

# META-MÓDSZER FEJLESZTÉSE INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK ÉS KAPCSOLÓDÓ FOLYAMATOK HATÉKONY SZIMULÁCIÓJÁHOZ

MUKA LÁSZLÓ Ellassys Consulting Kft. [muka.laszlo@ellassys.hu](mailto:muka.laszlo@ellassys.hu)  
LENCSE GÁBOR Széchenyi István Egyetem, Távközlési Tanszék, [lencse@sze.hu](mailto:lencse@sze.hu)

## KULCSSZAVAK

szimulációs módszertan, szimulációs meta-módszer, szimulációs probléma kontextus, dinamikus szimulációs probléma kontextus, hard-rendszer módszer, szoft-rendszer módszer, kooperatív modellezési környezet, Information and Communication Technology, Business Process

## TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Egy szervezetben az ICT (Information and Communication Technology) rendszerek és a *kapcsolódó* BP (Business Process) rendszerek tervezésének támogatására indított szimulációs projektek *hatékonyságát több kulcs-tényező is* befolyásolja.

A szimulációs meta-módszer (MM) fejlesztésének célja a leghatékonyabb módszer használatának támogatása a szimuláció minden fázisában.

Először azonosítjuk a szimulációs probléma kontextusokra ható, és azokat dinamikussá tevő tényezőket. Ezután megfogalmazzuk az MM-re vonatkozó, a dinamikus szimulációs probléma kontextusok által meghatározott követelményeket, figyelembe véve a hatékonyságot, tekintettel arra, hogy a szimulációs módszer egy hard-rendszer módszer. Ebből kiindulva meghatározzuk az MM-hez a különböző szimulációs probléma kontextusokhoz alkalmas hard- és szoft-rendszer módszerkészletet. Áttekintjük az MM módszertani elemeinek fontos jellemzőit. Részletesen leírjuk az általunk javasolt tipikus szimulációs módszertan (SM) általános tulajdonságait, illetve az SM-re vonatkozó követelményeket, amelyeket mint egyedi jellemzőket határozzunk meg. Ismertetjük az MM ciklusait és az MM folyamatát – benne az alternáló működéssel és módszertani láncokkal – amely a dinamikus probléma kontextusokhoz alkalmazható.

## BEVEZETÉS

Egy szervezetben az ICT rendszerek és a *kapcsolódó* BP rendszerek tervezésének támogatására indított szimulációs projektek *hatékonyságát több tényező, – közöttük módszertani tényezők is –* befolyásolhatja. Korábbi cikkeinkben már számos ilyen tényezőt vizsgáltunk és a hatékonyság növelésének különböző módjait tanulmányoztuk: [16], [17], [18], [19], [20], [21].

Fontos megjegyezni, hogy a fejlesztett MM nemcsak a közvetlen hatékonyságra (*efficiency*) kíván összpontosítani – amely a kívánt eredmények és az elérésükhöz felhasznált források mértékének arányával jeleníthető meg –, hanem a hatékonyságot a célhatékonyság vagy eredményesség (*effectiveness*) és a hatássosság (*efficacy*) szempontjait figyelembe véve is javítja [9], elsősorban az *előzetes modellezés* és a *szoft-rendszer módszerek alkalmazásával*.

A cikk első pontjában meghatározzuk azoknak a rendszereknek a körét, amikhez a szimulációs meta-módszert használni kívánjuk, megadjuk a szimulációs folyamat definícióját. Általunk használt *új* megközelítés a *dinamikus szimulációs probléma kontextus*: azonosítjuk a dinamikus probléma kontextusokhoz vezető tényezőket, azaz az egyszerű-komplex és uniter-plurális probléma jellemzőkre ható tényezőket, (amelyek természetesen a komplex-plurális kontextusok kialakulásáért is felelősek), majd ennek alapján új módon megfogalmazzuk egy szimulációs meta-módszerrel szembeni követelményeket.

A következő pontban a szimulációs meta-módszer elemkészletével foglalkozunk. Megmutatjuk az SM szintézisét megalapozó szimulációs módszertan-fejlődést. Bemutatjuk a javasolt tipikus szimulációs módszertan általános tulajdonságait, illetve az SM-re vonatkozó *új* követelményeket, amelyeket mint egyedi jellemzőket határozzunk meg. Mind az SSM (Soft Systems Methodology) mind az MCM (Modified Conceptual Models) választásához rövid megfontolásokat fűzünk. A “További elemek” pontban a gyors, előzetes modellezéshez javasolt TFA (Traffic Flow Analysis) és EFA (Entity Flow-Phase Analysis) módszerek említése mellett röviden leírjuk a “Célredukció és összekapcsolás” szimulációs meta-módszer elemet.

