

# Qform kurzus

1. alkalom

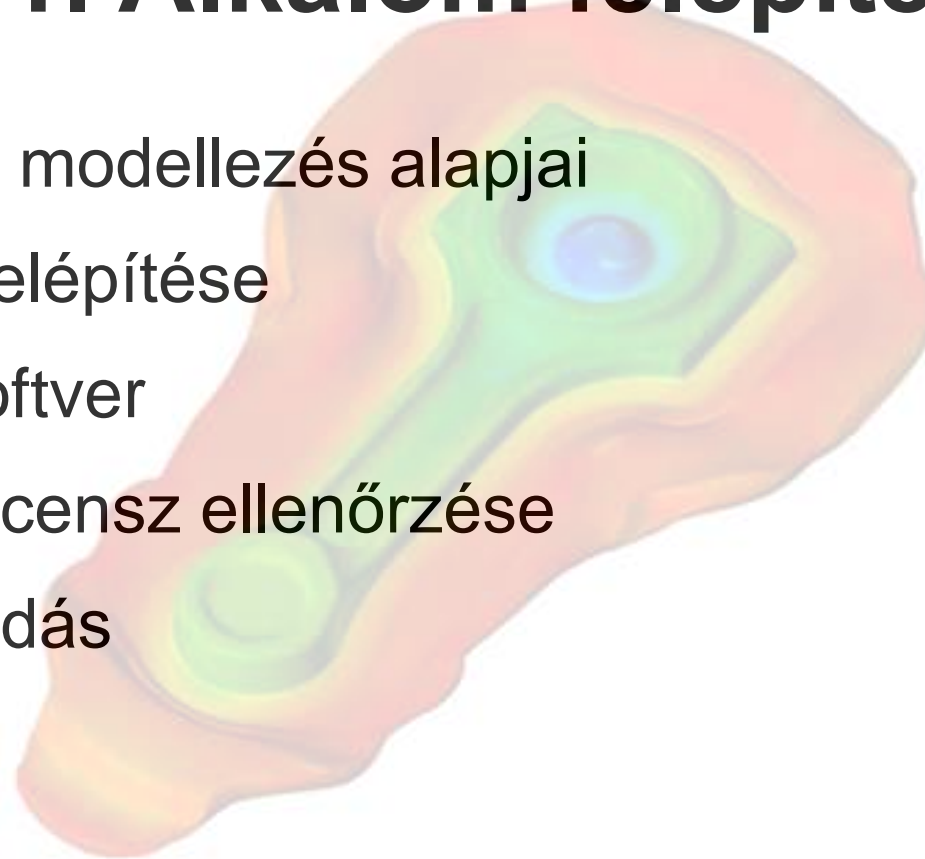


Renkó József

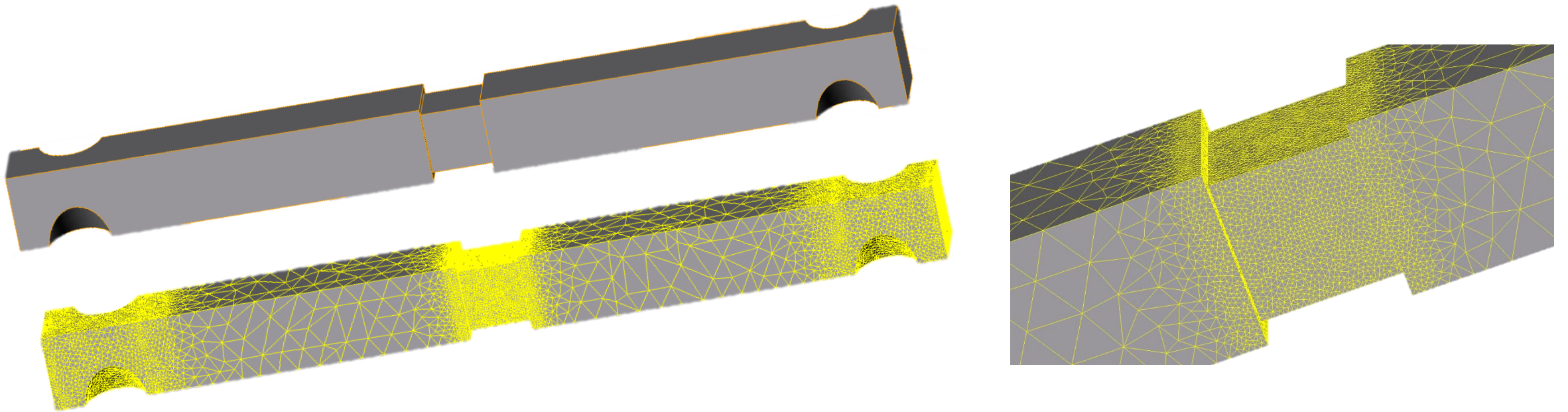
renko.jozsef@edu.bme.hu

# 1. Alkalmom felépítése

- Végeselemes modellezés alapjai
- Szimulációk felépítése
- QForm3D szoftver
- Telepítés és licenz ellenőrzése
- Feladatmegoldás

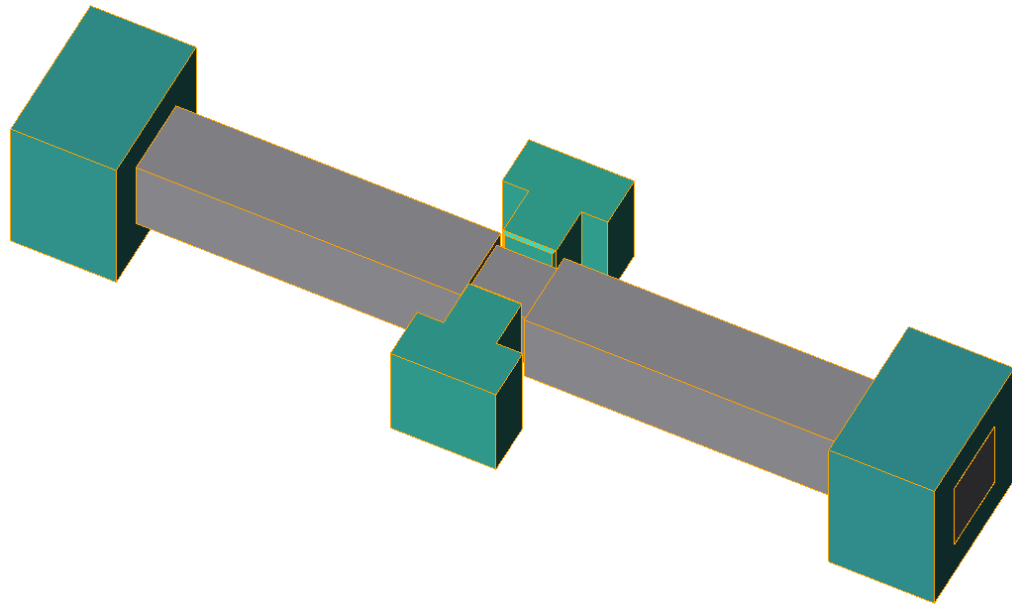


# A végeselemes modellezés alapjai

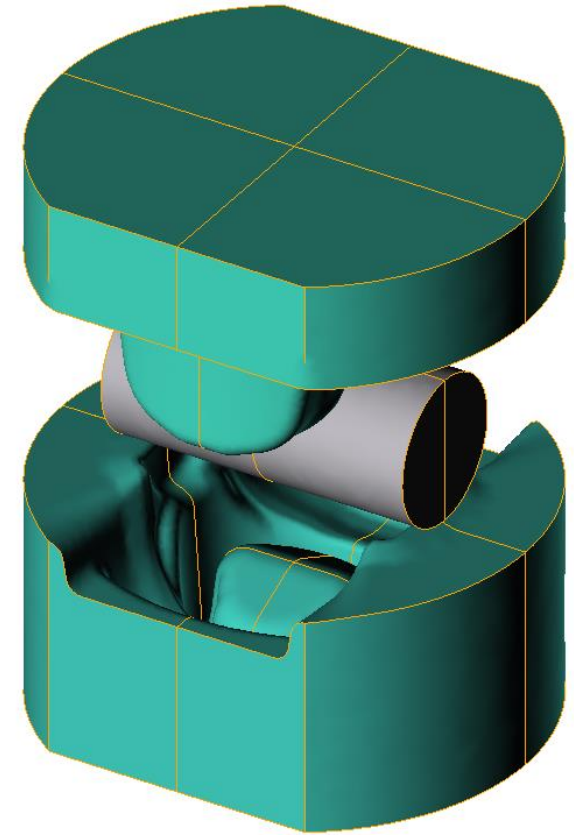


A test méretéhez képest számottevően kisebb egyszerű elemekből (háromszög, négyszög, tetraéder, kocka) felépített modellen végzett szimuláció

