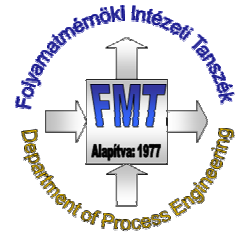




VIII. Alkalmazott Informatika Konferencia

Kaposvári Egyetem

2010. január 22.



Szakaszos gyártócella szimulációja

Balaton Miklós Gábor
Nagy Lajos, Szeifert Ferenc

Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék

Pannon Egyetem

Veszprém

Az előadás tartalma

- A szimulátorfejlesztés hajtóerői
- A modellezett rendszer bemutatása
- A felhasznált szimulációs eszköz rövid bemutatása
- A szimulátor létrehozása, illetve pontosításának folyamata

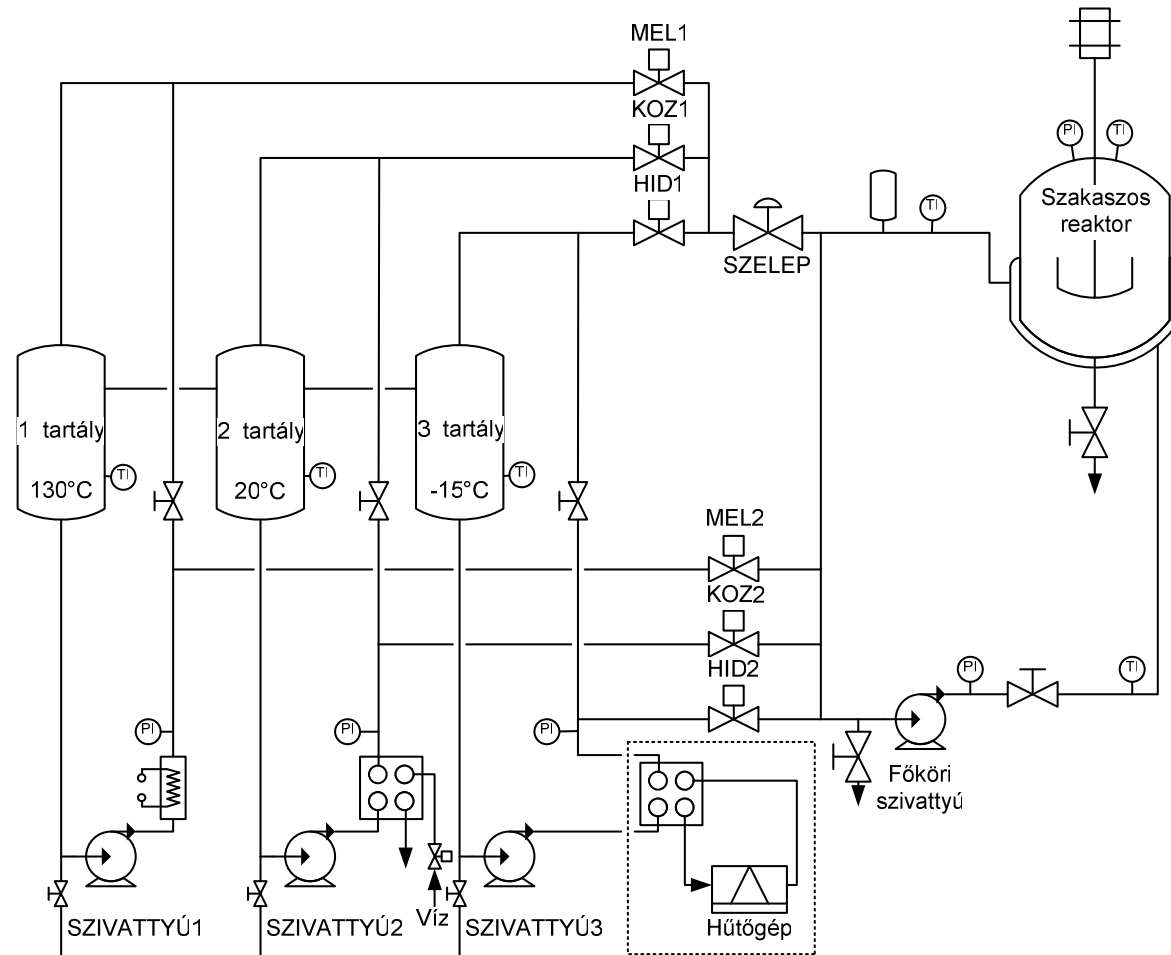
A szimulátorfejlesztés hajtóerői

- Szakaszos technológiák esetén rendkívül fontos a hőmérséklet pontos tartása
- A reaktorok hőmérsékletszabályozása általában a köpenyen keresztül történik
- Szakaszos reaktorok hőmérsékletének szabályozására több lehetőség is fennáll
 - Multifluid: Különböző minőségű közegek
 - Monofluid: Azonos közegek különböző hőmérsékleten

A szimulátorfejlesztés hajtóerői

- Mindkét esetben alkalmazhatnak 3 közeget → gazdaságosabb, viszont bonyolultabb szabályozás → szükséges a szabályozási algoritmusok költséghatékony tesztelése
- Szimulátorok nagyban segíthetik ezt a munkát