A harmadik pontban fontos *új* elemeket ismertetünk: a szimulációs meta-módszer *alternáló* működését és a probléma kontextusok sorozatából képződő *módszertani láncokat*.

## A SZIMULÁCIÓVAL VIZSGÁLT RENDSZEREK, A SZIMULÁCIÓ ÉS KÖRNYEZETE

### A szimulációs meta-módszer alkalmazási területe

Ebben a cikkben infokommunikációs rendszerek és a kapcsolódó folyamatok vizsgálatához alkalmas szimulációs meta-módszer fejlesztésével foglalkozunk.

Szokásos fogalmakkal úgy is meghatározhatjuk a vizsgálandó rendszerek csoportját, hogy itt kapcsolódó ICT rendszerekre és BP rendszerekre vonatkozik a szimuláció. Az egymással kapcsolódó ICT és BP rendszerek tulajdonképpen vállalati (Enterprise Information System vagy EIS), illetve kicsit tágabban értelmezve szervezeti (Organisational Information System

vagy OIS) információs rendszereket alkotnak (ahol a Business Process szervezeti környezeti megfelelője az Organisational Process, vagy OP).

### **A szimulációs folyamat és a szimuláció alkalmazása**

A számítógépes szimuláció szokásos definíciója sok szerzőnél megtalálható (például [25]). A szimulációs meta-módszer fejlesztéséhez a következő meghatározásokat alkalmazzuk:

*A szimuláció a vizsgálandó rendszer szimulációs modellje kifejlesztésének és az azzal való kísérletezésnek a folyamata meghatározott célok elérése érdekében.*

*A szimuláció folyamata a vizsgálandó rendszer szimulációs modelljének kifejlesztésére vonatkozó igény azonosításától és elemzésétől a szimuláció eredményeinek implementálásához nyújtott támogatásig terjed [15].*

*Szervezeti környezetben a szimuláció folyamata egy projekt folyamat, amelynek az előre meghatározott célokat a projekthez rendelt erőforrások használata mellett, a megkívánt minőségi jellemzőkkel, a megszabott idő- és költség keretek között kell elérnie.*

### **A dinamikus szimulációs probléma kontextus**

A modellezési projektek gyakran kezdődnek *strukturálatlan probléma szituációval*: még ha egyetértés is volt a szimulációs módszer alkalmazásáról, a „Cél meghatározási” fázisban kiderülhet, hogy nincs egyetértés arról, hogy milyen kérdésekre keressük a választ [22].

A szimulációs módszert gyakran kell *szoft-rendszer környezetben* alkalmazni: már a probléma strukturálása a „Célok meghatározása” *komplex-plurális (complex-pluralist) szimulációs probléma kontextushoz* vezethet, ami szoft-rendszer megközelítést kíván, holott a szimulációs módszer egy *hard-rendszer módszer*, amely az egyszerű-unitér (simple-unitary) probléma kontextusokhoz alkalmas (a probléma kontextusok leírását [11], a hard- és a szoft-rendszer típusú megközelítések jellemzőit pedig [8] tartalmazza).

Fontos megjegyezni, hogy a szimulációs probléma kontextus jellemzői *dinamikusan* változhatnak a szimuláció folyamatának bármelyik fázisában. A következőkben megvizsgáljuk azokat a tényezőket (a [11]-ben leírtakból kiindulva), amelyek a *szimulációs probléma kontextusra* hatnak, az *egyszerű-komplex (simple-complex)* valamint az *unitér-plurális (unitary-pluralist)* jellemzőknek megfelelően, és amelyek gyakran eredményeznek komplex-plurális probléma kontextusokat.

Az *egyszerű-komplex* jellemzőkre ható tényezők:

- a rendszerek gyakran csak részlegesen megfigyelhetők,
- a rendszerek nehezen definiálhatók (például a rendszer-határok nem megfigyelhetők),
- a rendszerek valószínűségi jelleggel bírnak, és van aktív, saját céllal bíró részük,
- a rendszerek komplexitása növekedhet más rendszerekkel való kölcsönhatásuk figyelembe vétele miatt.

Az *unitér-plurális* jellemzőkre ható tényezők:

- A szimulációs projekt sokszereplős környezetben folyik. A szereplők (döntéshozók, probléma megoldók (felhasználók, elemzők, modellezők)) világlátása/világképe (Weltanschauung) hat a szimulációs probléma kontextusra.
- A kezdeti problémastrukturálás gyakran vezet véleménykülönbségekhez az elérendő célokat illetően [22].
- Plurális probléma kontextushoz vezethetnek az implementációra vonatkozó véleménykülönbségek [22].