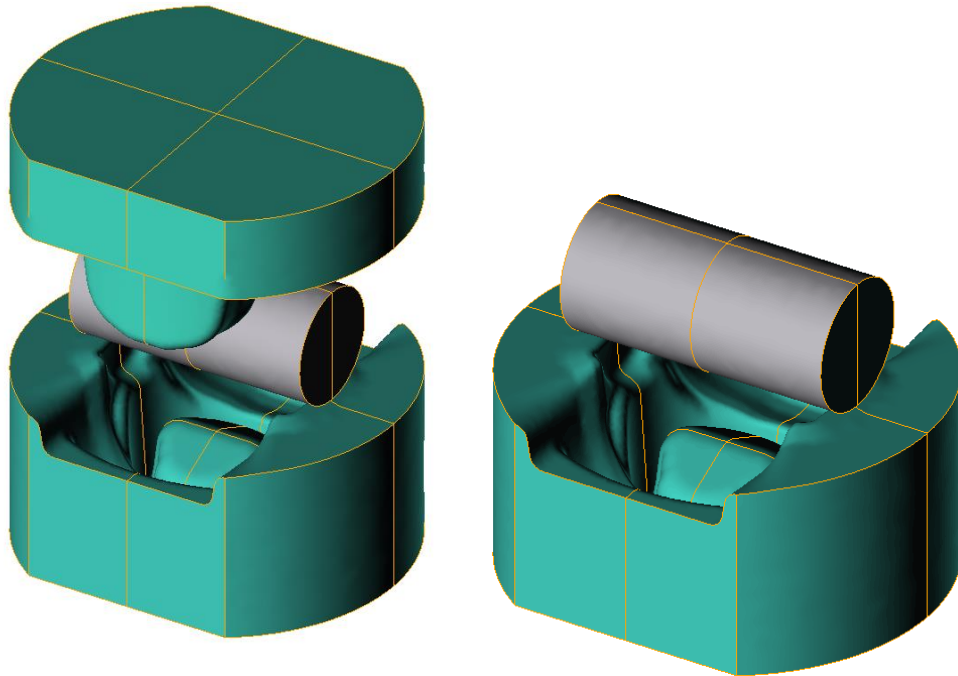
# A végeselemes modellezés alapjai



A végeselemes módszer a legegyszerűbbtől a legösszetettebb alakításig alkalmazható



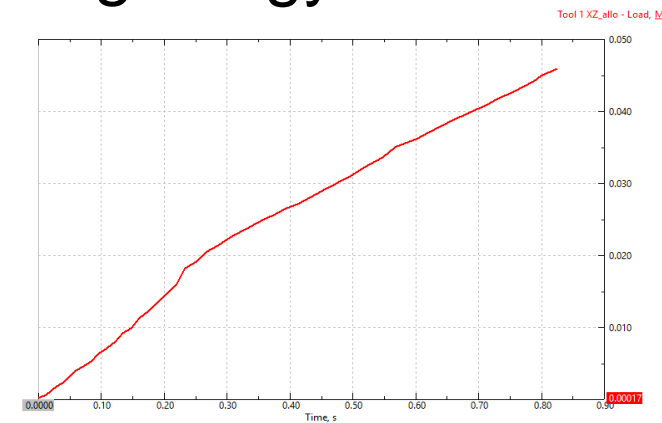
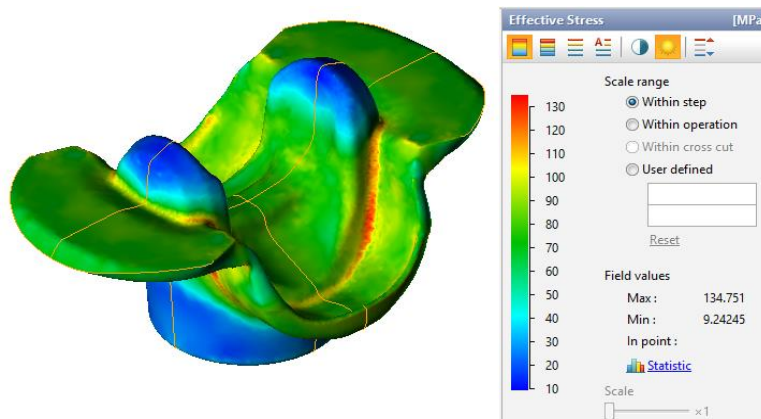
## A VEM előnyei



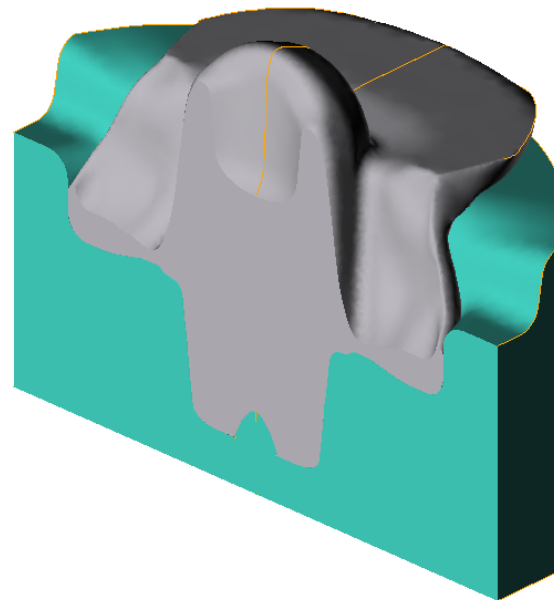
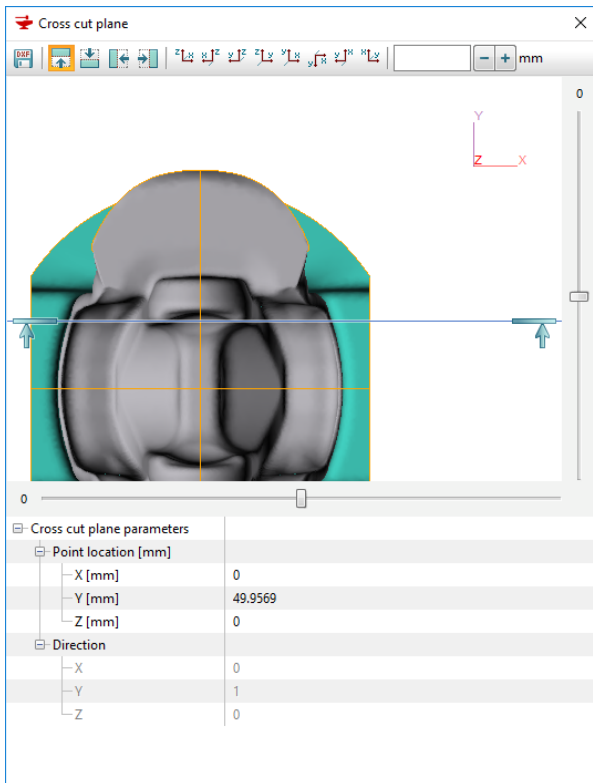
- Bármilyen geometriájú test vizsgálható
- A folyamat során bármelyik időpillanatban vizsgálhatjuk a munkadarabot és szerszámokat
- Nemcsak a végállapot vizsgálható, hanem a folyamat lefutása is
- Átfogóbb képet lehet alkotni velük az alakítás folyamatáról
- Olcsó
- Csökkenti a szerszámtervezési hiba kockázatát

# A VEM előnyei

- Sok esetben olyan hibákra deríthet fényt, amelyeket az alap számítások nem tudnak kimutatni
- Erő - elmozdulás görbék is meghatározhatók
- A maradó feszültségek meghatározhatók
- A hőmérsékleti és alakváltozási tulajdonságok egyszerre vizsgálhatók



# A VEM előnyei



- Bármikor „bepillanthatunk” az anyag belsejébe
- Látványos bemutatók készítése

# A VEM hátrányai

- A szükséges szoftvert be kell szerezni
- A legtöbb esetben rengeteg változó előzetes ismerete szükséges
  - Van, amit csak előzetes mérések alapján tudhatunk
  - A nem, vagy nehezen mérhető értékeket közelítjük
- A legtöbb szimulációs szoftver nem tudja kezelni a speciális karaktereket, ékezeteket és szóközt, ezért ezek használatát kerülni kell!!!

á é í ó ö ő u ú ü ű ñ ç ϖ ϣ ϣ

- Szoftvertől függően a törtek megadása változhat

3,14

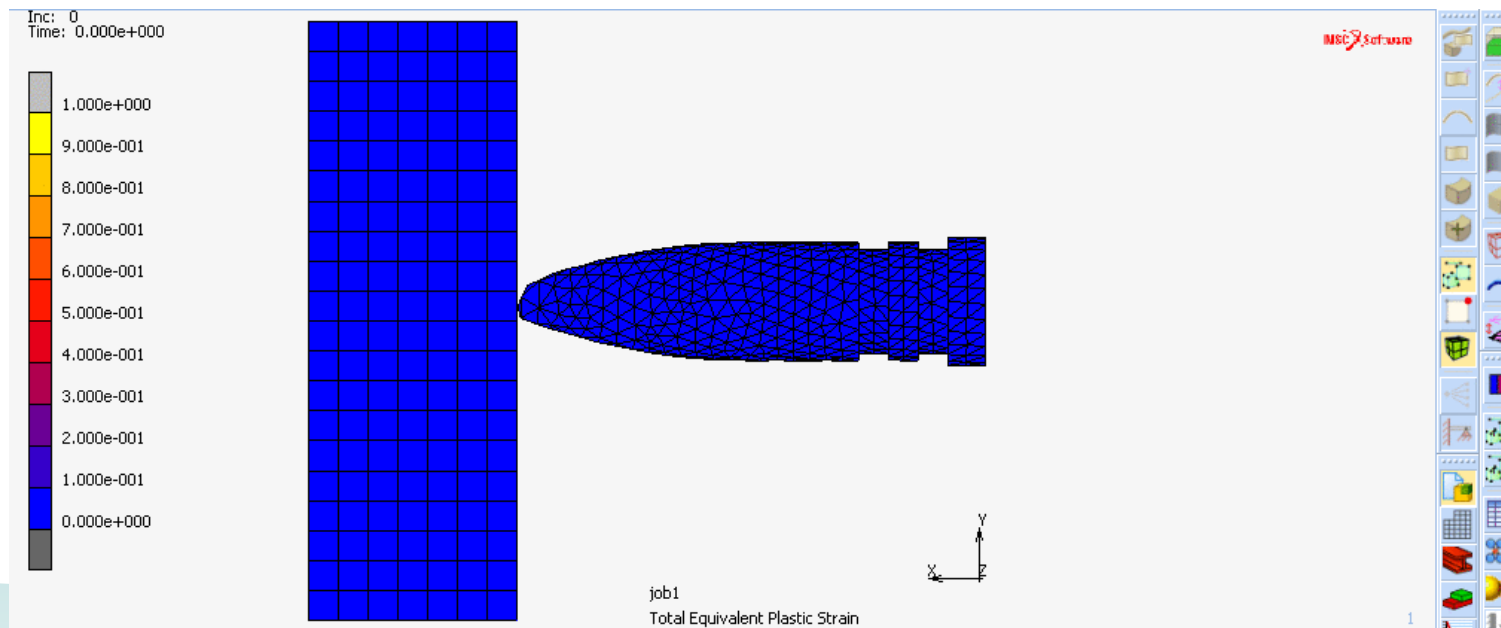
3.14

314e-2



# A VEM hátrányai

- A számítási modell(ek) a felhasználó számára sok esetben nem ismertek
- Mértékegységek megadása nem mindig egyértelmű
- Csak közelítjük a valóságot
- A kapott eredményeket mindig kritikusan kell kezelni!