- További felhasználások:
 - Összekapcsolás a valós rendszer folyamatirányító rendszerével → OTS (Operator Training Simulator) → hallgatói laborok
 - Kezelői felületek tesztelése

A szakaszos gyártócella



A felhasznált szimulációs eszköz

- Honeywell: UniSim™ Design
- Az Aspentech HYSYS® szoftverének továbbfejlesztése
- 2005-ben adta ki a Honeywell az első szériáját
- A programcsomag stacioner és dinamikus szimulációt egyaránt lehetővé tesz
- A vegyipari üzemek ritkán működnek stacioner üzemben



tranziens állapotok vizsgálatára dinamikus szimulációs eszközökre van szükség

- Az UniSim™ Design koncentrált paraméterű modelleket használ, és a dinamikus megoldója szimultán egyenletorientált. („nyomásvezérelt” vagy „áramvezérelt”)

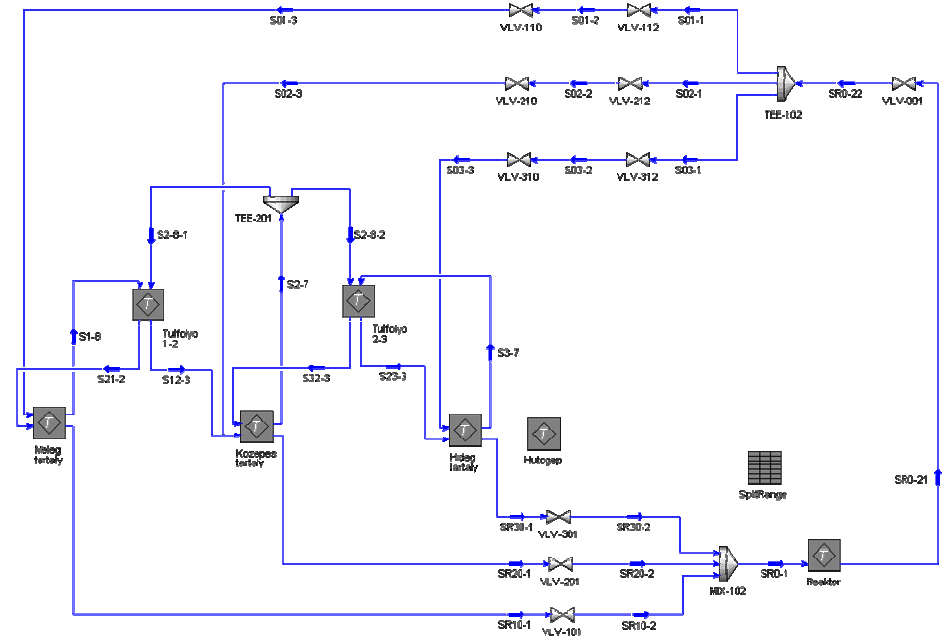
A szimulátor létrehozása

- A vegyiparban eddig elsősorban folyamatos technológiák szimulátorát készítették el
- Szakaszos technológiák dinamikus leképzése esetén a szimulációs programok korlátokkal rendelkeznek
- Köpenyes reaktor → UniSim™ Design programban nincs pontosan erre a célra alkalmazható modell → közelítő megoldás