Mivel a szimulációs módszer akkor hatékony, ha hard-rendszer megközelítésként, egyszerű-unitér probléma kontextusokhoz használjuk, ezért a szimulációs folyamat hatékony végrehajtásához olyan *módszerkészletre* van szükségünk, amely alkalmazható a különböző előforduló probléma kontextusokhoz, valamint szükségünk van egy *formalizált folyamatra*, egy *szimulációs meta-módszerre*, amely irányítja a módszerek használatát a dinamikus szimulációs probléma kontextusokban.

## **A SZIMULÁCIÓS META-MÓDSZER ELEMEINEK MEGHATÁROZÁSA**

A szimulációs meta-módszer módszerkészletében szükség van *tradicionális* szimulációs módszertanra (hard-rendszer módszertan), szükség van olyan módszertanra, mely alkalmas a *szoft-rendszer* megközelítést igénylő kontextusokhoz, valamint szükség van a szoft- és a hard-rendszer szintet *összekapcsoló* módszertanra is. Célszerű olyan *további* módszerekkel is rendelkezni, amelyek teljessé teszik a szimulációs folyamat lefedését és a szimuláció hatékonyságának javítását elősegítik. A következőkben ezekkel a módszerkészlet-elemekkel foglalkozunk.

### **Hagyományos szimulációs módszertan szintézise, egyedi jellemzőkkel**

*A hagyományos szimulációs módszertanok értékelése*

A szimulációs módszertant, amely fázisok sorából áll, számos szerző leírta már [1], [2], [7], [3], [26]. Ezek a fázisok a szimulációs modell fejlesztésének és alkalmazásának felső szintjét mutatják. A szimulációs folyamat ilyen felső szintű leírása nem változik, függetlenül a probléma típusától és a szimulációs vizsgálat céljától [7] és ezen a szinten a szimulációs modellek

mind a humán, mind a technikai erőforrások viselkedését képesek megmutatni [26]. Ha a fenti szerzők által leírt módszertanokat vizsgáljuk, a módszertanok *fejlődését* figyelhetjük meg a kezdeti szigorúan *probléma-megoldás* típusú hardverrendszer megközelítéstől a mai, inkább *soft-megközelítés*ekig.

A mai állapot a módszertanok három fő szakaszának megfelelően a következőképpen összegezhető:

Modellezést *megelőző* szakasz:

A szimuláció megközelítése projekt szemléletű, a szimulációs projekt több résztvevős, kooperatív jellegű.

Modellezési és kísérleti szakasz:

A különböző feladatokhoz a szimulációs eszközök széles választéka áll rendelkezésre, különböző modell-építési és kísérlet-végrehajtási jellemzőkkel, amelyeket a módszertanok célszerűen figyelembe vehetnek.

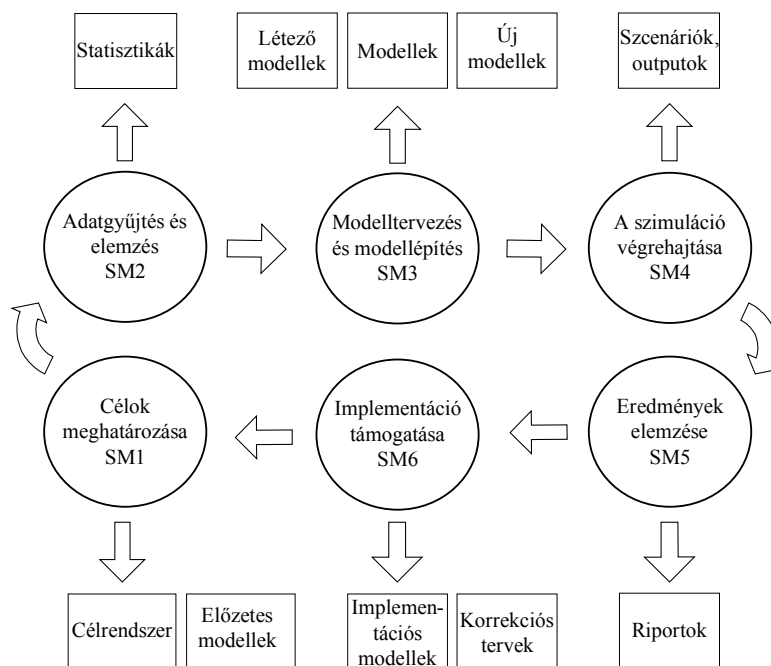
Modellezés *utáni* szakasz:

A szimuláció döntéstámogató eszköz: a szimuláció eredményeit inkább *megértés-típusú, döntéstámogató* eredményeknek, mint *megoldás-típusú*, az adott problémához pontos megoldást nyújtó eredménynek tekintjük. Fontos a szimulációs projekt eredményeiről a projekt meghatározott szereplőinek nyújtott riport.