1. Geometria szerkesztése majd kimentése STL-be
2. Geometria beolvasása majd elhelyezése a térben
3. Hálózás
4. Anyagok hozzáadása
5. Gép típusának megadása
6. Súlylódás hozzáadása
7. A szerszámok és munkadarab hőmérsékletének megadása
8. Érintkezések megadása
9. Szerszám elmozdulásának beállítása valamint a lépéstípusok kiválasztása
10. Ellenőrzés
11. Futtatás
12. Kiértékelés

# QForm3D

- Speciális célprogram → „lebutított”
- Könnyű felhasználói kezelés
- A szükséges bemeneti információk jelentős részét beépítve tartalmazza
- Alapértelmezésben lineáris és logaritmikus modellek
  - nagyon gyorsan dolgozik
  - nem igényel erős gépet
- Felhasználóbarát megoldások
  - futtatás nem akad meg altatásnál, kikapcsolásnál
  - nehezen rontható el

# QForm-os végeselem

- 1\*. Projekt létrehozása, alakítótechnológia kiválasztása
2. Geometria szerkesztése majd kimentése ~~STL-be~~
  - használható még: **qshape**, **qmesh3d**, **stp**, **step**, **dxg**, **ntl**, **pda**, **unv**, **stl**, **nas**, **nastran**, **qmesh2d**
3. Geometria beolvasása majd elhelyezése a térben
  - a szerszámok mozgásától függően automatikusan képes igazítani magát
  - definiálni kell, mi számít szerszámnak, és mi munkadarabnak
4. ~~Hálózás~~
5. Anyagok hozzáadása
6. Gép típusának megadása
7. Súrlódás hozzáadása

# QForm-os végeselem

A szerszámok és munkadarab hőmérsékletének megadása

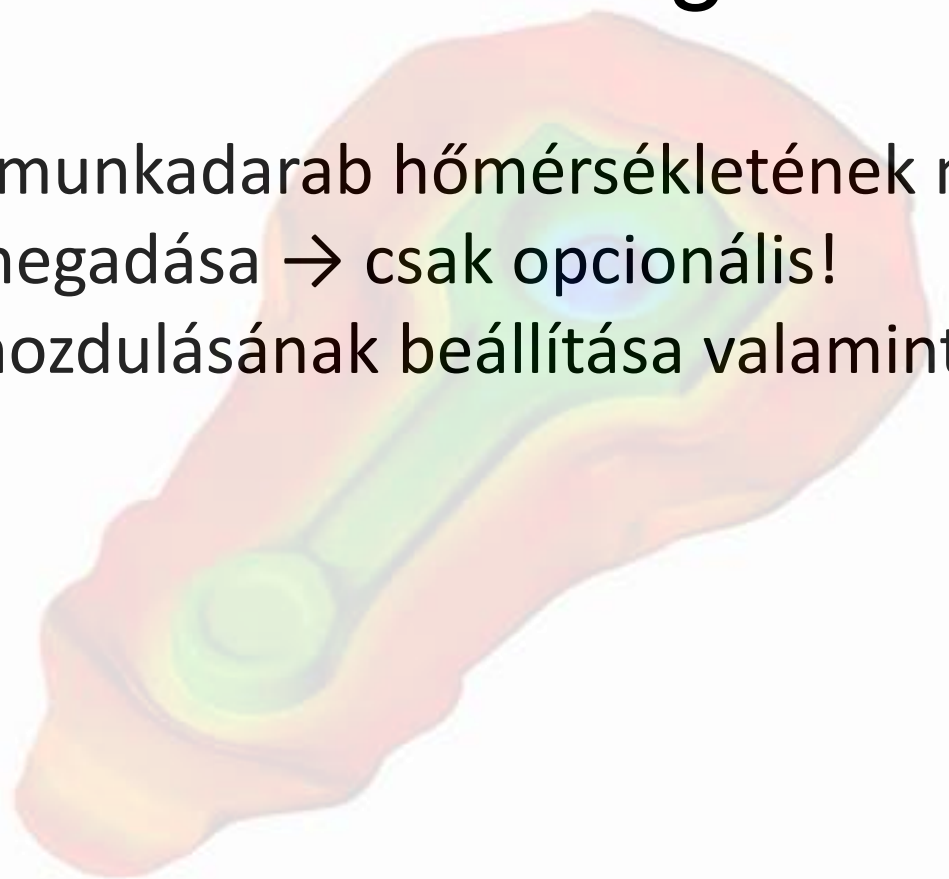
9. Érintkezések megadása → csak opcionális!

10. Szerszám elmozdulásának beállítása valamint a lépéstípusok kiválasztása

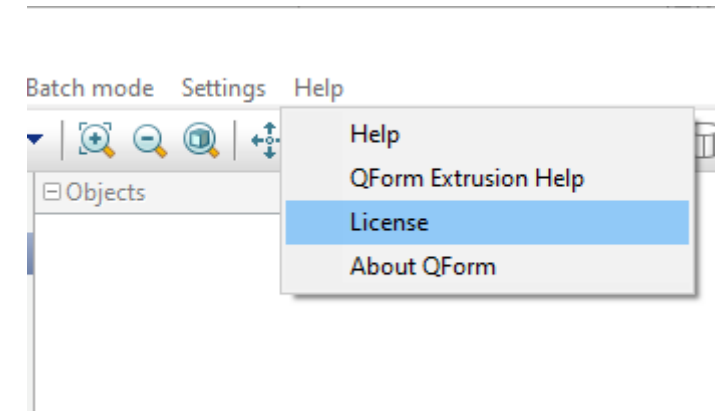
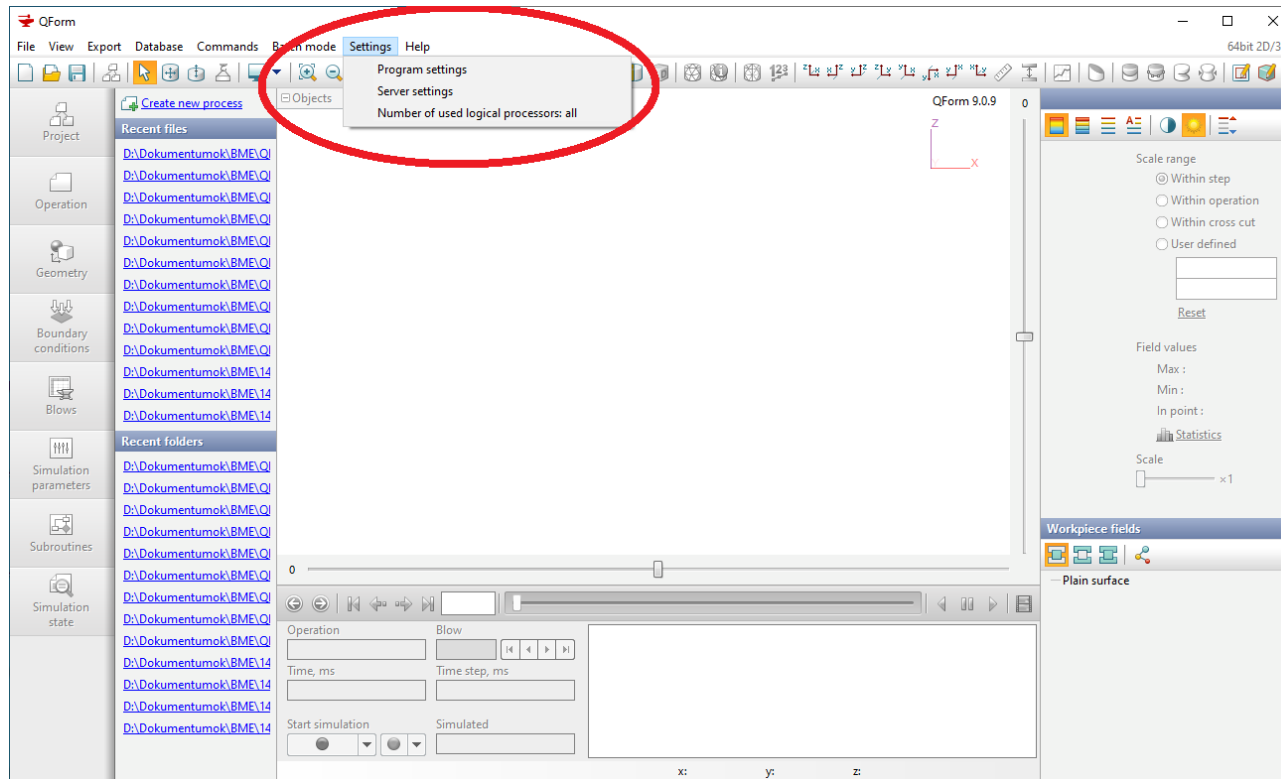
11. Ellenőrzés

