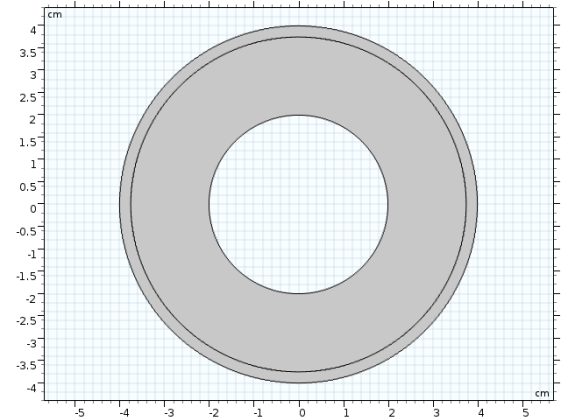


12) Component 1 / Geometry 1 / Booleans and Partitions / Difference

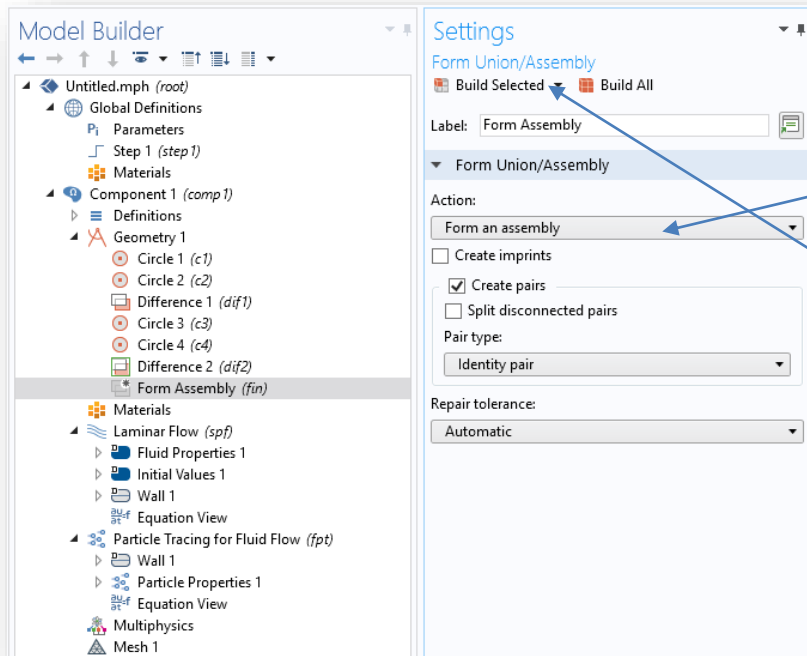


Stisknutím „Build Selected“ se provede úkol:

Nejprve se zapne označovací režim (ON) a poté se přímo v geometrii klikne na doménu „c3“



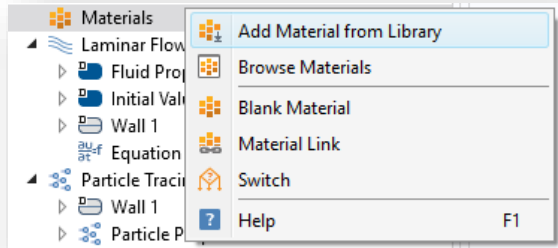
13) Component 1 / Geometry 1 / Form an assembly



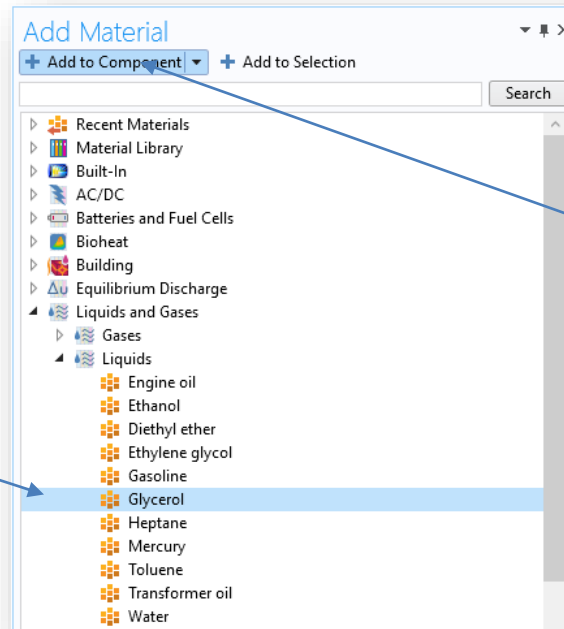
Z defaultního Form Union se vybere možnost „Form an assembly“