A szimulátor létrehozása

A monofluidos termoblokk

- Az UniSim™ Design beépített modelljeivel a szakaszos gyártócella folyamatos, monofluidos része létrehozható volt
- A valós rendszer összes rendelkezésre álló adatát figyelembe véve készítettük el a szimulátort



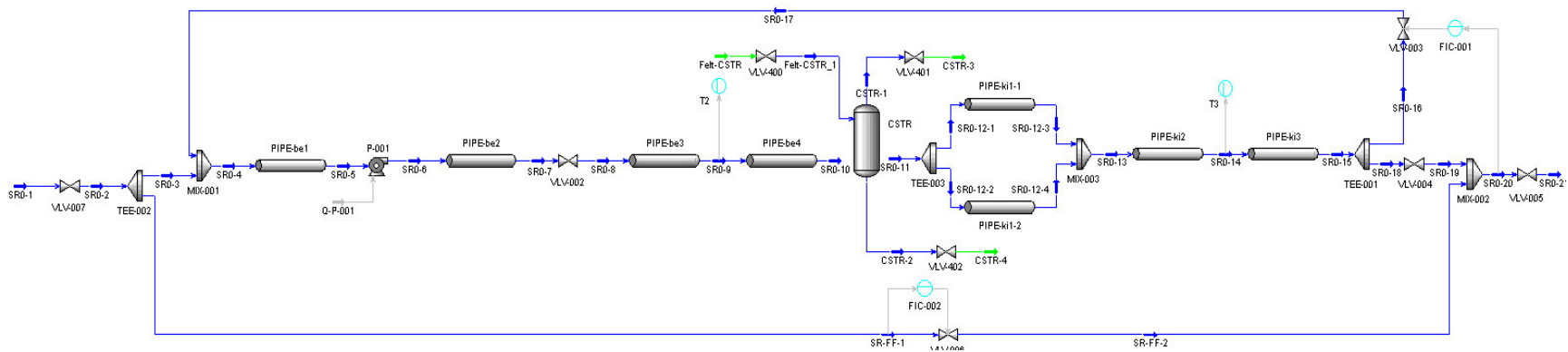
A szimulátor létrehozása

I. reaktormegoldás

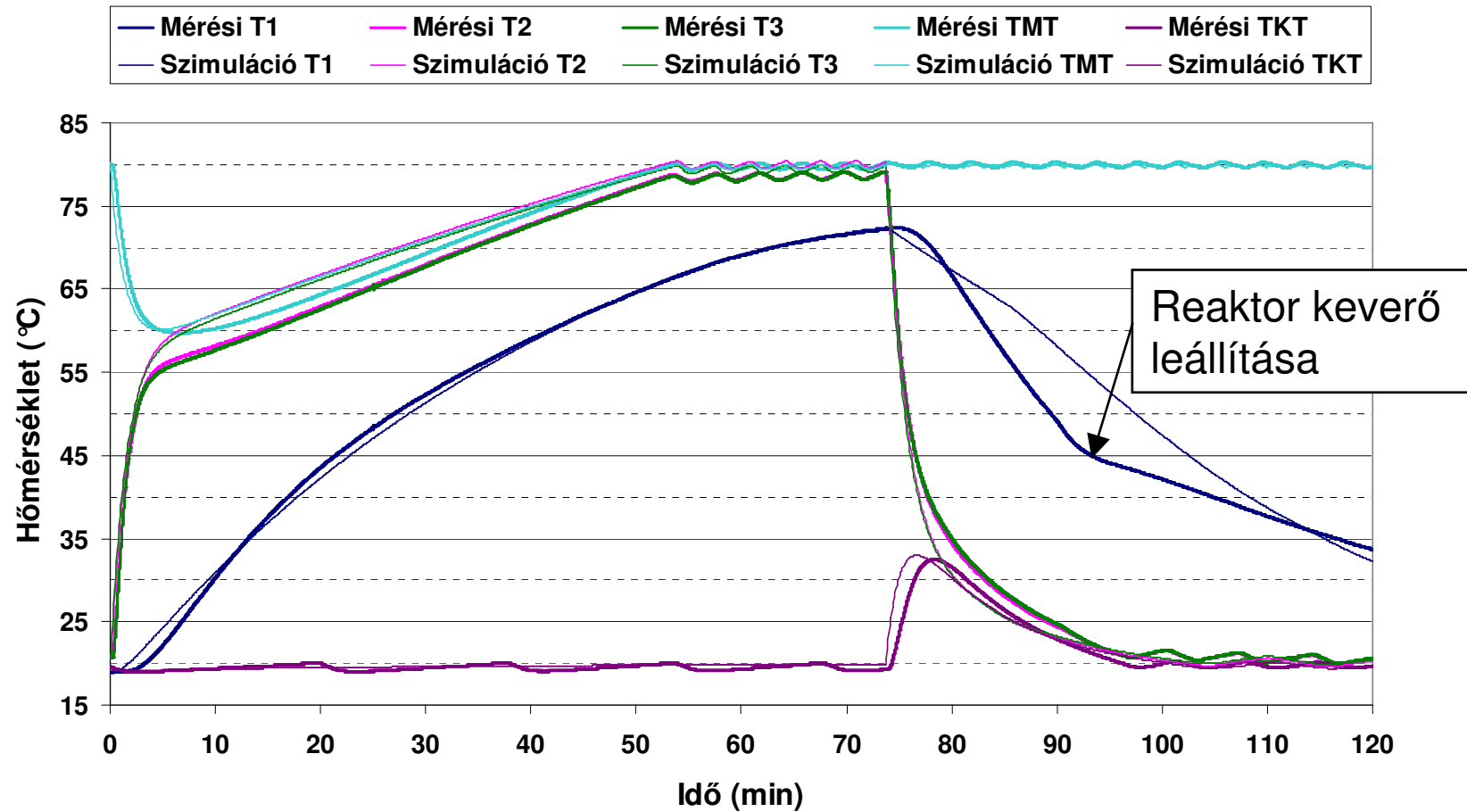
- ❑ Benyúló csőköteges szeparátor
- ❑ Az UniSim™ Design egyik beépített modelljének átalakítása
- ❑ A reaktor oldalt modellezi a szeparátor, a köpeny oldalt pedig a benyúló csőköteg
- ❑ A modell nem tartalmaz olyan paramétert, ami egyértelműen definiálná a hőátadó szerkezet alakját → alkalmas köpenyes reaktor leírására
- ❑ A megadható paraméterek a csőköteg esetén a következők:
 - Térfogat
 - Hőátadási tényező a fal mindkét oldalára, folyadékra és gőzre egyaránt
 - Hőátadási felület
 - A hőátadó felület magassága
 - A fal tömege
 - A fal fajhője
 - A fal anyagára jellemző faktor