### Tipikus szimulációs módszertan

A következőkben ismertetjük annak a tipikus, hat lépésből álló szimulációs módszertannak a jellemzőit, amelyet a szimulációs meta-módszerünkben használunk (az SM részletes leírása a [20]-ban található). Megjegyezzük, hogy ez nem egy új módszertan, hanem az előző elemzés következtetéseire alapuló *szintézis* eredménye, viszont ebben a módszertanban néhány, általunk megfogalmazott, különleges követelménynek megfelelő *egyedi jellemzőt* is definiálunk.

Az 1. ábrán látható hatlépéses szimulációs módszertan lépései (fázisai) a következők: SM1: Célok meghatározása, SM2: Adatgyűjtés és elemzés, SM3: Modelltervezés és modellépítés, SM4: A szimuláció végrehajtása, SM5: Eredmények elemzése, SM6: Implementáció támogatása.



1. ábra Hatlépéses tipikus szimulációs módszertan egyedi jellemzőkkel

### Az SM jellemzőinek összefoglalása

Egyedi jellemzők:

- A kommunikáció elősegítéséhez, *minden egyes fázishoz külön outputot* definiálunk.
- A hatékonyság növelése céljából külön figyelmet fordítunk a módszertanban az *előzetes modellezésre*.
- Az implementációs fázisban szimulációs támogatást rendelünk az implementációról szóló döntéstámogatáshoz.

Általános jellemzők:

- Az SM eszközfüggetlen.
- Az SM a három fő szakasz mindegyikére egyforma hangsúlyt helyez.
- Az SM ICT és BP rendszerek szimulációjához is használható.

- Az SM, mint a vizsgált többi módszertan is, *iteratív* jellegű, egyes fázisok vagy fázis csoportok addig ismételhetők, amíg a kívánt eredményt nem kapjuk.
- Az SM ciklikus jellegű, azaz a módszertani ciklus lehet zárt, rövid vagy hosszú ciklusban:
  - A *rövid ciklus* az adott szimulációs projektben záródó ciklus.
  - A *hosszú ciklus* a szimulációs modell életciklusa alatt később záródó ciklus.

### Az SSM a szimulációs meta-módszerben: rövid megfontolás az SSM-ről és más lehetőségekről

Az MM-hez választott SSM klasszikus szoft-rendszer megközelítés [8]. Az SSM választásról a következők mondhatók: A választott módszertannak alkalmasnak kell lennie a szoft-rendszer típusú problémákhoz, valamint alkalmasnak kell lennie mind ICT, mind BP rendszerekhez. A jól ismert UML (Unified Modelling Language) tudja kezelni mind az ICT, mind pedig a BP oldalakat, de nem alkalmas a szoft-vonatkozások kezelésére [6]. A [12]-ben leírt TSI (Total Systems Intervention) módszertan inkább egy keret a módszertanokhoz (nagy számú hivatkozott módszertannal) és nincs ismert gyakorlata ICT és BP területeken. Az SSM alkalmazására (önállóan vagy más módszerekkel együtt, vagy más módszerekben használva) jelentős ismert tapasztalat van [10], [5].

### Az MCM a szimulációs meta-módszerben: rövid megfontolás az MCM-ről és más lehetőségekről

A szimulációval a rendszerek dinamikus tulajdonságait vizsgáljuk, ezért elengedhetetlen az idő bevezetése.

A [24] leírja az idő bevezetését az UML-be, de mint korábban már írtuk, az UML nem kezeli a szoft-szituációkat. Gregory módszere [13], [17] az SSM-re épülő szoft-módszer és fejlett („enhanced”) koncepcionális modellezést tesz lehetővé, azonban az idő kezelésére nem rendelkezik kellő eszközökkel (modell idők szinkronizációja, idő dekompozíció, ami szükséges a szimulációs környezetben), nem különbözteti meg az ICT és P rendszereket, amik explicit kezelése szintén szükséges a hatékony szimulációhoz. Az MCM kiküszöböli ezeket a hiányosságokat, így válik a szimuláció támogatására jól alkalmazható módszeré.