Stisknutím završíme tvorbu geometrie

14) Component 1 / Materials / Add Material from Library

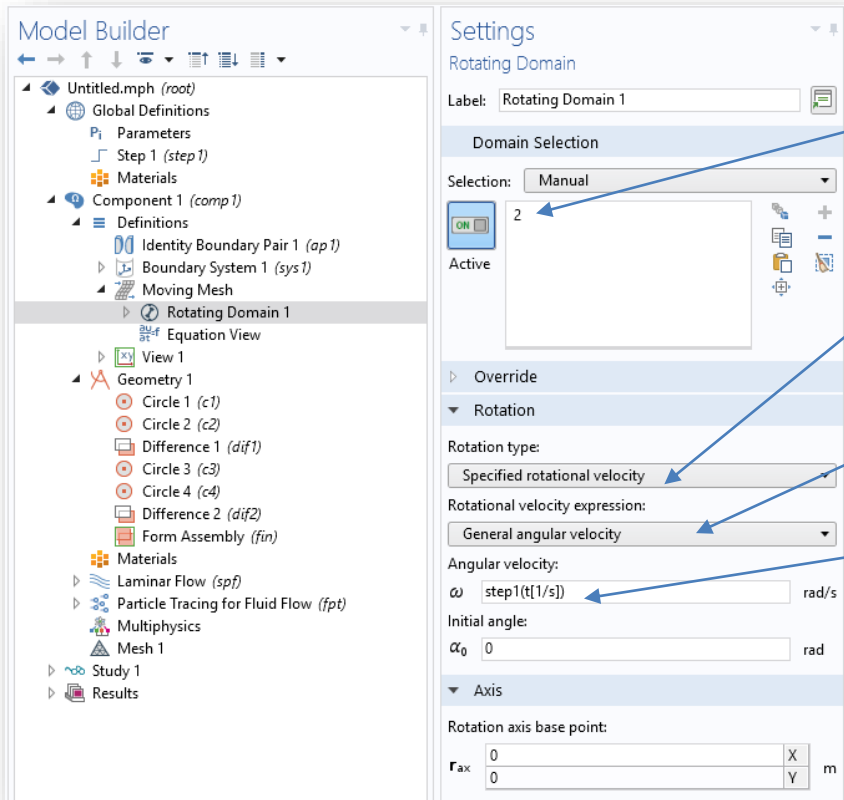


Z knihovny vybereme materiál:
Liquid and Gases / Liquids / Glycerol



Stisknutím přidáme
materiál

15) Component 1 / Definitions / Moving Mesh / Rotating Domain 1



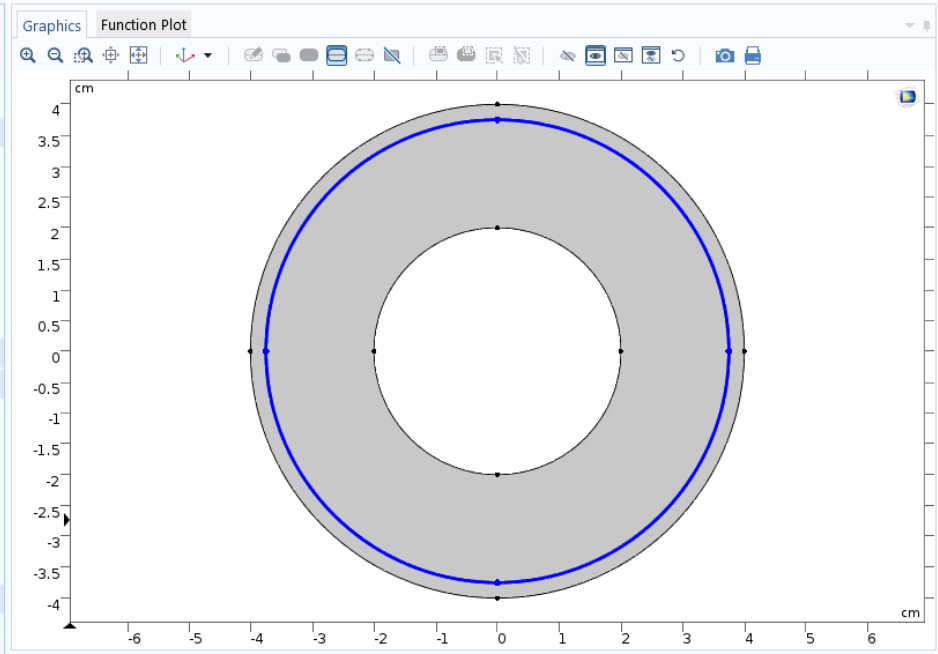
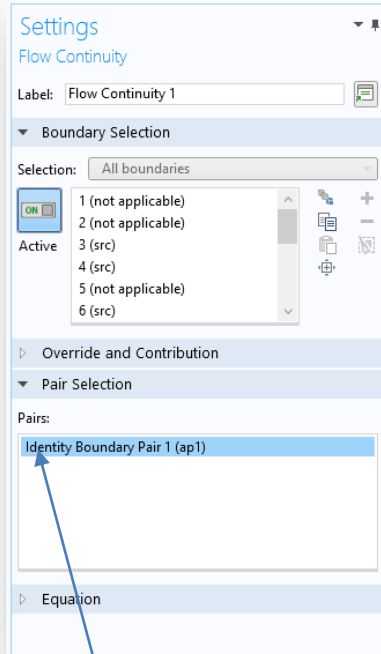
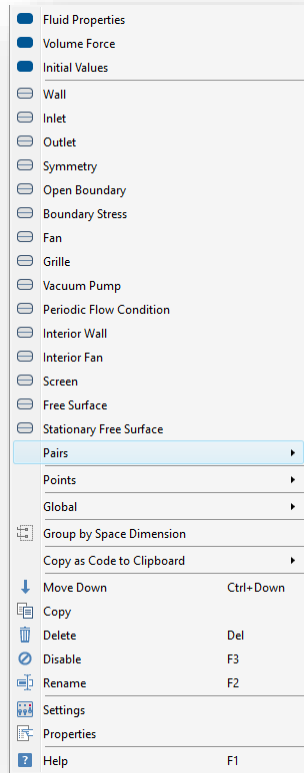
Vybrat pouze doménu 2