12. Futtatás

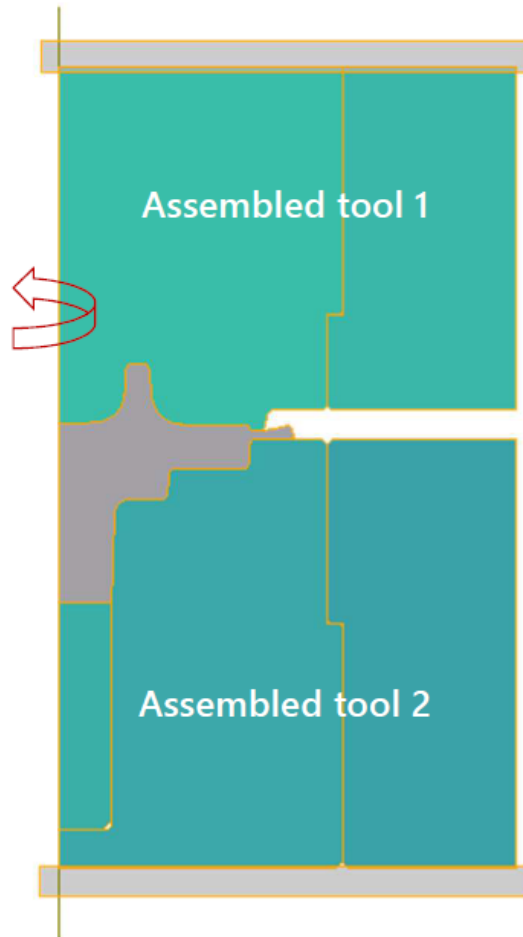
13. Kiértékelés



# Telepítés és licensz

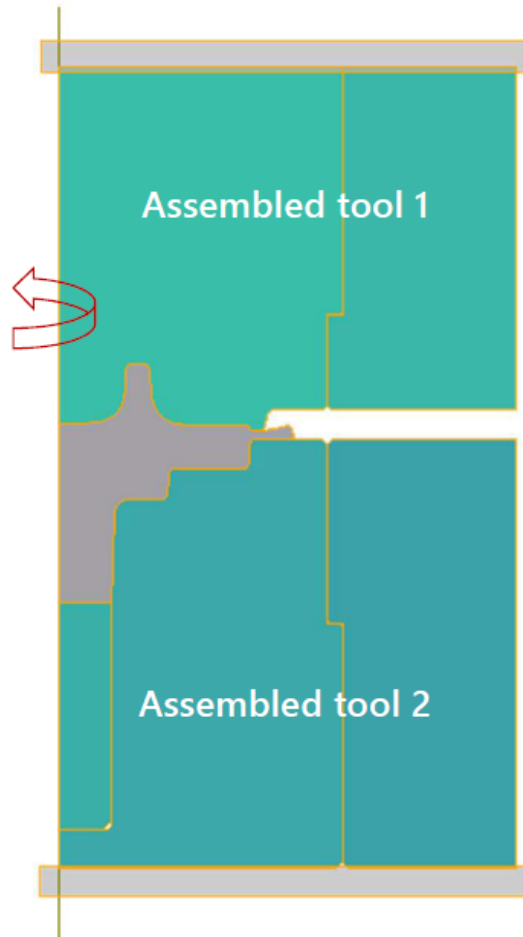


# Task #1



| Geometry               |                  |
|------------------------|------------------|
| File                   | Task#1.dxf       |
| Workpiece              |                  |
| Material               | C22 (DIN)        |
| Initial temperature    | 1200 °C          |
| Cooling while in tools | 2 sec            |
| Cooling in air         | 5 sec            |
| Tools                  |                  |
| Material               | H13 (AISI)       |
| Initial temperature    | 200 °C           |
| Lubricant              | Graphite + water |
| Machine                |                  |
| Mechanic press         | 6,3 MN           |
| Stop condition         |                  |
| Distance of tools      | 3 mm             |

# Task #1



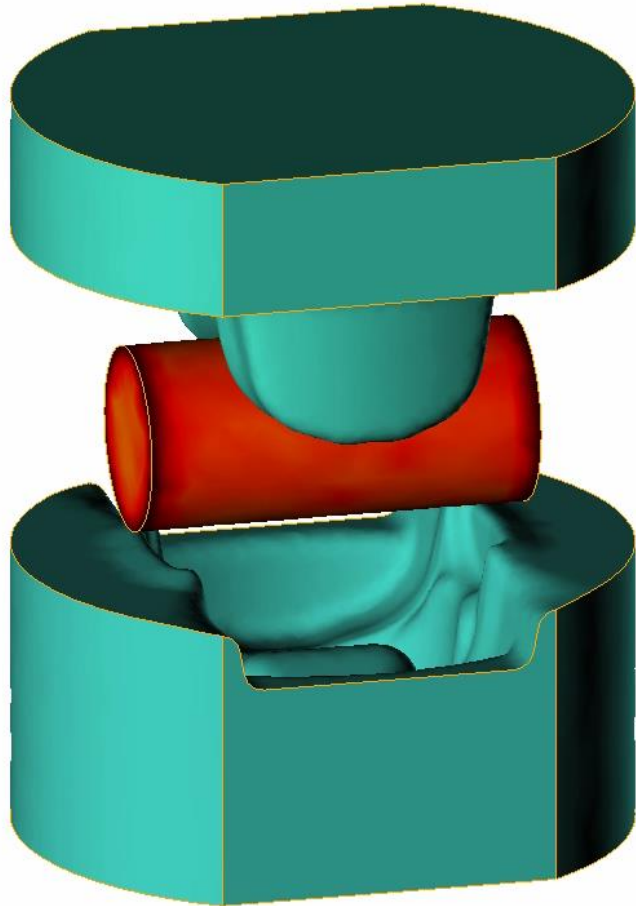
- Create simulation step by step
- Save file
- Run simulation

After a successful run:

- Zoom in and out
- Create 3D from 2D
- Check whether stop condition fulfilled
- Plot tool loads according to time
- Make a video using simulation results

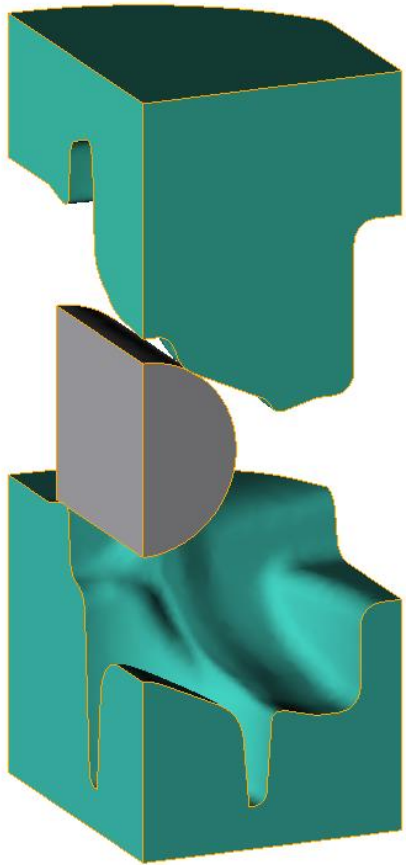


# Task #2



| <b>Geometry</b>        |                    |
|------------------------|--------------------|
| File                   | task#2_full.qshape |
| <b>Workpiece</b>       |                    |
| Material               | C22 (DIN)          |
| Initial temperature    | 1200 °C            |
| Cooling while in tools | 2 sec              |
| Cooling in air         | 5 sec              |
| <b>Tools</b>           |                    |
| Material               | H13 (AISI)         |
| Initial temperature    | 200 °C             |
| Lubricant              | Graphite + water   |
| <b>Machine</b>         |                    |
| Mechanic press         | 16 MN              |
| <b>Stop condition</b>  |                    |
| Distance of tools      | 4 mm               |

## Task #2

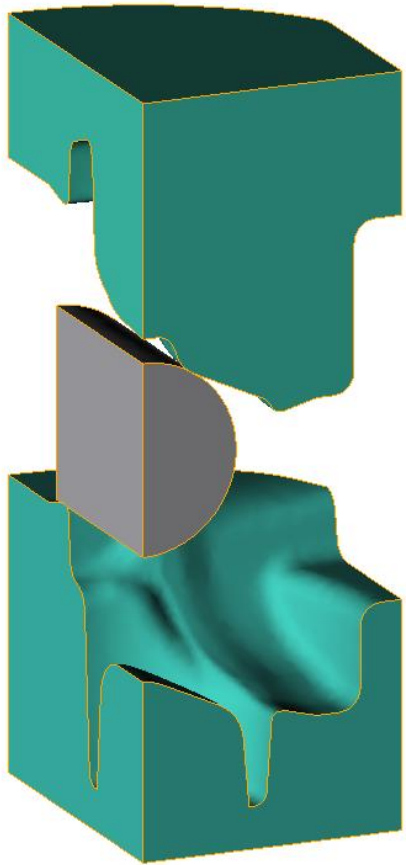


- Create simulation step by step
- Save file
- Run simulation
- Stop simulation
- Project structure

After a successful run:

- Check stop conditions
- Check meshing information and applied mesh
- Create a simplified simulation to reduce calculation time
- Symmetry options
- Compare simulations

## Task #2



- Find initial and final elements of workpiece
- Evaluate tool movements
- Show temperature field
- Show plastic strain field
- Show strain rate field
- Compare simulations
- Create the animation of the simulation
- Save the temperature distribution in workpiece at a given moment (statistics)