A szimulátor létrehozása

I. megoldás



Az I. reaktormegoldás eredményei



A szimulátor létrehozása

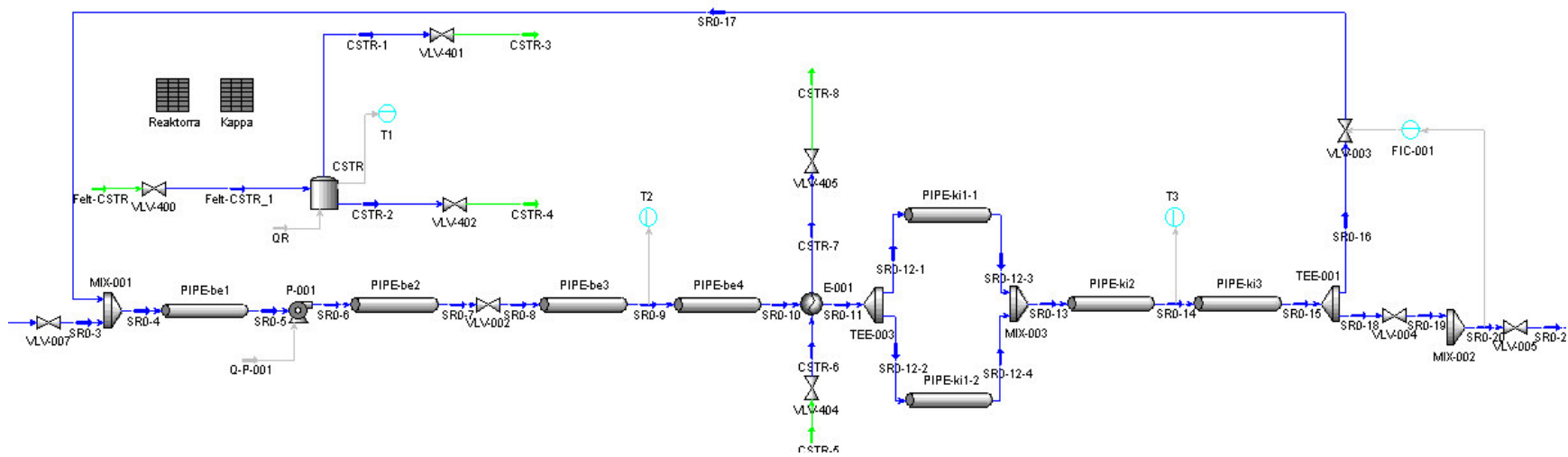
II. megoldás

- A köpenyes reaktort egy tökéletesen kevert üstreaktorral és egy 1-1 átfutású hőcserélővel (köpeny) helyettesítettük
- A falon átadott hőt a hőcserélő csőoldali hőáramával tettük egyenlővé
- A hőcserélő csőoldali anyagáramának belépő hőmérsékletét minden pillanatban a tökéletesen kevert reaktor pillanatnyi hőmérsékletével írtuk felül
- A hőáram számítása a „spreadsheet” modulban történt
- A felhasznált egyenletek: $Q = \kappa A \Delta T_{LM} F_t$

