

Program

- **Organizace semináře, úkoly, úlohy a závazky**
- **ELMER – úvod**
 - **Co a kdo je ELMER ?**
 - Instalace ELMERu
 - **Kde je ELMER?**
- První krůčky v Elmeru
 - Tutoriály
 - Tečení ledu

Organizace semináře, úkoly, úlohy a závazky

Idea letošních jednookých:

Z pasivního semináře přeseďlat na seminář aktivní – pracovní. Cílem je základní zvládnutí netriviální trojúhlohy

1. Formulace fyzikálního problému
2. Slabá formulace a její diskretizace pomocí metody konečných prvků FEM (Finite Element Method)
3. Implementace problému do jednoho z FEM řešičů (Elmer, COMSOL)

Návrhy úloh:

1. Relaxace kráterů (P.Maierová)
2. Ohyb viskoelastického nosníku (O. Souček , P. Maierová)
3. Level-set modelování diferenciací kapek (lávová lampička KG) (M.Ulvrová)
4. Vlastní kmity nějakého zajímavého tělesa (např. (ne)předpjatého zvonu, (ne)Země) (E. Zábranová)
5. Seismický zdroj pro Elišku (D. Červinková)
6. Výpočet 3D rychlostního pole antarktického ledovce v oblasti Dronning Maud Land (O. Souček)
7. Deformace elastické membrány proměnlivé tloušťky (tbd. asap)
8. Pokles hladiny na vtoku do kašny (vedoucí p. doc. Matyska)
9. Rayleigh-Benardovy nestability (Libor Šachl)

Vaše další návrhy jsou vítány

Vybraná úloze bude přidělen styčný důstojník (často její autor), který bude nejvíce usilovat o její úspěšné zvládnutí týmem, který si ku práci přizve.

Z každé lekce bude pořizován zápis sloužící k uchování získaných pracovních postupů i ostatním a nám v čase budoucím. Tento úkol bude klást na řešitele a jeho podpůrný tým jisté nároky, pěkný tutorial nám však bude všem sladkou odměnou.

Více se v tuto chvíli říci nedá, realita (byť virtuální) nám nachystá překvapení sama.

ELMER – úvod**Co a kdo je ELMER ?**

- Úvodní poznámky z **Elmer Basic Course, 28th May 2008, CSC, Espoo by Peter Raback**
[ElmerIntroSlides_May2008_course.pdf](#)
- Oficiální stránky ELMERu <http://www.csc.fi/elmer>
- Diskuse <https://postit.csc.fi/sympa/arc/elmerdiscussion/2008-06/> = častý zdroj poučení ve chvílích největšího zoufalství. Tvůrci Elmeru jsou velmi vstřícní a ochotní jak radit, tak kód měnit a vylepšovat potřebám fyzikální komunity, nebojme se je proto sami oslovit s tím, že potřebujeme solver na viskoelasticitu, apod.
- Zdrojový kód přes SVN (subversion control) plus dokumentace <http://sourceforge.net/projects/elmerfem/>

Instalace ELMERu

- Install tutorial by Thomas Zwinger: [ElmerInstall.pdf](#)