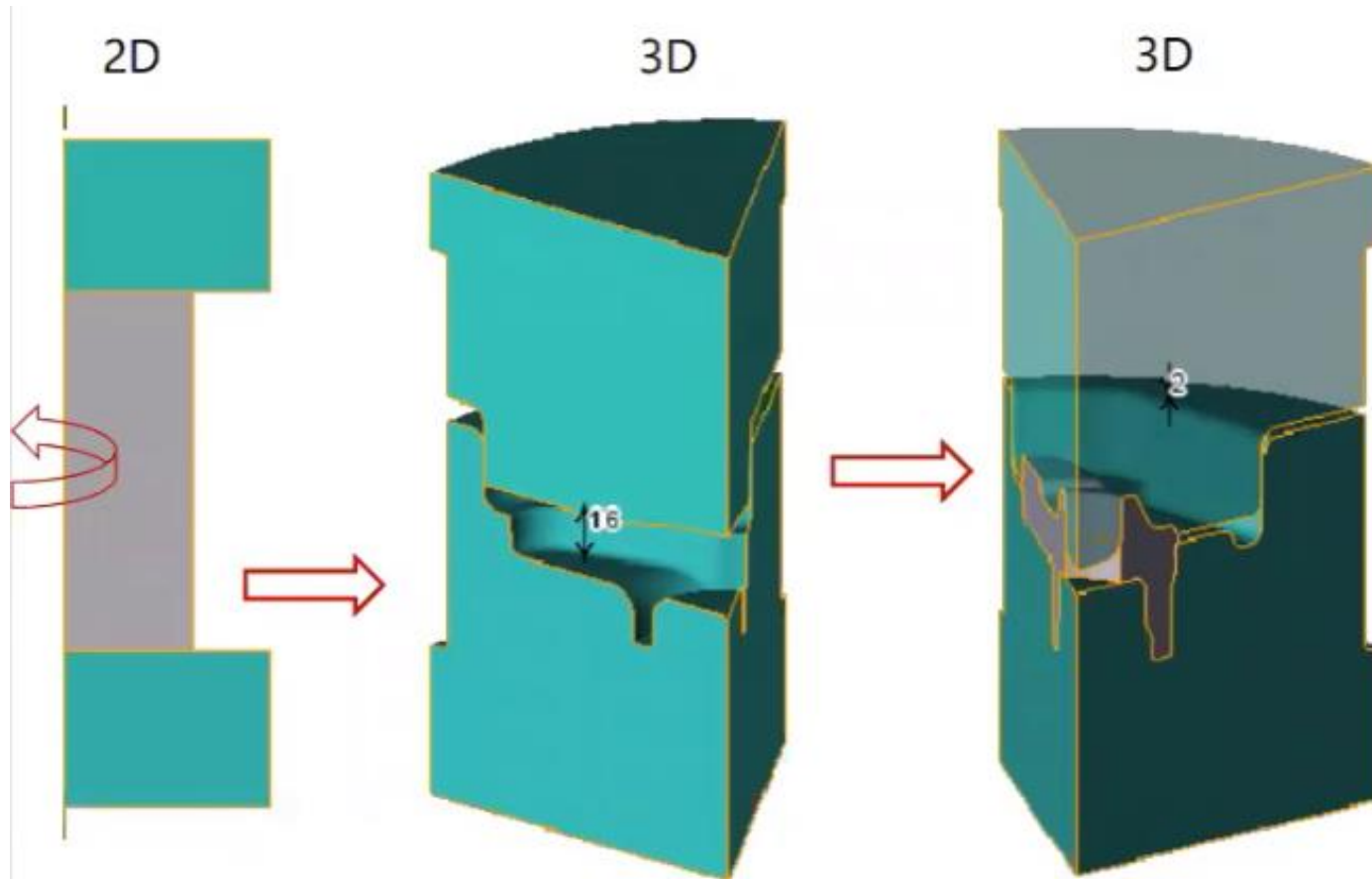
# Qform kurzus

2. alkalom

Operations, tracked lines, 2D into 3D

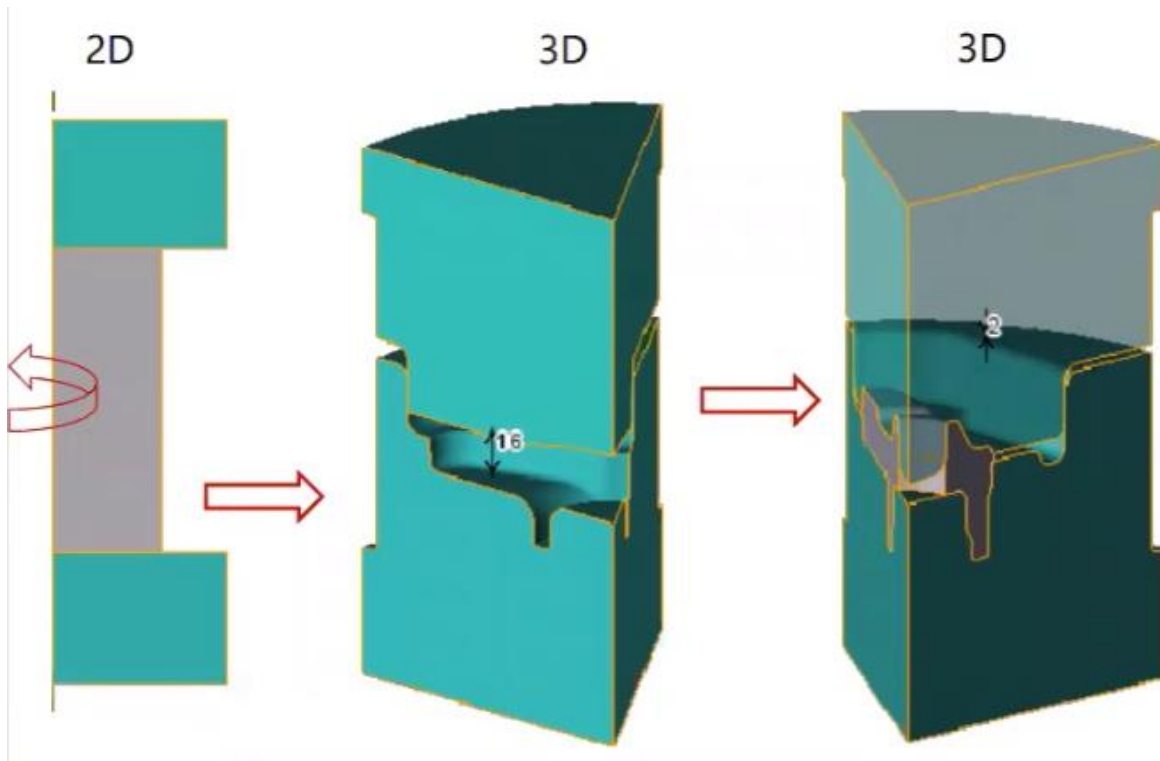
Renkó József  
renko.jozsef@edu.bme.hu

# Task #3



| Workpiece              |                  |
|------------------------|------------------|
| Material               | C45 (DIN)        |
| Initial temperature    | 1200 °C          |
| Cooling while in tools | 2 sec            |
| Cooling in air         | 5 sec            |
| Tools                  |                  |
| Material               | L6 (AISI)        |
| Initial temperature    | 200 °C           |
| Lubricant              | Graphite + water |
| Machine                |                  |
| Mechanic press         | 10 MN            |
| Stop condition         |                  |
| Distance of tools (O1) | 48 mm            |
| Distance in point (O2) | 16 mm            |
| Distance of tools (O3) | 2 mm             |

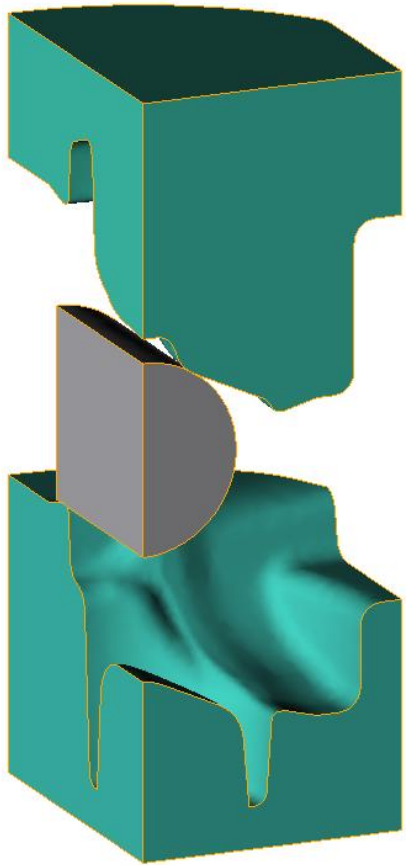
# Task #3



| Tools               |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| Material            | L6 (AISI)                        |
| Initial temperature | 200 °C                           |
| Lubricant           | <a href="#">Graphite + water</a> |
| Machine             |                                  |
| Mechanic press      | 6,3 MN                           |

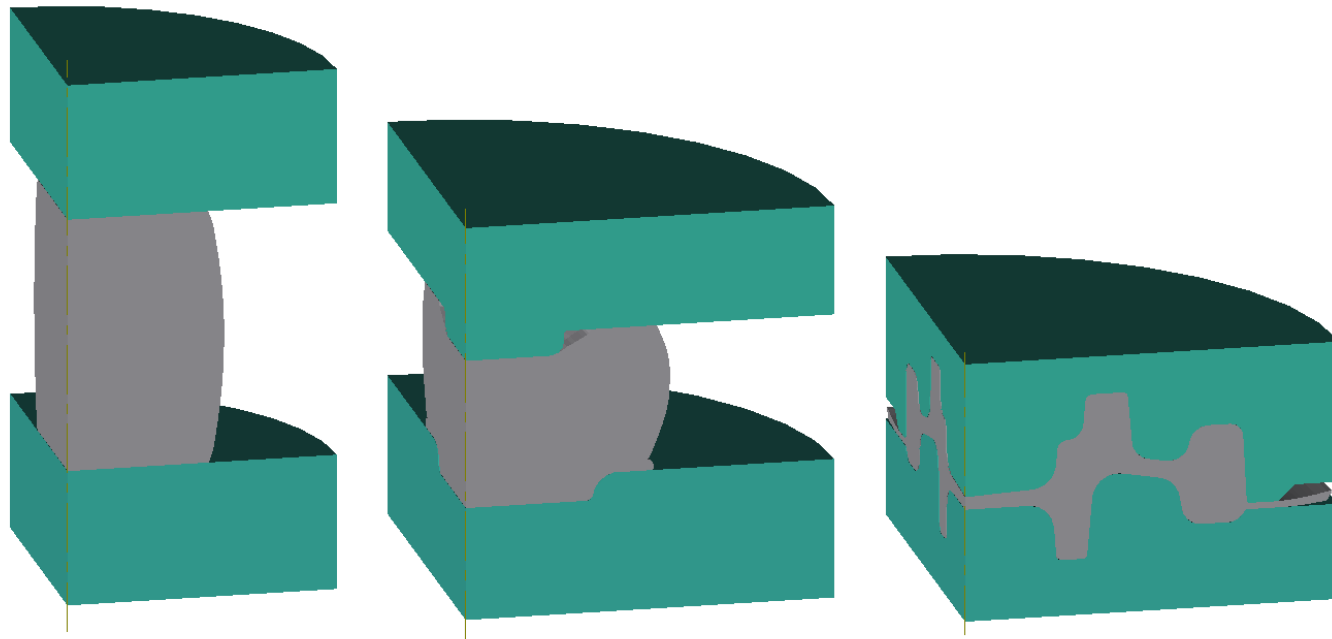
- Create 1st Operation
- Use results to create 2nd Operation
- Create 3rd Operation
- Create the copy of Project
- Remake 3rd Operation with trim