Zvolit zadání pomocí úhlové rychlosti

Zvolit proměnnou úhlovou rychlost

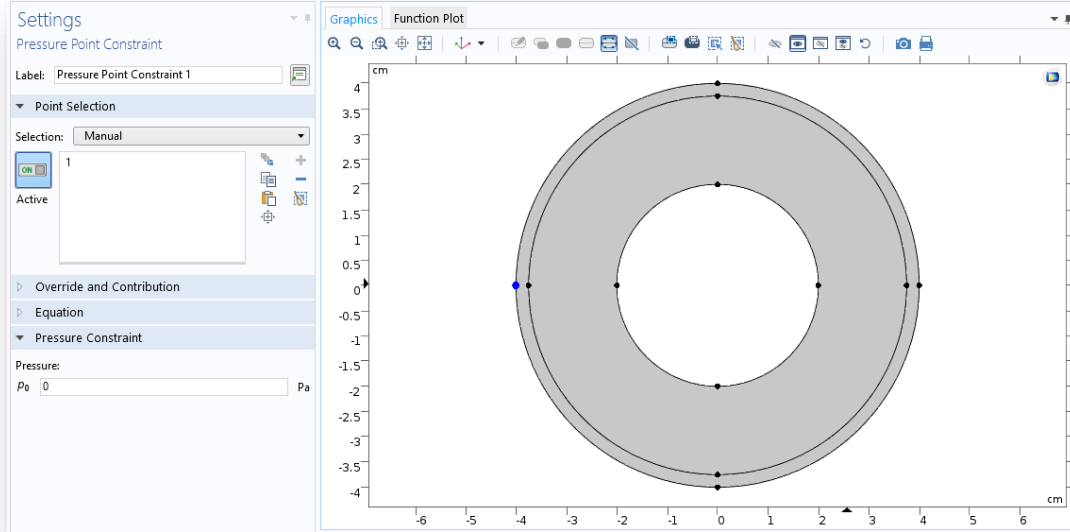
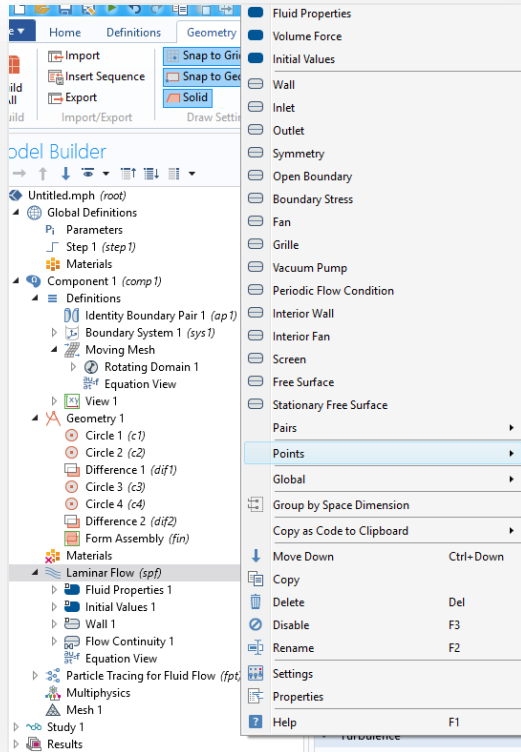
Hodnota úhlové rychlosti se mění
v čase „t“ dle předpisu funkce step1

16) Component 1 / Laminar Flow / Pairs / Flow continuity



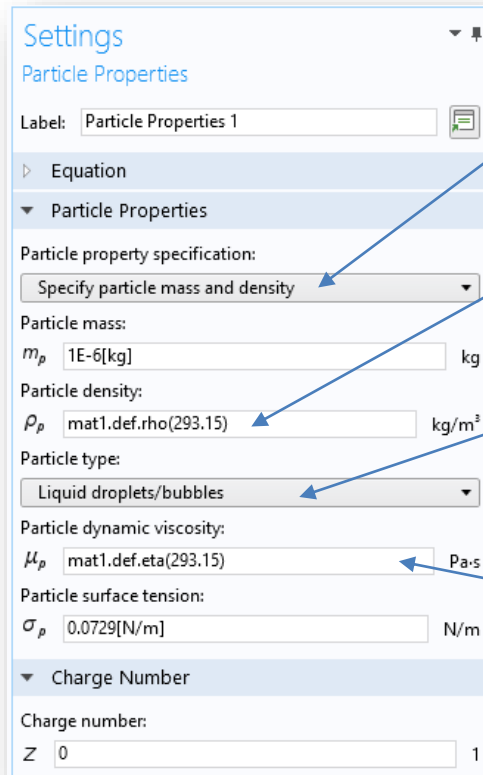
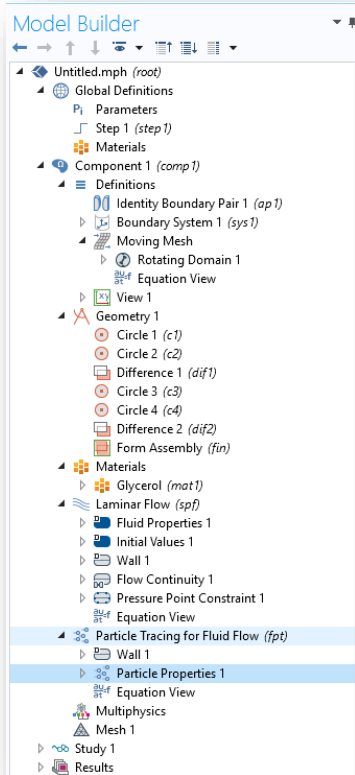
Označíme jediný pár hranic