Az SSM és más módszerek szokásos összeépítési módszerei a *beültetés (grafting)* és a *beágyazás (embedding)* [23]. (Beültetésre található példa a [4]-ben, beágyazásra pedig a [5]-ben.) Az MCM (SSM módosított koncepcionális modellel) a klasszikus SSM koncepcionális modellje tulajdonságainak *kiegészítését*, és a kiegészített tulajdonságokkal rendelkező koncepcionális modellek használatának az SSM-be történő *beültetését* jelenti. Ilyen módon az MCM alkalmazható hard-rendszer szinten és szoft-rendszer szinten is, segítve a *módszertani rés* megszüntetését.

### További elemek

*További elemek* a gyors, előzetes modellezéshez javasolt TFA [17], [18] és az EFA [16], [17], [18], valamint a *Célredukció és összekapcsolás*. Egy szervezetnek formális és informális elemekből álló célrendszerrel kell rendelkeznie. A célrendszer elemei hatnak egymásra, és konfliktus is lehet közöttük [14]. A szimulációs projekt szintjének megfelelő célokat ezekből a célokból kell levezetnünk és meg kell találnunk a kapcsolatot ezen levezetett célok és a szimulációs projekt céljai között. Ebben nyújtanak támogatást az *“SSM probléma megismerés”* a *“Célredukció és összekapcsolás”* meta-módszer elemek.

## A SZIMULÁCIÓS META-MÓDSZER: CIKLUSOK ÉS MŰKÖDÉS

### A szimulációs meta-módszer ciklusai

Az MM elemeinek, outputjainak és fázisainak részletes leírását [19] és [20] tartalmazza.

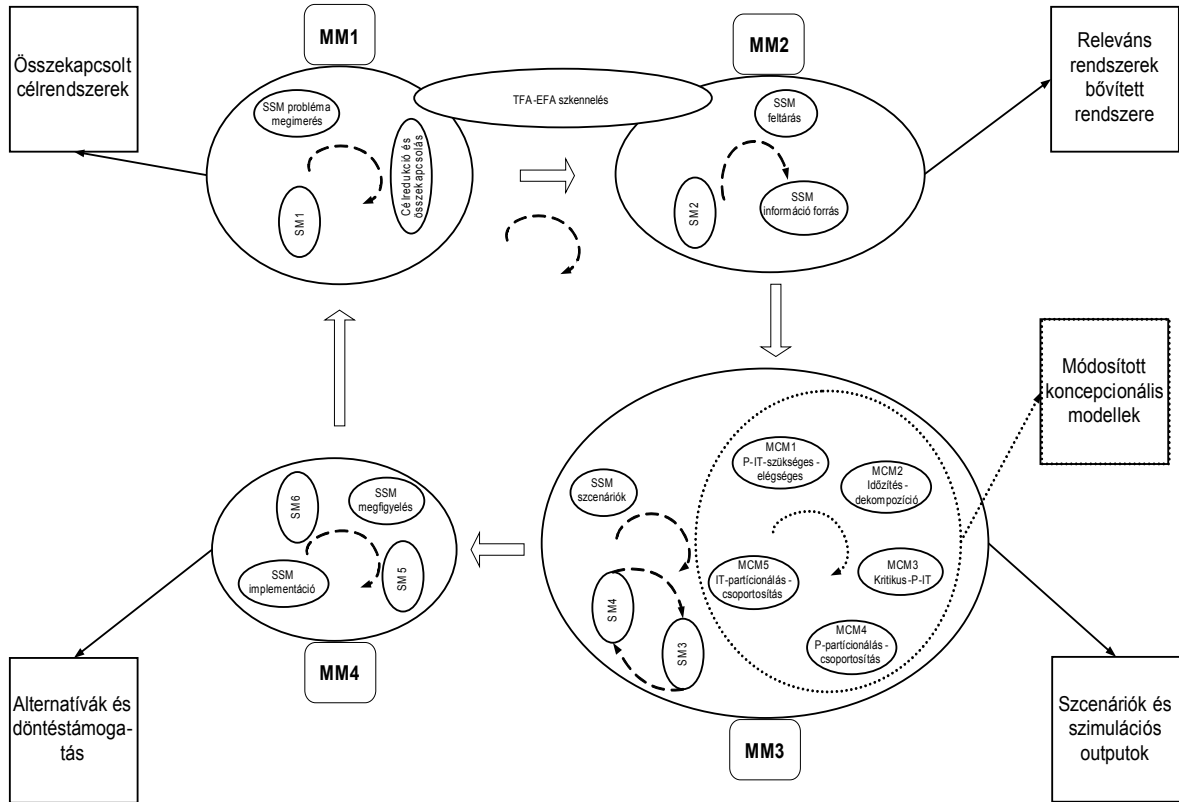
Az MM fő módszertani ciklusa az MM1-MM4 ciklus (üres nyilakkal jelölve a 2. ábrán). Ebben a fő haladási irány az SM1-SM6 lépések szerint történik. Egy-egy MM fázison belül lehetnek szokásos alciklusok, amelyeket a szaggatott vonalakkal és nyilakkal jelzett kapcsolatok mutatnak. Az előzetes modellezés az MM1 és az MM2 ciklusaihoz is kapcsolódhat és indukálhat alciklust az MM1 és MM2 fázisok között. Az MM3-ban pontozott vonalakkal és nyilakkal jelöljük az MCM ciklusát, amely a fázison belül saját alciklust képezhet (2. ábra). (A ciklusok egy lehetséges sorozatát adja meg a 3. ábra.)