## Task #3



- Contact nodes on surface
- Meshing of workpiece
- Create the animation of the whole process
- Export final workpiece geometry
- Create tracked lines and undersurface flow lines
- Execute tracking
- Evaluate results

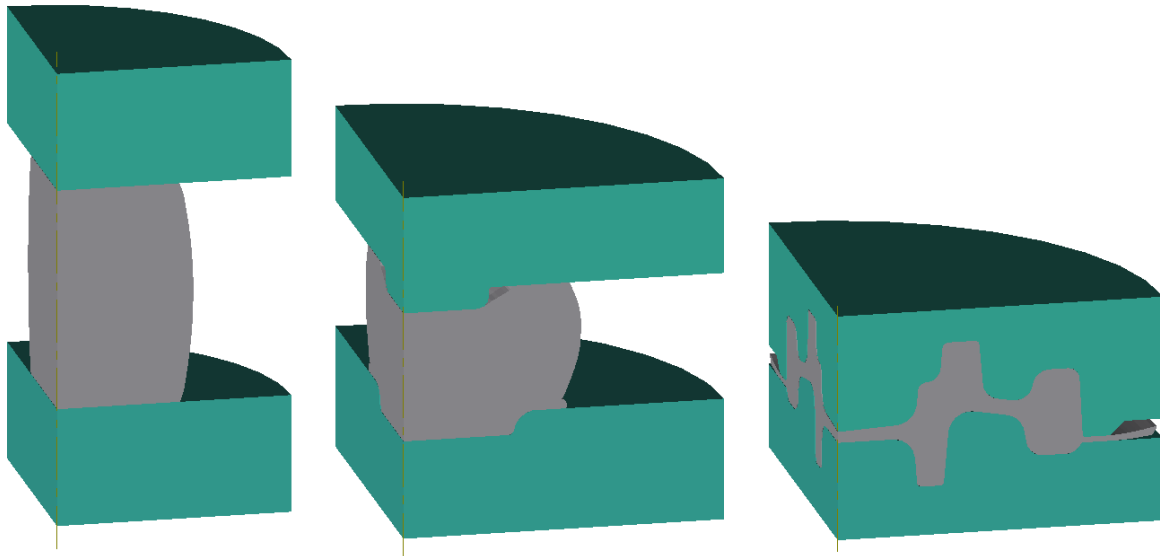
# Task #4



| <b>Workpiece</b>         |             |
|--------------------------|-------------|
| Material                 | AlMgSi1     |
| Initial temperature (P1) | 450 °C      |
| Initial temperature (P2) | 20 °C       |
| <b>Tools</b>             |             |
| Material                 | 5140        |
| Initial temperature (P1) | 200 °C      |
| Initial temperature (P2) | 20 °C       |
| Lubricant                | Mineral oil |
| <b>Machine</b>           |             |
| Mechanic press           | 10 MN       |
| <b>Stop conditions</b>   |             |
| Distance of tools (O1)   | 80 mm       |
| Distance in point (O2)   | 46 mm       |
| Distance in point (O3)   | 2 mm        |



## Task #4



- Create all Operations
- Create the copy of Project
- Modify to cold forming simulation
- Compare results to each other
- Apply modified model in 2nd operation
- Run new simulation
- Compare new results
  
- Apply parametric stop condition for hot forming Operation 1
- Compare simulation results

# Task #5



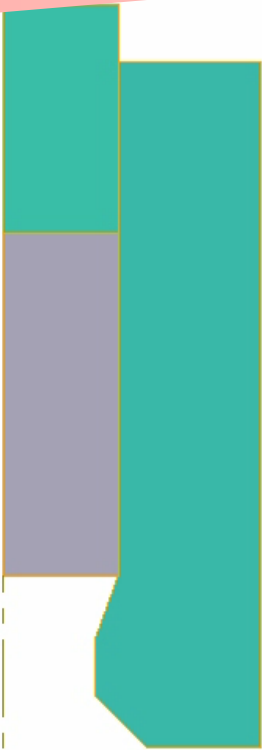
| <b>Geometry</b>       |                               |  |                         |
|-----------------------|-------------------------------|--|-------------------------|
| File                  | 1.a reduction 2D INC_GEOM.dxf | 1.b reduction 2D friction analysis.dxf | 1.c reduction 2D QDRAFT |
| <b>Workpiece</b>      |                               |  |                         |
| Material              | AlMgSi1                       | AlMgSi1                                | AlMgSi1                 |
| Initial temperature   | 20 °C                         | 20 °C                                  | 20 °C                   |
| <b>Tools</b>          |                               |  |                         |
| Material              | 5140                          | 5140                                   | 5140                    |
| Initial temperature   | 20 °C                         | 20 °C                                  | 20 °C                   |
| Lubricant             | Unlubricated                  | No friction                            | Unlubricated            |
| <b>Machine</b>        |                               |  |                         |
| Mechanic press        | 10 MN                         | 10 MN                                  | 10 MN                   |
| <b>Stop condition</b> |                               |  |                         |
| Distance of tools     | 10 mm                         | 2 mm                                   | 2 mm                    |

## Task #5



- Create and run 1.a simulation
- Define new friction model
- Evaluate contact nodes
- Change mesh parameters in contact zones
- Create 1.b and 1.c simulations
- Preset mesh parameters in contact zones
- Run 1.b and 1.c simulations
- Evaluate contact nodes
- Compare different friction cases
- Solve simulation 1.b and 1.c using variables

# Task #6



| <b>Geometry</b>       |                                |  |                               |  |
|-----------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|--|
| File                  | 2. forward extrusion<br>2D.dxf | 3.a backward extrusion<br>INC_TOOL.dxf | 3.b backward<br>extrusion.dxf | 3.c wall reduction after<br>backward extrusion.dxf |
| <b>Workpiece</b>      |                                |  |                               |  |
| Material              | AlMgSi1                        | AlMgSi1                                | AlMgSi1                       | AlMgSi1  |
| Initial temperature   | 20 °C                          | 20 °C                                  | 20 °C                         | 20 °C  |
| <b>Tools</b>          |                                |  |                               |  |
| Material              | 5140                           | 5140                                   | 5140                          | 5140   |
| Initial temperature   | 20 °C                          | 20 °C                                  | 20 °C                         | 20 °C  |
| Lubricant             | Unlubricated                   | No friction                            | Unlubricated                  | Unlubricated                                       |
| <b>Machine</b>        |                                |  |                               |  |
| Mechanic press        | 10 MN                          | 10 MN                                  | 10 MN                         | 10 MN  |
| <b>Stop condition</b> |                                |  |                               |  |
| Distance of tools     | 25 mm                          | 10 mm                                  | 10 mm                         | 40 mm  |

## Task #6



- Create and run simulation 2
- Compare force-distance curves with reduction from task #5
- Create 3.a and 3.b simulations
- Compare force-distance curves to each other
- Run 3.c simulation
- Find the proper settings to finish reduction process