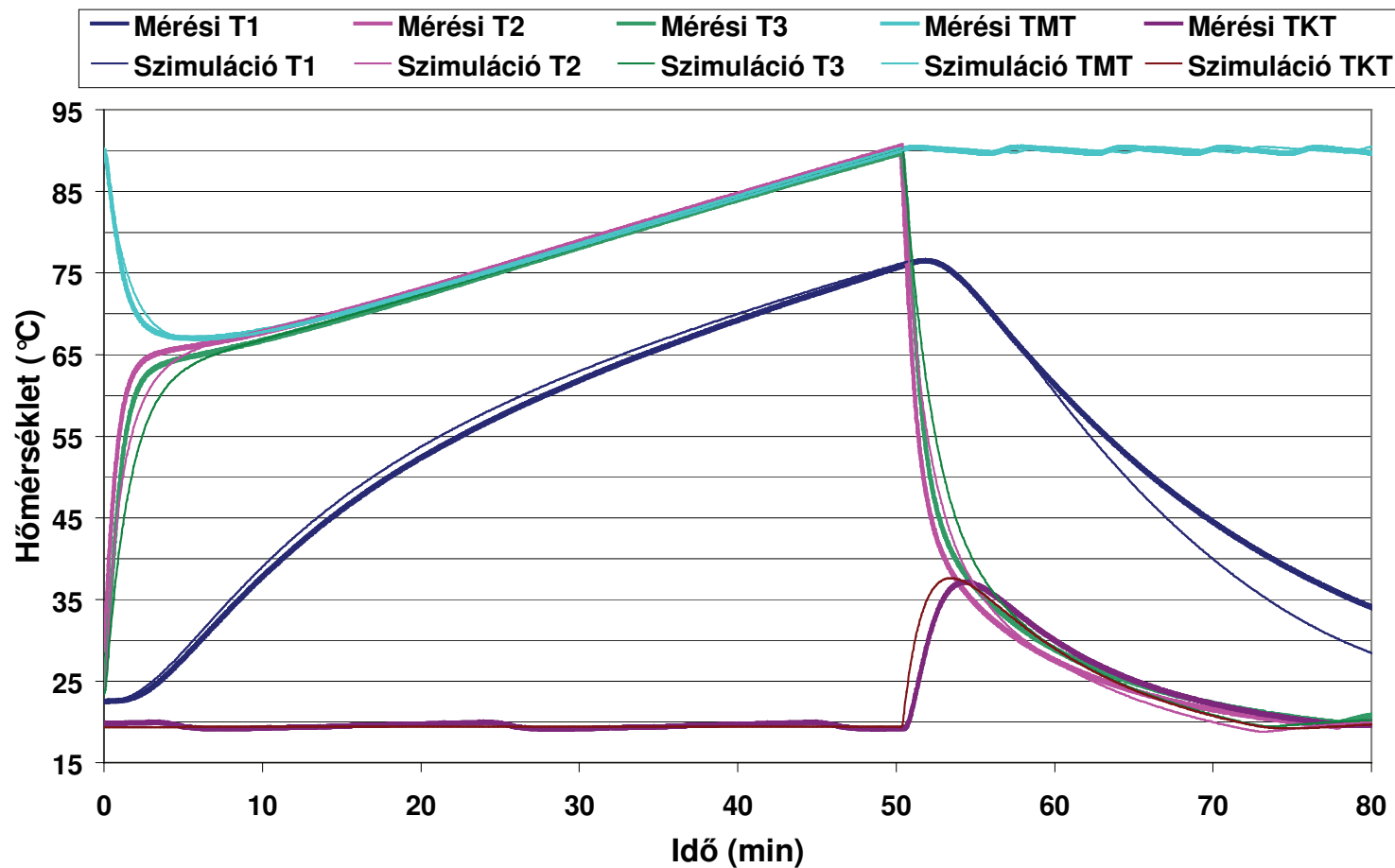
$$F_T = \frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2} \quad f_1 = \left(\frac{M_{cs}}{M_{cs,ref}} \right)^{0,8} \quad f_2 = \left(\frac{M_k}{M_{k,ref}} \right)^{0,8}$$

A szimulátor létrehozása

II. megoldás



A II. reaktormegoldás eredményei



A szimulátor létrehozása

II. megoldás (összetett modell)

- A közegek viszkozitásait tartalmazó összefüggések alkalmazása

- Hőátzármaztatási tényező:
$$\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{reaktor}} + \frac{1}{\alpha_{köpeny}} + \frac{\delta_{fal}}{\lambda_{fal}} + \frac{\delta_{zománc}}{\lambda_{zománc}}}$$

- Hőátadási tényező reaktor oldalon:

$$\alpha_{reaktor} = Nu \cdot \frac{\lambda}{D_{belső}}$$

- Nusselt szám a reaktor oldalon (Chilton összefüggés):

$$Nu = C \cdot Re^{2/3} \cdot Pr^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_{fal}} \right)^{0,14}$$