### A szimulációs meta-módszer működése

Ahhoz, hogy a hatékonyság követelményének megfelelőjünk, és kezelni tudjuk az előforduló probléma kontextusokat is, a teljes szimulációs folyamat probléma kontextusait *lefedő* és egymással *kompatibilis* módszerkészlettel kell rendelkezünk. (Ezt a módszer készletet írtuk le SM, SSM, MCM, és „a További elemek” pontban hivatkozott módszerekként.)

A szimulációs meta-módszer szerepe az, hogy *vezeti a* módszerek használatát a szimuláció folyamatában: a meta-módszer támogatja, hogy minden egyes szituációhoz (szimulációs probléma kontextushoz) a megfelelő módszert használjuk, illetve más nézőpontból, a dinamikus változó probléma kontextusokban annak figyelembe vételével *irányítja* a munkánkat, hogy a szimuláció egy hard-rendszer módszer.

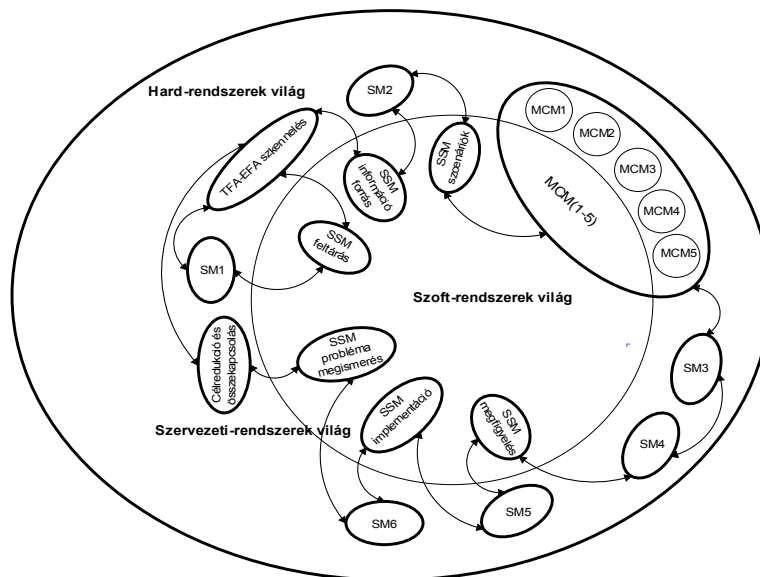
A szimulációs projekt végrehajtásának folyamatában rendszerint *dinamikus szimulációs probléma kontextusokkal* találkozunk. Ezért a szimuláció bármely fázisában rendelkezniünk kell a módszer *“lágyításának” (soften up)* lehetőségével, aztán a probléma kontextus feltárása után újra *“keményíthetjük” (harden up)* az alkalmazott módszert. Az alkalmazott módszer



2. ábra A szimulációs meta-módszer ciklusai és elemei

egymás utáni keményítésének és lágyításának – azaz az *„alternáló”* módszer használatnak – az a jelentősége, hogy hard ciklusok után (amik megoldás megtalálására irányulnak az adott lépésben) szükséges (vagy inkább tanácsos) szoft ciklusokat használni, hogy az egész szituációt áttekinthessük.

A meta-módszer alkalmazása során a használt hard és szoft módszerek sorozata *módszer-láncot* alkot: a láncban minden egyes elem (használt módszer) felhasználja az előző eredményeit és előkészíti a következő használatát. A láncot célszerűen szoft módszer használata indítja és zárja. A módszertani láncot a szimulációs probléma kontextusok sorozata és a hozzájuk alkalmazott módszerek írják le.