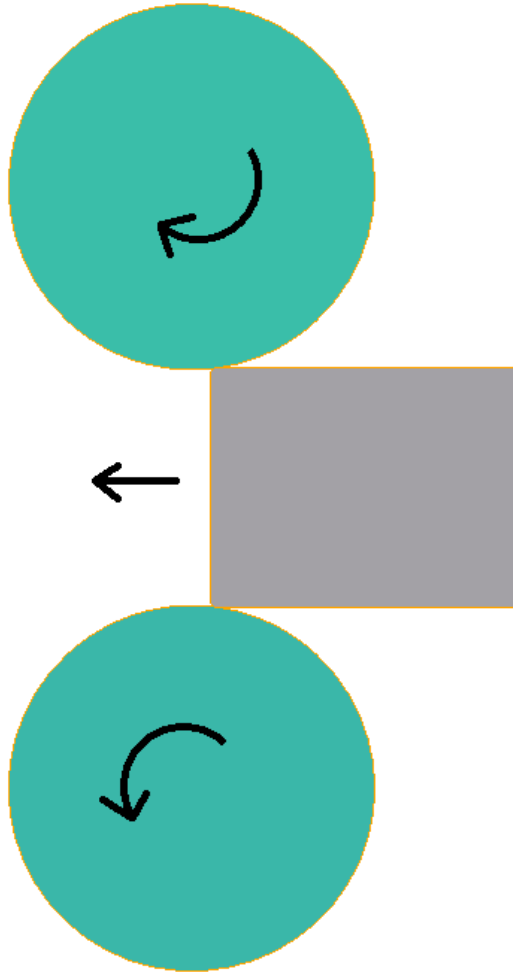
# Qform kurzus

3. alkalom

Meshing, rotating movements and boundary conditions

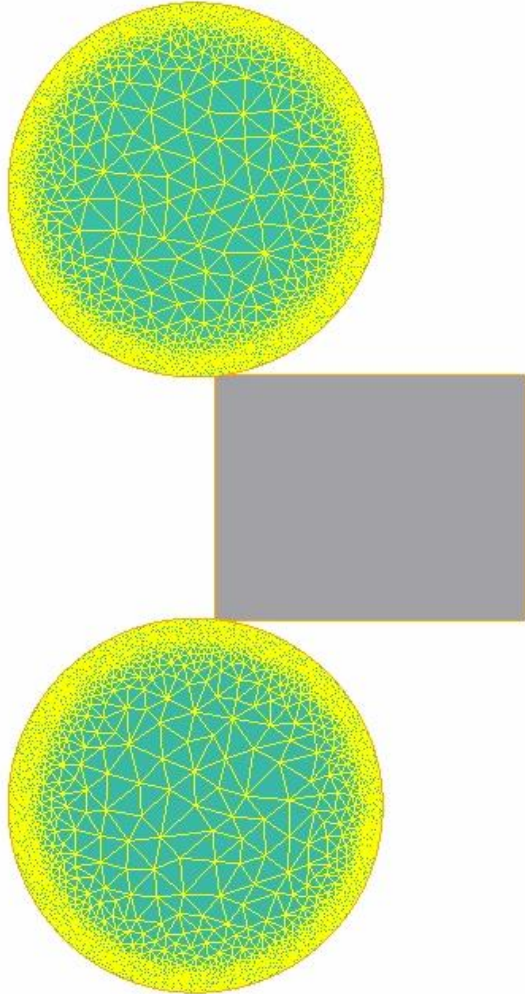
Renkó József  
renko.jozsef@edu.bme.hu

# Task #7



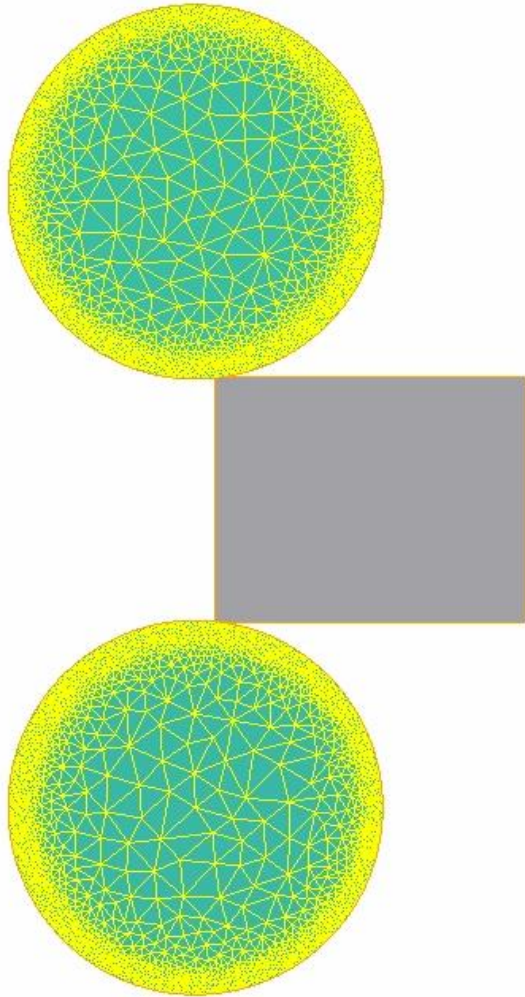
| Geometry            |                    |
|---------------------|--------------------|
| File                | Task#7.dxf         |
| Workpiece           |                    |
| Material            | AA 6082 (AISI)     |
| Initial Temperature | 500 °C             |
| Length              | 1220 mm            |
| Tools               |                    |
| Material            | 1.2510             |
| Lubricant           | 0.95 (Siebel/Kudo) |
| Initial Temperature | 200 °C             |
| Rotation axes       |                    |
| Upper roll          | Z = 740 mm         |
| Lower roll          | Z = -740 mm        |

# Task #7



| Rolling steps |          |                   |                   |
|---------------|----------|-------------------|-------------------|
| #             | Velocity | Distance of rolls | Movement of rolls |
| 1             | 93 rpm   | 580 mm            | -                 |
| 2             | 103 rpm  | 563 mm            | -8,5 (x2)         |
| 3             | 108 rpm  | 543 mm            | -18,5 (x2)        |
| 4             | 105 rpm  | 393 mm            | -75 (x2)          |

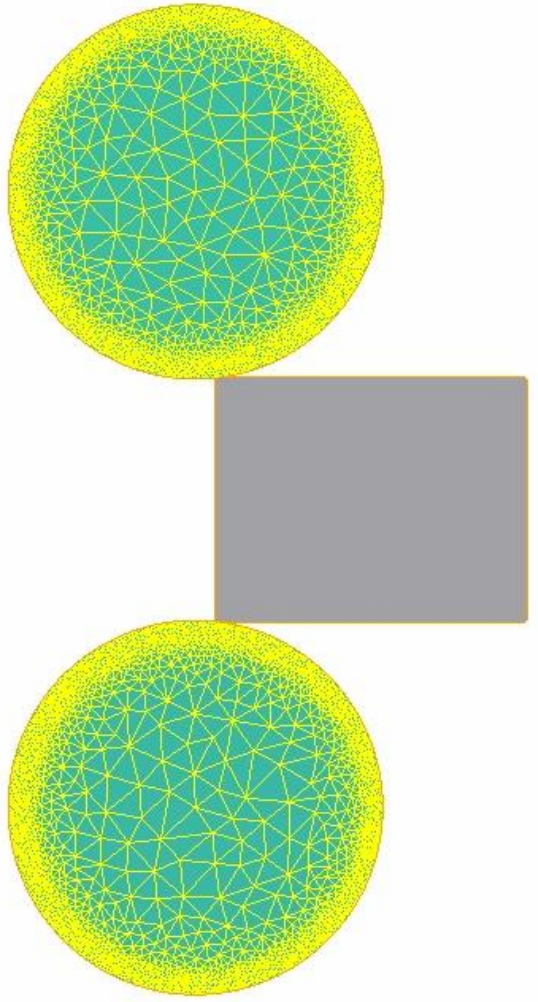




## Task #7

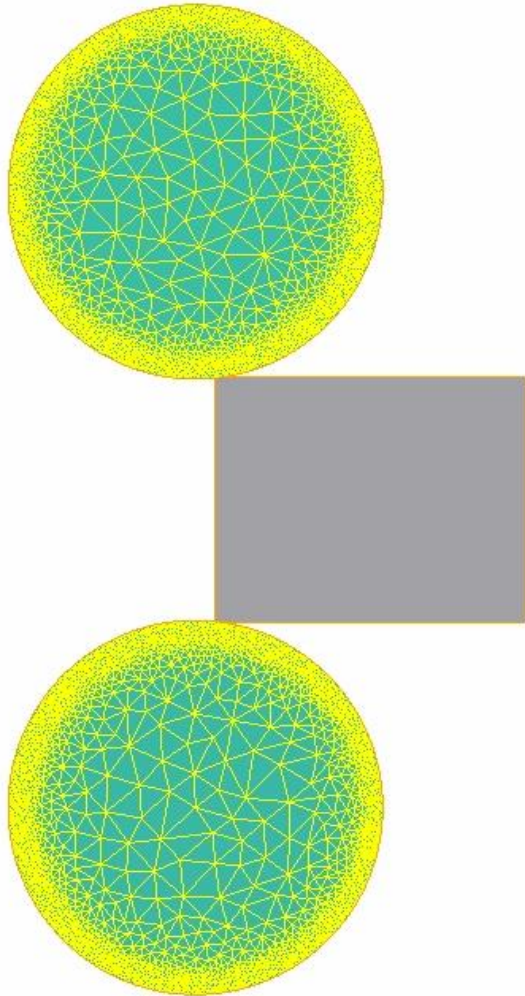
- Create 1st Operation
- Define stop conditions
- Run simulation
- Modify boundary conditions if necessary
- Create 2nd Operation
- Calculate tool movements
- Run simulation
- Create and run 3rd and 4th Operations
- Evaluate results and modify simulation if necessary
- Save workpiece final geometry

# Task #7



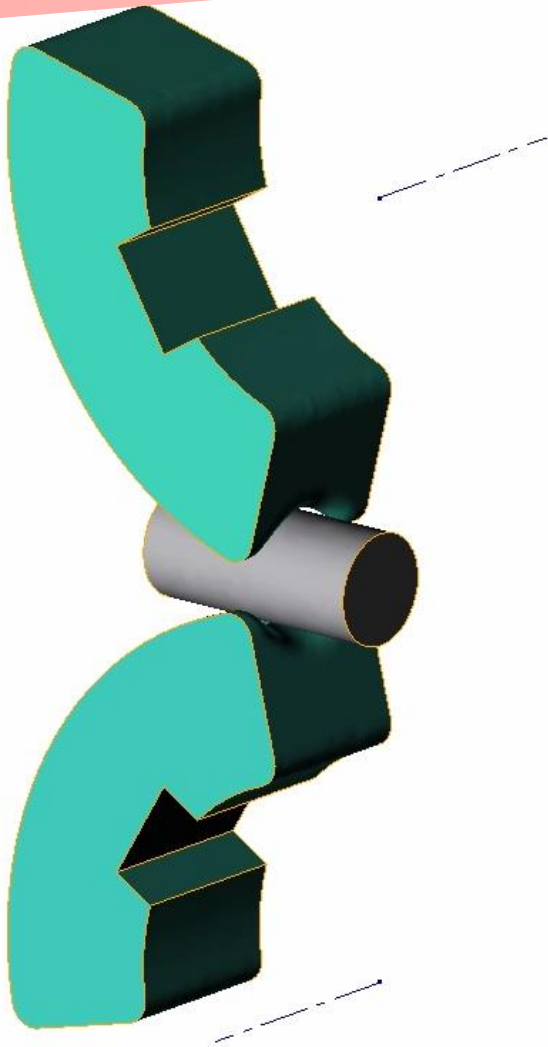
| Rolling steps |          |                   |                   |
|---------------|----------|-------------------|-------------------|
| #             | Velocity | Distance of rolls | Movement of rolls |
| 1             | 93 rpm   | 580 mm            | -                 |
| 2             | 103 rpm  | 563 mm            | -8,5 (x2)         |
| 3             | 108 rpm  | 543 mm            | -18,5 (x2)        |
| 4             | 108 rpm  | 543 mm            | -45 (x2)          |
| 5             | 105 rpm  | 393 mm            | -30 (x2)          |