17) Component 1 / Laminar Flow / Points / Pressure Point Constraint



Označíme libovolný bod a definujeme pro něj rozdíl tlaku od referenčního tlaku, který je atmosférický

18) Particle Tracing for Fluid Flow/ Particle Properties 1



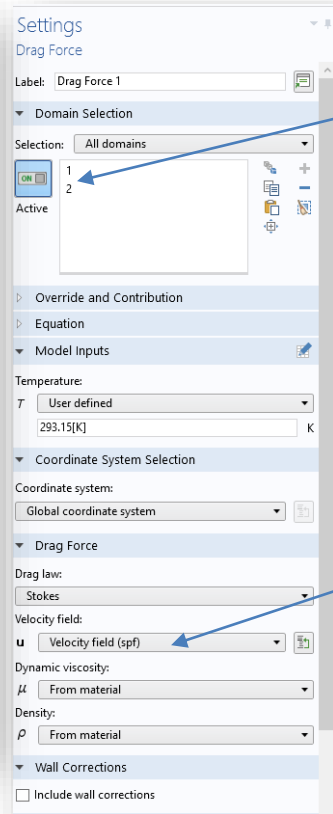
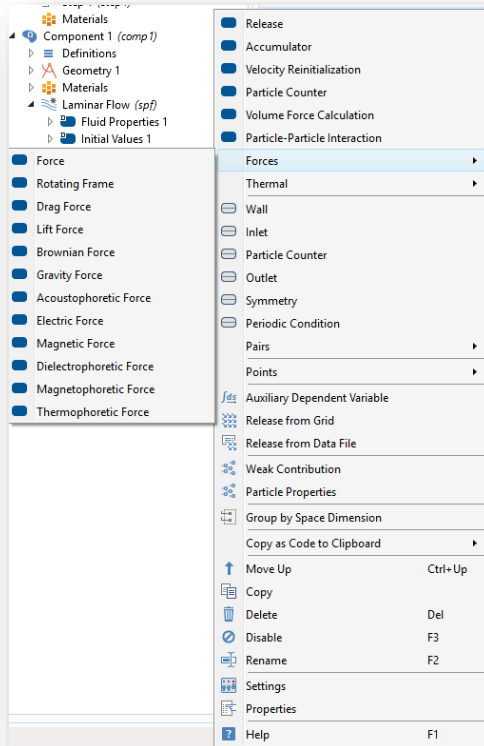
Vybrat zadání hmotnosti a hustoty

Hustotu přebere z definice materiálu 1
konkrétně z funkce pro hustotu při
teplotě 293.15 K

Vybrat kapičky kapaliny

Dynamickou viskozitu přebere
z definice materiálu 1 konkrétně
z funkce pro viskozitu při
teplotě 293.15 K

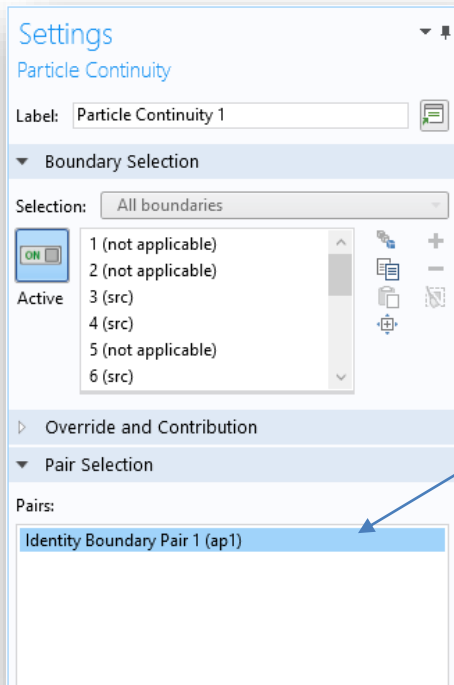
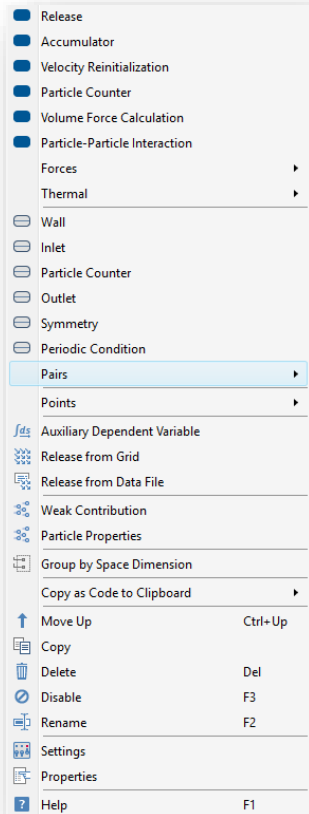
19) Particle Tracing for Fluid Flow/ Drag Force 1