3. ábra A szimulációs meta-módszer „alternáló” működése

A 3. ábrán látható, hogy a „Szervezeti-rendszerek világ” tartománya két tartományból áll, amely tartományok a „Hard-rendszerek világ” és a „Szoft-rendszerek világ”. A szoft-rendszer módszereket „Szoft-rendszerek világ” tartományában, míg a hard-rendszer módszereket a „Hard-rendszerek világ” tartományában helyeztük el. Az MCM a két tartományt összekapcsolva működik. A szimulációs meta-módszer működése az „SSM probléma megismerés” szoft-rendszer módszerrel indul és azzal is fejeződik be. A különböző módszereket kétirányú kapcsolat köti össze, aminek az a jelentése, hogy a módszerek használata során visszaléphetünk az előző lépéshez, ha szükséges. Az összekötéseknek megfelelő lépések sorozata mutatja a szimulációs meta-módszer alternáló működését. (Természetesen a szimulációs meta-módszer működése során szükség lehet más, az ábrán nem jelzett ugrásokra is a módszerek között.)

## ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben folytattuk a szimulációs meta-módszer fejlesztését. A fő célunk az volt, hogy a szimulációs meta-módszerrel a szimuláció hatékonyságát úgy növeljük, hogy *az adott probléma-szituációban (szimulációs probléma kontextusban) leghatékonyabb módszer használatát segítsük elő a szimuláció minden fázisában.*

Ehhez meghatároztuk azoknak a rendszereknek a körét, amikhez a szimulációs meta-módszert használni kívánjuk, és megadtuk a megfontolásainkhoz használt szimulációs folyamat definíciót.

Azonosítottuk a szimulációs probléma kontextusokra ható és azokat dinamikus tényezővé tevő tényezőket. Megfogalmaztuk az MM-re vonatkozó, a dinamikus szimulációs probléma kontextusok által meghatározott követelményeket, figyelembe véve a hatékonyságot és a szimulációs módszer hard-rendszer módszer jellegét.

Meghatároztuk az MM-hez a különböző szimulációs probléma kontextusokban alkalmas hard- és szoft-rendszer módszer készletet és bemutattuk az MM működéséhez fontos jellemzőket.

Röviden áttekintettük a módszerkészlet elemeit, részleteztük a tipikus, szintetizált SM általános és egyedi jellemzőit.

Leírtuk az MM ciklusait, bemutattuk az MM működési folyamatát, benne a dinamikus szimulációs probléma kontextusokhoz alkalmazható alternáló működéssel és módszertani láncokkal.

## KONKLÚZIÓ

A jelen cikkben leírtak jelentősége abban van, hogy a szimuláció hatékonyságának kérdését komplex módon, a modellezés és szimuláció teljes folyamatát figyelembe véve közelíti meg, először fogalmaz meg átfogó módon erre vonatkozó követelményeket, és a bemutatott szimulációs meta-módszerrel (és annak módszertani elemeivel) megoldást is javasol a problémakör hatékony kezelésére.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondunk Philippe Gerilnek (EUROSIS ETI), hogy a “Hard and Soft Approaches in a Simulation Meta-Methodology” című cikkünk anyagának [20] felhasználásához hozzájárult.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Churchman, C. W., Ackoff R. L., Arnoff, E. L., “Introduction to Operations Research”, John Wiley & Sons, 1957.
- [2] Sepródi, L., “A GPSS szimulációs nyelv”, Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- [3] Powis, D., “Understanding Simulation Modeling for the Contact Center”, Vanguard Communications Corporation., [http://www.vanguard.net/DicLib\\_Docs/Simulation\\_Modeling\\_dp\\_0204.pdf](http://www.vanguard.net/DicLib_Docs/Simulation_Modeling_dp_0204.pdf), 2002.
- [4] Wilson, B., “Systems: Concepts, Methodologies and Applications”, Wiley, Chichester, 1984.
- [5] Rodriguez-Ulloa, R., Paucar-Cacers, A., “Soft System Dynamics Methodology (SSDM): A Combination of Soft Systems Methodology (SSM) and System Dynamics (SD)”, In Proceedings from 43<sup>rd</sup> Meeting of the International Society for the System Sciences, Pacific Grove, CA: International Society for the System Sciences, 1999.
- [6] Al-Humaidan, F., Rossiter, N., “Evaluation of System Analysis Methodologies in a Workflow Context”, InterSymp 2002 – 14th International Conference on Systems Research, Advances in Computer Cybernetics XI, Lasker, G. E. (ed) 8-13, 2002.
- [7] Balachandran, A., Rabuya, L. C., Shinde, S., and Takalkar, A. “Introduction to Modeling and Simulation Systems: Basic Steps and Decisions for Simulation”, From <http://www.uh.edu/~lcr3600/simulation/steps.html>, 2002.
- [8] Checkland, P., “From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking”, for the 1990s J. Opl. Res. Soc. Vol. 36, No. 9, pp. 757-767, 1985.
- [9] Checkland, P., “Soft Systems Methodology in Rational Analysis for a Problematic World”, Edited by J. Rosenhead, John Wiley & Sons Ltd., 1989.
- [10] Curtis, G., “Business Information Systems”, Addison-Wesley, Wokingham, UK., 1989.
- [11] Jackson, M.C., Keys, P., “Towards a System of Systems Methodologies” J. Opl. Res. Soc. Vol. 35, No. 6., 1984.