## Task #7



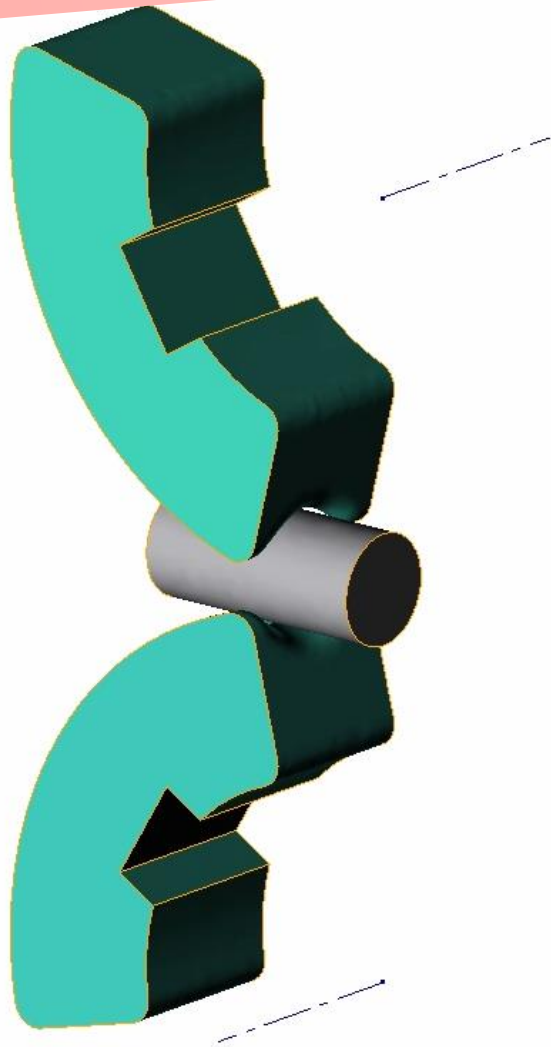
- Evaluate force and plastic strain in different operations
- Create 3D simulation of the 1st rolling step as new process
- Define new stop conditions
- Apply volumetric boundary conditions (not „only for surface”)
- Run simulation

# Task #8



| Workpiece             |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Material              | AA 6082 (AISI)         |
| Initial Temperature   | 500 °C                 |
| Tools                 |                        |
| Material              | 55NiCroMoV7            |
| Lubricant             | Mineral Oil + Graphite |
| Temperature           | 200 °C                 |
| Rotation axes         |                        |
| Upper roll            | Z = 159 mm             |
| Lower roll            | Z = -159 mm            |
| Full rotation (Op. 1) | 30 °                   |
| Full rotation (Op. 2) | 60 °                   |

## Task #8



- Create Operation 1 for simulation of Task#8
- Use only one tool drive for both tools
- Create Operation 2 using simulation results of previous operation
- Check workpiece positioning in Operation 2
- Use Task#8\_mod.stp and create the same simulation making both steps at the same time
- Rotate workpiece at 90° after step 1
- Compare tool loads finishing one or two steps at once

# Qform kurzus

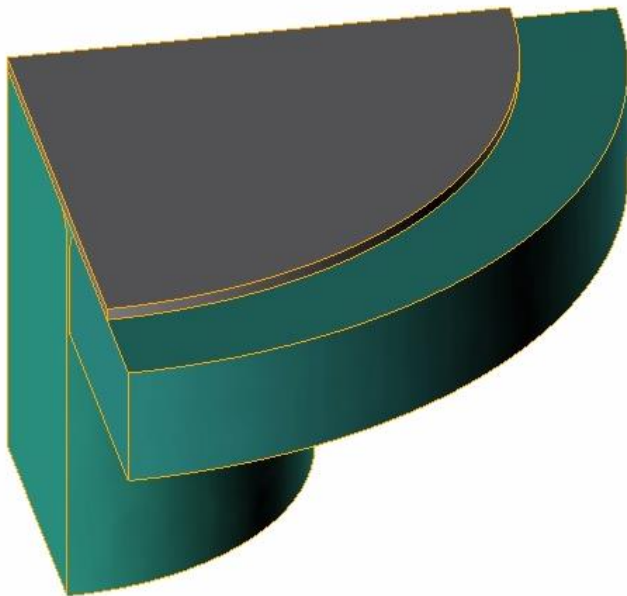
4. alkalom

Materials and complex tool movements

Renkó József

renko.jozsef@edu.bme.hu

# Task #9



| <b>Workpiece</b>       |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| Material               | C10 (defined later)         |
| Initial Temperature    | 20 °C                       |
| <b>Tools</b>           |                             |
| Material               | 1.2343 (for extrusion)      |
| Lubricant              | Mineral oil (defined later) |
| Temperature            | 20 °C                       |
| <b>Stop conditions</b> |                             |
| Tool stroke (Op. 1)    | 65 mm                       |
| Tool stroke (Op. 2)    | 90 mm                       |

# Task #9

| Lubricant                 |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| Friction law              | Coulomb                     |
| Friction coefficient      | 0,1                         |
| Heat transfer coefficient | 50000 W/(m <sup>2</sup> *K) |

| Material             |                        |
|----------------------|------------------------|
| Material             | C10 (from database)    |
| Initial Temperature  | 20 °C                  |
| Density              | 7800 kg/m <sup>3</sup> |
| Thermal conductivity | 50 W/(m*K)             |
| Specific heat        | 500 J/(kg*K)           |
| Young modulus        | 200 GPa                |
| Poisson ratio        | 0,13                   |
| Anisotropy           |                        |
| R0                   | 0,9                    |
| R45                  | 0,8                    |
| R90                  | 1,5                    |

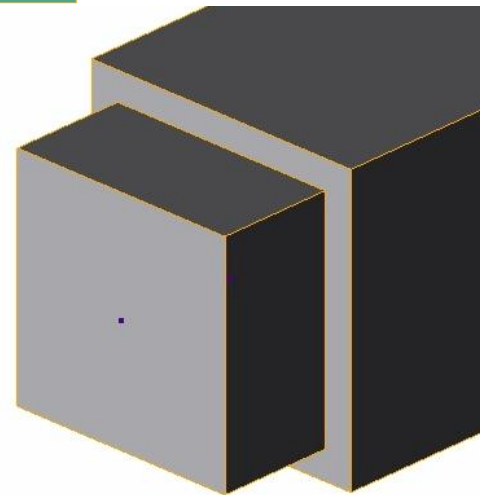
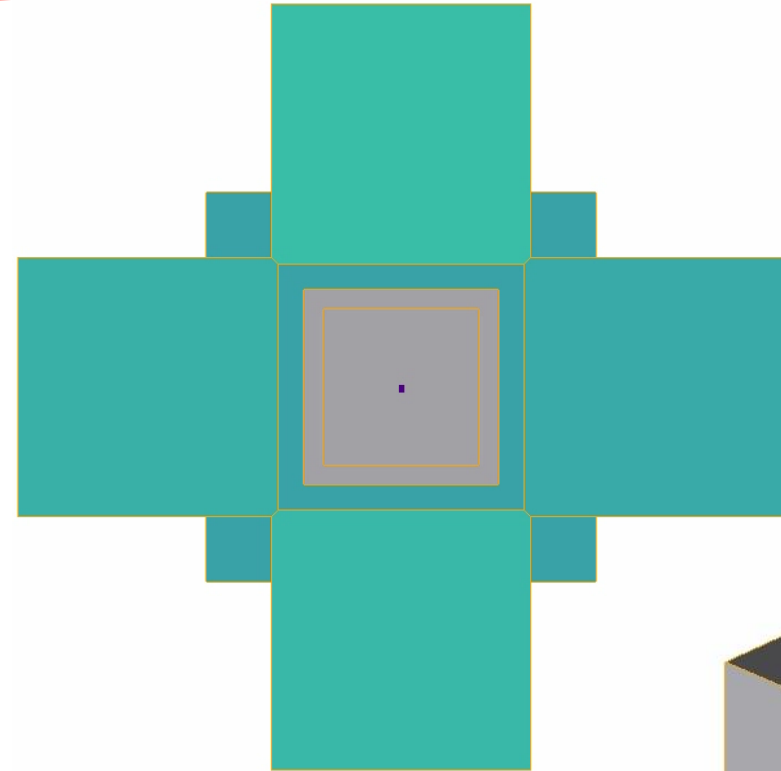


## Task #9

- Create 2D simulation of deep drawing Op. 1
- Use own defined material model and lubricant
- Modify tool distances to reduce chance of rupture
- Create Operation 2 with auto positioning
- Create Operation 2 with manual positioning
- Evaluate positionings
- Apply anisotropy
- Run simulation
- Create 3D simulation of Operation 1 with anisotropy
- Use only 2 tools and apply boundary condition to evade crease
- Evaluate anisotropy results



# Task #10



| Workpiece              |                        |
|------------------------|------------------------|
| Material               | CuE                    |
| Initial Temperature    | 28 °C                  |
| Tools                  |                        |
| Material               | 1.2343 (for extrusion) |
| Lubricant              | Unlubricated           |
| Temperature            | 20 °C                  |
| Tool movements         |                        |
| Tool stroke            | 2,5 mm                 |
| Number of tool strokes | 5 - 5                  |

# Task #10

- Create 2D simulation of multi-axial forging
- Put tool movements into an excell file and import it
- Run simulation
- Create undersurface flow lines
  
- Create 3D simulation of multi-axial forging
- Run simulation
- Create tracked points, lines and undersurface flow lines
- Export fields into excell