LINUX

Nejlépe přes svn (subversion) stáhnout aktuální verzi

svn co <https://elmerfem.svn.sourceforge.net/svnroot/elmerfem> elmerfem

a poté spustit příložený skript (pro instalaci s mpi a Hypre <http://acts.nersc.gov/hypre/>) samozřejmě po patřičném drobném doladění cest, názvu balíků apod.

```
#!/bin/bash
echo $PATH
#the OpenMPI wrapper
export CC=mpicc
export CXX=mpic++
export FC=mpif90
export F77=mpif90
#the compiler flags
export CFLAGS="-I/opt/Elmer/include -fPIC -I/opt/Elmer/hypre/include"
export FCFLAGS="-I/opt/Elmer/include -fPIC -I/opt/Elmer/hypre/include"
export F77FLAGS="-I/opt/Elmer/include -fPIC -I/opt/Elmer/hypre/include"
export FFLAGS="-I/opt/Elmer/include -fPIC -I/opt/Elmer/hypre/include"
#linking needs Hypre included
export LDFLAGS="-L/opt/Elmer/hypre/lib -lHYPRE"
#paths; linking needs Hyper and MPI
export ELMER_HOME="/opt/Elmer"
export MPI_HOME="/usr/local"
export PATH=$PATH:/opt/intel/fce/10.1.015/bin
export LD_LIBRARY_PATH="/usr/local/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
export LD_LIBRARY_PATH="/opt/Elmer/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
export LD_LIBRARY_PATH="/opt/intel/fce/10.1.015/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
export LD_LIBRARY_PATH="/opt/Elmer/eio-5.4.0:$LD_LIBRARY_PATH"
export LD_LIBRARY_PATH="/opt/Elmer/hypre/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
# make the modules
modules="matc umfpack mathlibs meshgen2d eio hutiter fem"
# configure and build
for m in $modules; do
cd $m
./configure --prefix=$ELMER_HOME --with-mpi-dir=$MPI_HOME
make clean
make
make install
cd ..
done
```

WINDOWS

- Viz. <http://sourceforge.net/projects/elmerfem/>

Kde je ELMER?

Vlastní jádro solver ElmerSolver na geof30, geof40, geof50

ElmerFront (pre-processor) a ElmerPost (post-processor) pouze na geof40

Zkouška:

```
ElmerSolver
ElmerFront
ElmerPost
```

Kdyby to bylo zapotřebí, nastavit cestu (na všech výše zmíněných strojích),

V /home/~jmeno/.bashrc

```
export PATH = $PATH:/opt/Elmer/bin
```

což by mělo zabrat

Jak spouštět Elmer z windowsovských strojů: Putty

Plus jak na grafické programy (xfig, ElmerFront, ElmerPost) přes putty z windows (by F.Gallovič):

1. Nainstalovat novou verzi cygwinu (<http://www.cygwin.com/>)
2. Z voleb co instalovat nechat vše default, krom X11 kde install
3. Nejlépe do Startup (PoSpuštění) dodat kam_instalovano\cygwin\usr\X11R6\bin\startxwin.bat

4. Pustit putty a povolit v nastavení Connection->SSH->Tunnels Enable X11 forwarding
5. Uložit session i pro příště

První krůčky v Elmeru

Tutorial [ElmerTutorials.pdf](#)

Vyžaduje již nainstalovaný nový grafický preprocesor ElmerGUI – tbd. asap

Úloha z loňska – tečení ledu:

Model tečení ledu (ISMIP-HOM B –benchmark viz. <http://homepages.ulb.ac.be/~fpattyn/ismip/>)

- 2-D model tečení ledu po nakloněné sinusově zvlněné ploše (kde no-slip) , free surface na povrchu a periodické podmínky hranicích vpravo a vlevo
- led coby newtonovská viskózní kapalina
- bez teplotní závislosti

1.) ElmerGrid – nástroj pro přípravu sítě

- Command-line input
 - Síť vytvoříme v COMSOLu (což již umíme: obdélník, pak buď unstructured mesh nebo lépe obdélníkové elementy pomocí mesh->mapped mesh parameters), exportujeme (export mesh as .mphtxt) a překonvertujeme do Elmer formátu příkazem:


```
ElmerGrid 9 2 ice.mphtxt
```

Jak si prohlédnout své dílo?

```
ElmerGrid 9 3 ice.mphtxt
```

Vytvoří .ep soubor, ten otevřeme pomocí **ElmerPost** a Display Mesh Lines

- Command-file input
 - Vytvoříme ice.grd file s následující strukturou

```
***** ElmerGrid input file for structured grid generation *****
```

```
Version = 210903
```

```
Coordinate System = Cartesian 2D
```

```
Subcell Divisions in 2D = 1 1
```

```
Subcell Limits 1 = 0.0 1.0
```

```
Subcell Limits 2 = 0.0 1.0
```

```
Material Structure in 2D
```

```
1
```

```
End
```

```
Materials Interval = 1 1
```

```
Boundary Definitions
```

```
! type out int
```

```
1 -1 1 1 !down
```

```
2 -2 1 1 !right
```

```
3 -3 1 1 !top
```

```
4 -4 1 1 !left
```

```
End
```

```
Numbering = Horizontal
```

```
Coordinate Ratios = 1
```

```
Decimals = 12
```

```
Element Innernodes = False
```

```
Element Degree = 1
```

```
Triangles = False
```

```
Element Divisions 1 = 20
```

```
Element Divisions 2 = 20
```