- [12] Flood, R. L., Jackson, M. C., "Creative Problem Solving – Total Systems Intervention", John Wiley and Sons, New York, 1991.
- [13] Gregory, F., "Cause, Effect, Efficiency and Soft Systems Models", J. Opl. Res. Soc. Vol. 44, No. 4., 1993.
- [14] Koubarakis, M., Plexousakis, D., "Business process modelling and design – a formal model and methodology" BT Technol. J. Vol. 17, No. 4., 1999.
- [15] Paul, R. J., Hlupic, V., Giaglis, G., "Simulation Modelling of Business Processes", Accepted for UKAI'98 – UK Academy of Information Systems Conference, Lincoln, UK, 1998.
- [16] Lencse, G., Muka, L., "Expanded Scope of Traffic-Flow Analysis: Entity Flow-Phase Analysis for Rapid Performance Evaluation of Enterprise Process Systems" Proceedings of the 2006 European Simulation and Modelling Conference (ESM'2006) (Toulouse, France, Oct. 23-25.2006.) EUROSIS-ETI, 94-98., 2006.
- [17] Lencse, G., Muka, L., "Combination and Interworking of Four Modelling Methods for Infocommunications and Business Process Modelling" Proceedings of the 5<sup>th</sup> Industrial Simulation Conference' 2007 (ISC'2007) (Delft, The Netherlands, Jun. 11-13. 2007.) EUROSIS-ETI, 350-354., 2007.
- [18] Lencse, G., Muka, L., "Investigation of the Spatial Distribution Algorithm of the Traffic Flow Analysis and of the Entity Phlow-Phase Analysis" Proceedings of the 2007 European Simulation and Modelling Conference (ESM'2007) (St. Julians, Malta, Oct. 22-24. 2007.) EUROSIS-ETI, 574-581., 2007.
- [19] Muka, L., Lencse, G., "Developing a Meta-Methodology Supporting the Application of Parallel Simulation" Proceedings of the 2006 European Simulation and Modelling Conference (ESM'2006) (Toulouse, France, Oct. 23-25. 2006.) EUROSIS-ETI, 117-121., 2006.
- [20] Muka, L., Lencse, G., "Hard and Soft Approaches in a Simulation Meta-Methodology" Proceedings of the 5<sup>th</sup> Industrial Simulation Conference' 2007 (ISC'2007) (Delft, The Netherlands, Jun. 11-13. 2007.) EUROSIS-ETI, 17-22., 2007.
- [21] Muka, L., Lencse, G., "Decision Support Method for Efficient Sequential and Parallel Simulation: Time Decomposition in Modified Conceptual Models" Proceedings of the 2007 European Simulation and Modelling Conference (ESM'2007) (St. Julians, Malta, Oct. 22-24. 2007.) EUROSIS-ETI, 291-295., 2007.
- [22] Pidd, M., "Operation Research/Management Science Method In Operations Research in Management", Edited by Littlechild, S., and Shutler, M., Prentice Hall, UK., 1991.
- [23] Rose, J., "Information Systems Development as Action Research - Soft Systems Methodology and Structuration Theory", Ph.D. Thesis Jeremy Rose M.A., M.Sc. November 2000.
- [24] Hennig, A., Wasgint, R., "Performance Modeling of Software Systems in UML-Tools for the Software Developer", in Proceedings of European Simulation Multiconference ESM'2002, Darmstadt, Germany, 2002.
- [25] Jain, R., "The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling," Wiley- Interscience, New York, NY, April 1991.
- [26] Hlupic, V., Robinson, S. "Business Process Modelling and Analysis Using Discrete Event Simulation" D. J. Medeiros, E. F. Watson, J. S. Carson and M. S. Manivannan, eds., Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference ,1998.