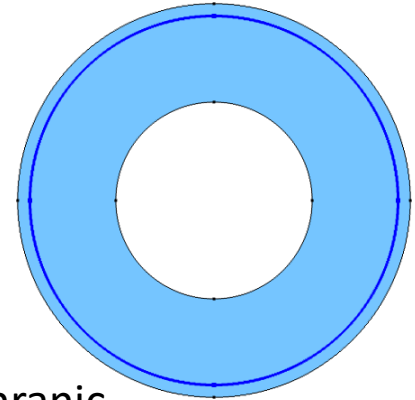
Vybereme všechny domény

Místo nulového rychlostního pole označíme rychlost přebranou z výpočtu „spf – laminar flow“

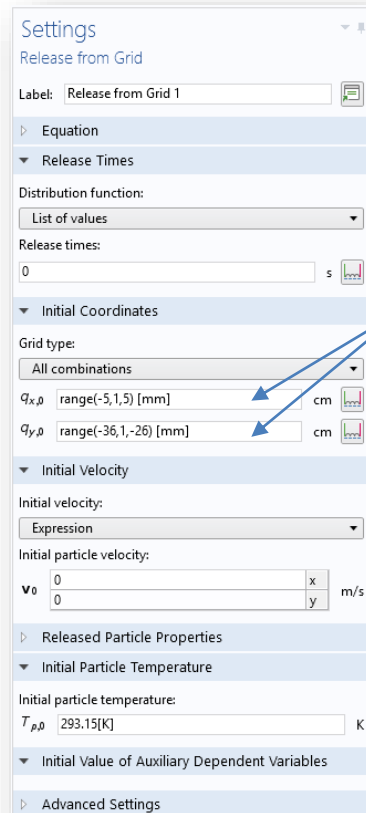
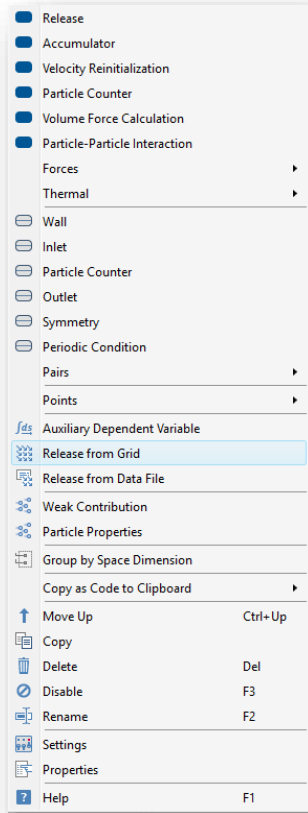
20) Particle Tracing for Fluid Flow/ Pairs / Particle Continuity



Označíme jediný pár hranic

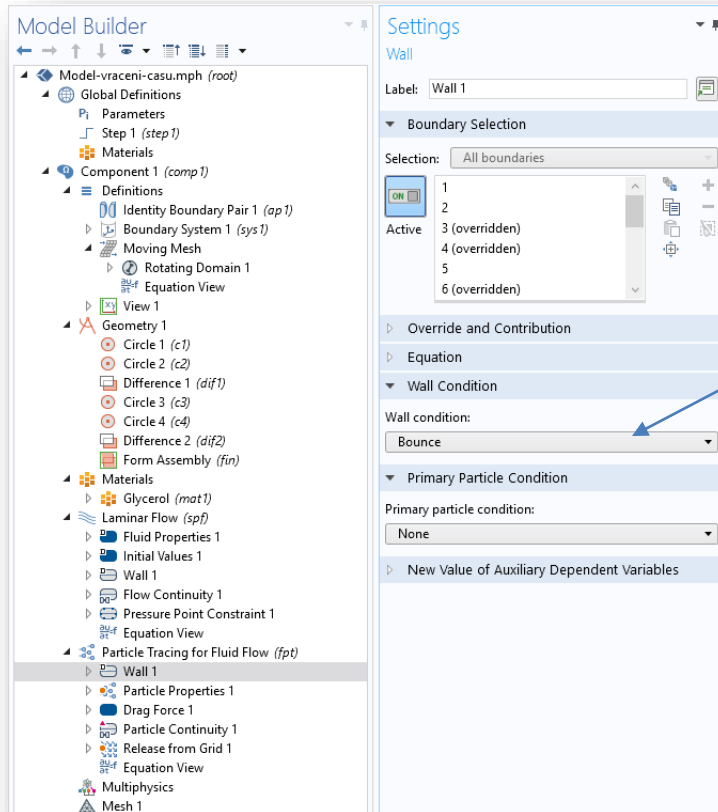


21) Particle Tracing for Fluid Flow/ Release From Grid



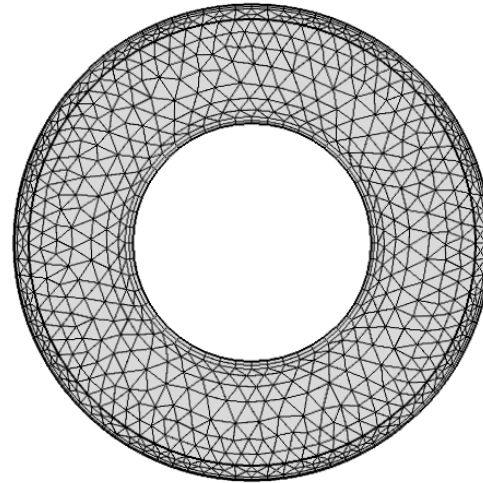
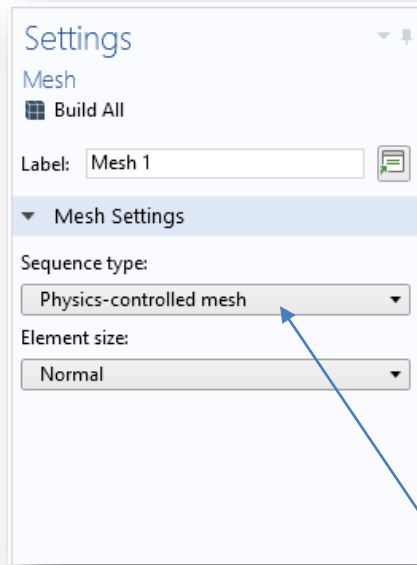
Počáteční souřadnice částic