Přeložíme pomocí **ElmerGrid 1 2 square.grd**

Pressure = Real 0.0
Velocity 1 = Real 0.0
Velocity 2 = Real 0.0
End

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Body Force 1
Flow BodyForce 1 = Real 0.0
Flow BodyForce 2 = Real -9.7696e15 !MPa - a - m
End

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Material 1
Density = Real 9.1376e-19 ! MPa - a - m

Viscosity Model = String "power law"
Viscosity = Real 0.170998e0 ! MPa - a - m
Viscosity Exponent = Real 0.33333333333333333333
Critical Shear Rate = Real 1.0e-10
End

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Solver 1
Equation = "Navier-Stokes"

Stabilization Method = String Bubbles

Linear System Solver = Direct
Linear System Direct Method = umfpack

Nonlinear System Max Iterations = 100
Nonlinear System Convergence Tolerance = 1.0e-5
Nonlinear System Newton After Iterations = 5
Nonlinear System Newton After Tolerance = 1.0e-02
Nonlinear System Relaxation Factor = 1.00

Steady State Convergence Tolerance = Real 1.0e-3
End

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Equation 1
Active Solvers(1) = 1
NS Convect = Logical False
End

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Bedrock
Boundary Condition 1
Target Boundaries = 1
Velocity 1 = Real 0.0e0
Velocity 2 = Real 0.0e0
End

! Periodic Right
Boundary Condition 2
Target Boundaries = 2
Periodic BC = 4
Periodic BC Translate(2) = Real \$ (L) (L*Slope)
Periodic BC Velocity 1 = Logical True

```
Periodic BC Velocity 2 = Logical True
Periodic BC Pressure = Logical True
End
```

```
! Upper Surface
Boundary Condition 3
  Target Boundaries = 3
End
```

```
! Periodic Left
Boundary Condition 4
  Target Boundaries = 4
End
```

Solver spustíme příkazem: **ElmerSolver ice.sif**

Výsledky opět vizualizujeme pomocí **ElmerPost** otevřením /ice/ice.ep

Až doteď jenom další FEM solver. Co to umí navíc? Paralelizace!!!

Jak Elmer paralelizuje?

- MPI
- Rozdělíme výpočetní oblast na N podoblastí
- ElmerSolver_mpi – paralelní verze solveru

Máme v současnosti k dispozici 12 procesorů 3x4 na geof30, geof40, geof50

Step-by-step paralelizace naší úlohy

1. Rozdělení sítě

Použijeme ElmerGrid rutinu k rozdělení již vytvořené sítě např. následovně:

- **ElmerGrid 2 2 mesh -metis 8**

Metis rutina rozdělí výpočetní oblast na 8 nepravidelných souvislých podoblastí podobné velikosti

Prohlédněme si opět výsledek:

```
ElmerGrid 2 3 mesh -metis 8 -out meshp
ElmerPost
```

Případně explicitně předepíšeme, jak dělit (keyword -partition x-dělení y-dělení z-dělení)

- **ElmerGrid 2 2 mesh -partition 8 1 1**

2. Vytvoříme soubor ELMERSOLVER_STARTINFO, který bude obsahovat název sif souboru (ice.sif)

3. Není třeba jakkoli modifikovat solver-input-file ice.sif, o vše se postará paralelní verze solveru ElmerSolver_mpi

4. Do souboru hosts vepíšeme stroje, které chceme vytižit i.e. např. geof40, geof50

5. Spustíme solver

```
mpirun -np 8 -x LD_LIBRARY_PATH -hostfile hosts ElmerSolver_mpi
```

Získáme N výstupních .ep souborů, které můžeme spojit do jednoho: v /mesh

```
ElmerGrid 15 3 ice -out icep
```