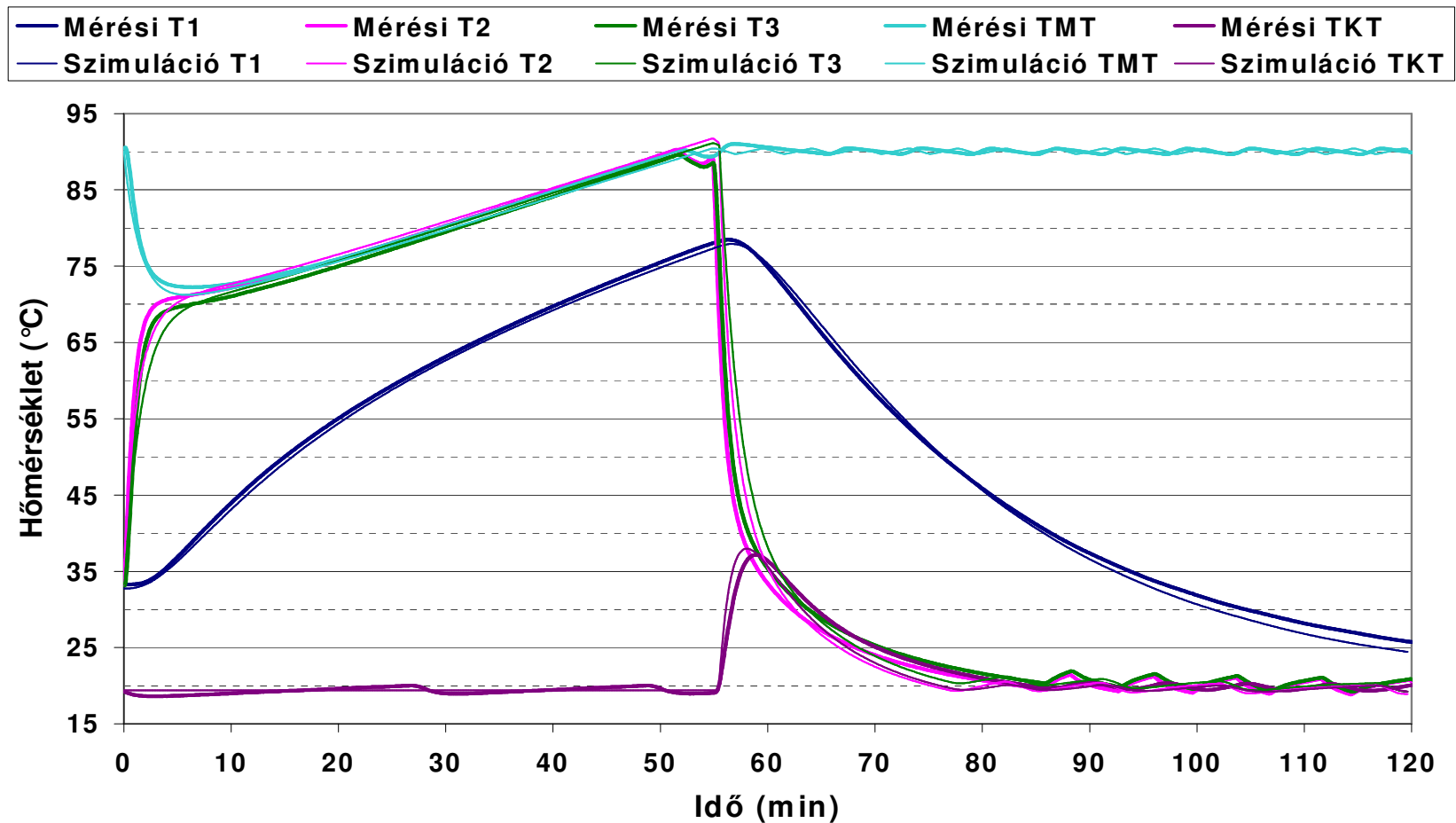
- Hőátadási tényező a köpenyoldalon:

$$\alpha_{köpeny} = Nu \frac{\lambda}{d_h}$$

- Nusselt szám a köpeny oldalon (Sieder-Tate összefüggés):

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{4/5} \cdot Pr^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_{fal}} \right)^{0,14}$$


A II. reaktormegoldás eredményei (összetett reaktormodell)



Összefoglalás

- Egyre több szakaszos technológia az iparban
- Monofluidos köpeny hűtés-fűtés egyre több helyen alkalmazzák
- Fontos a technológiák és a hozzájuk tartozó szimulációk együttes fejlesztése
- A szimulációk fejlesztése hozzájárul az egyre korszerűbb technológiák és szabályozási struktúrák kialakításához

Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!



Kérdések?

Köszönetet mondunk a TAMOP-4.2.2-08/1/2008-0018 (Élhetőbb környezet, egészségesebb ember - Bioinnováció és zöldtechnológiák kutatása a Pannon Egyetemen, MK/2) projekt anyagi támogatásáért.