22) Particle Tracing for Fluid Flow/ Wall 1



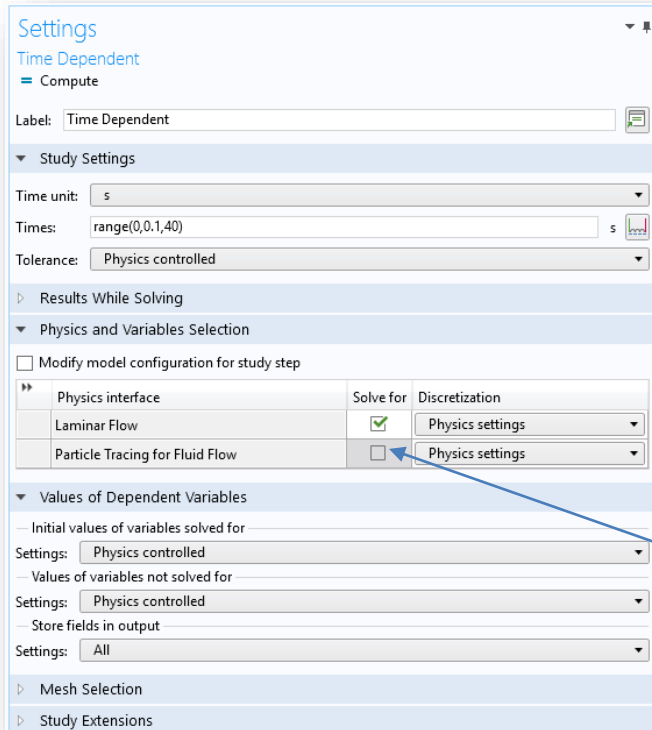
Vybereme podmínku „Bounce“

23) Mesh 1 / Physics-controlled mesh



Automatická síť
velikosti „Normal“

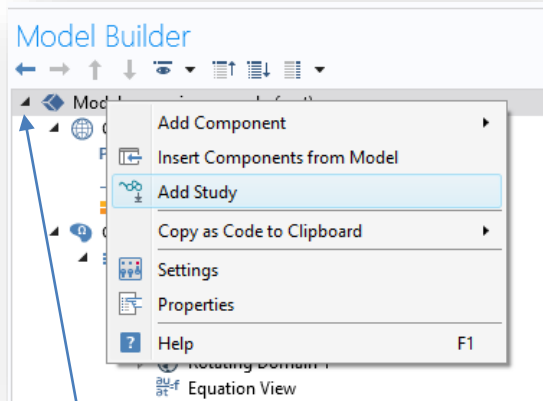
24) Study 1 / Step1: Time Dependent



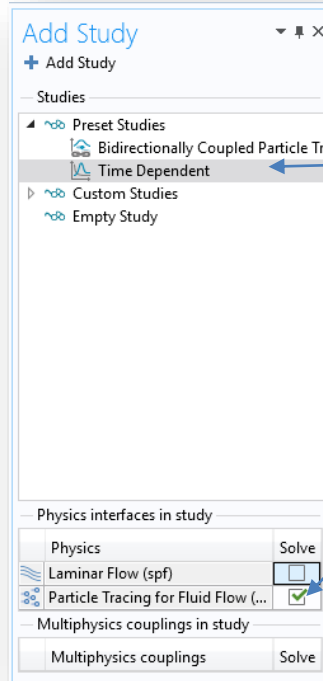
Chceme znát
výsledky od času
0 s do času 40 s
s krokem 0.1 s

Nyní se spočítá pouze
rychlostní pole. Particle
Tracing for Fluid Flow je
nezaškrtnutý

25) Add Study / Time Dependent



Pravým tlačítkem na první uzel se vyvolá nabídka, ze které lze vložit další studie



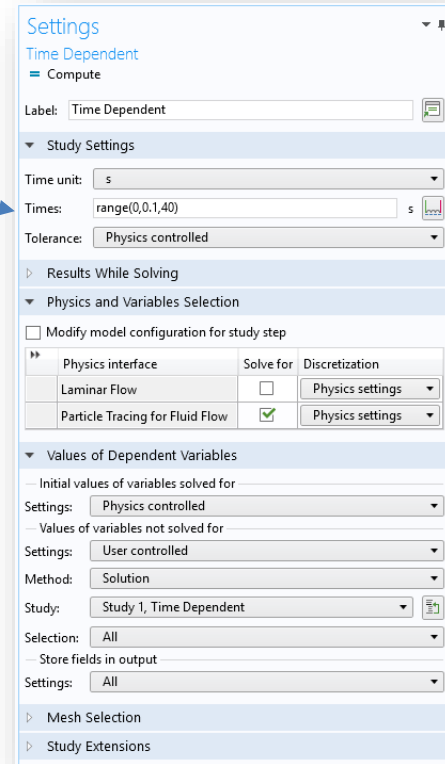
Vybere se opět nestacionární výpočet

Zde se určí, že se bude počítat pohyb částic. Studie se přidá kliknutím na „Add Study“

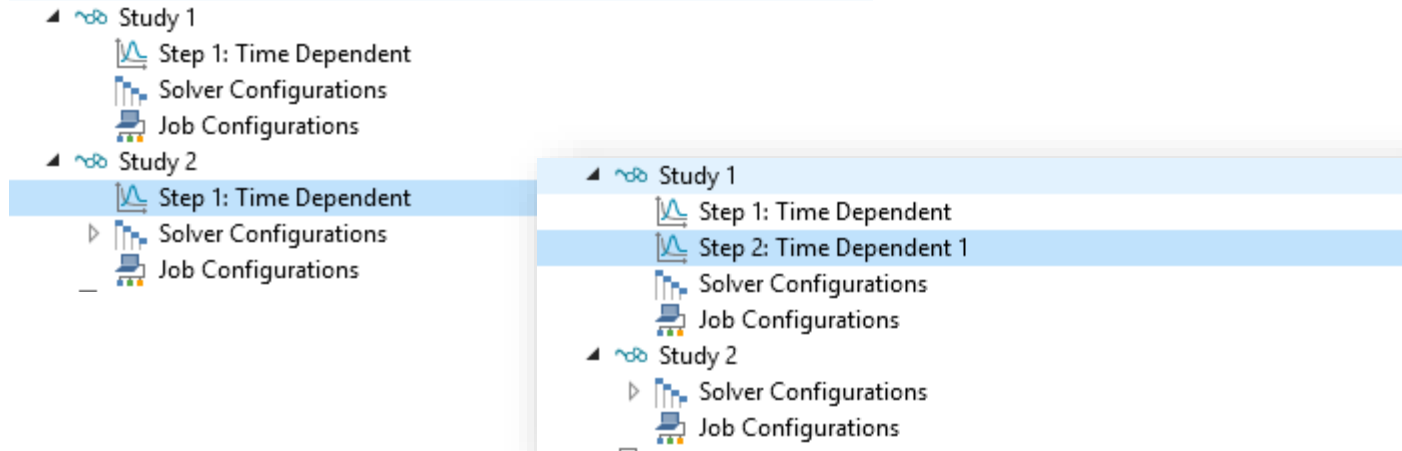
26) Study 2 / Step1: Time Dependent

Chceme znát výsledky od času 0 s do času 40 s s krokem 0.1 s

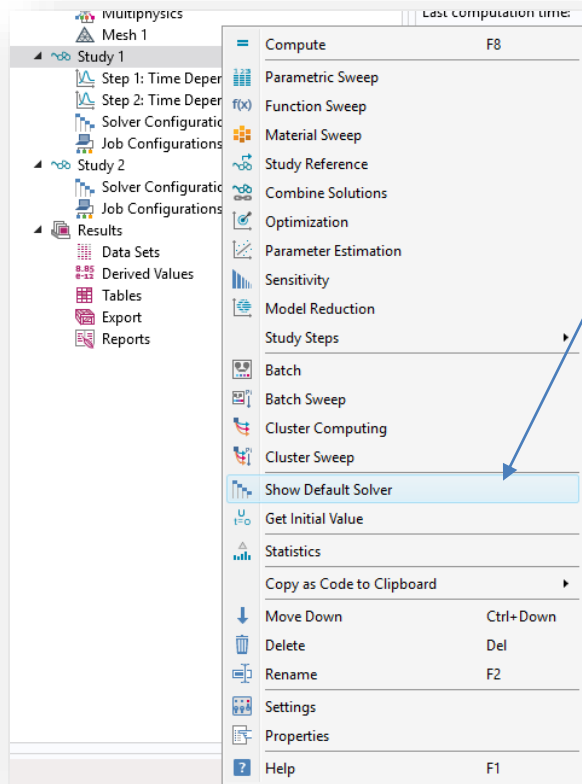
Zde nastavíme „coupling“. Proměnné hodnoty (pole rychlosti), které se počítají mimo Particle Tracing, chceme převzít ze studie č. 1 – konkrétně ze všech tam uvedených časů.



27) Nyní lze sloučit výpočty do jedné studie přetažením:

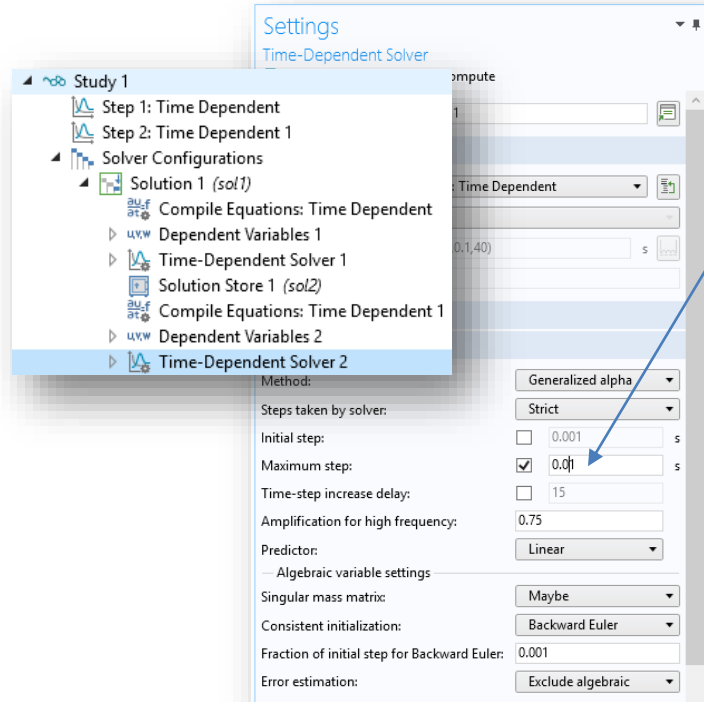


28) Study 1 / Show Default Solver



Tímto se ukáže, jak COMSOL přednastavil řešiče.

29) Study 1 / Solver Configurations / Solution / Time Dependent Solver 2



Metoda řešení nestacionárních členů,
snížíme maximální krok na 0.01 s.

Pozn.:

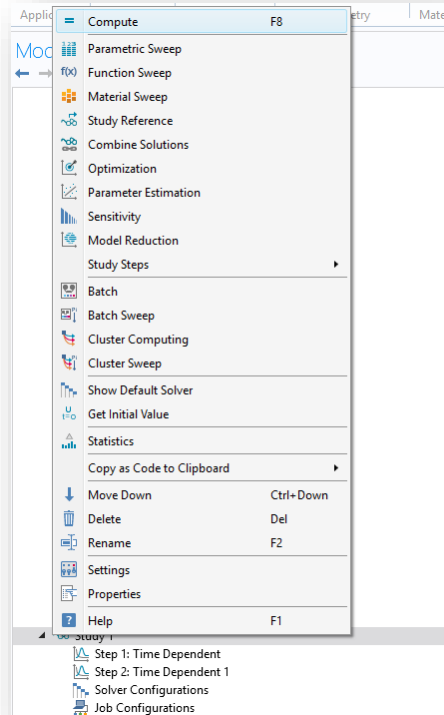
C:\Program Files\COMSOL\COMSOL53a\Multiphysics\doc\pdf\COMSOL_Multiphysics\COMSOL_ReferenceManual:

The generalized- α solver has properties similar to the second-order BDF solver but the underlying technology is different. It contains a parameter, called α in the literature, to control the degree of damping of high frequencies. Compared to BDF (with maximum order two), generalized- α causes much less damping and is thereby more accurate. For the same reason it is also less stable.

The implementation of the generalized- α method in COMSOL Multiphysics detects which variables are first order in time and which variables are second order in time and applies the correct formulas to the variables.

In most cases, generalized- α is an accurate method with good enough stability properties. Many physics interfaces in COMSOL Multiphysics — for transport problems, for example — use generalized- α as the default transient solver. Some complicated problems, however, need the extra robustness provided by the BDF method.

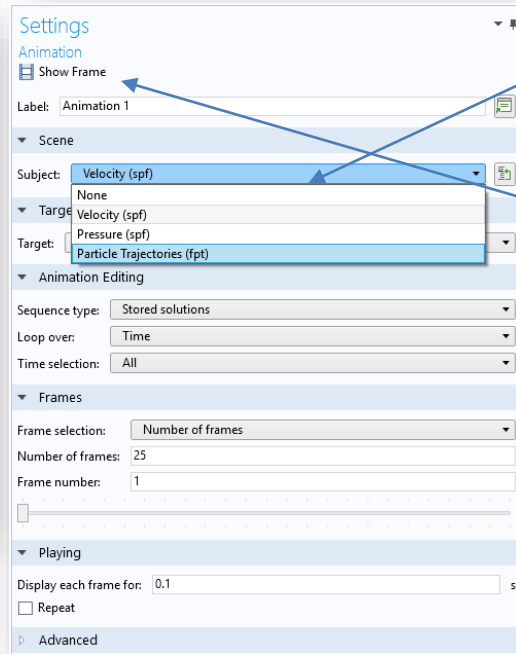
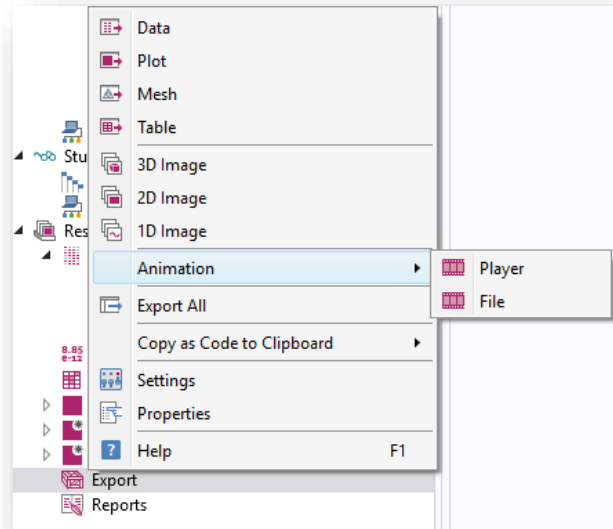
30) Study 1 - Compute



Pozn.:

Provede se nejprve „Step 1“ a po jeho skončení „Step 2“. Pokud nejsou kroky sloučené do jedné studie, musí se po skončení Study 1 ručně spustit ještě výpočet Study 2.

31) Results / Export / Animation / Player



Animaci provedeme z defaultního grafu Particle Trajectories

Stiskneme Show Frame pro vytvoření videa, které se spustí skiskem Play

