

# Percepció, folyamat és entrópia, azaz szolgáltatási folyamatok BPA elmélete<sup>2</sup>

## Absztrakt

A szolgáltatási folyamatok felhasználói percepcióra épülő javításának elméleti megalapozása a cikk legfőbb célja. A LOST in Services kutatócsoport eddigi kutatásaiban felmerült fogalmak értelmezése és definíciója a kutatás összehangolása érdekében kritikus feladat. Ezt célozza meg a cikk az első fejezetekben. Ezt követi a folyamatok belső bizonytalanságának elméleti vizsgálata. Ennek meghatározása után már lehetséges egy hatékony percepcionális bizonytalansági fogalom bevezetése, amely segítségével egy folyamat hatékonysága esetleg anélkül is javítható, hogy magán a folyamaton fizikailag változtatnánk. Elméleti vizsgálatunk tárgyát képezi az is, hogy hogyan áramolhat végig egy szolgáltatási folyamaton az entrópia, azaz a belső bizonytalanság változása. Okozhat-e ez dominóhatást?

**Kulcsszavak:** fluidum, fluidumáram, logisztizálás, folyamat, entrópia, node, percepció

## Bevezetés

Kutatásunkhoz a szolgáltatási folyamatokban rejlő belső tulajdonságok feltárásának más aspektusú vizsgálati eredményei szolgálták alapot (Heidrich – Réthi 2012). Egy szolgáltatásokat nyújtó szervezet működése nagyban függ a folyamatai jellegétől, azoknak a rendszerben betöltött szerepétől és működésük jellegzetességeitől. Számos ilyen vállalat BPR alapú projektek keretében próbálja a belső zavarokat feltárni, és lehetőség szerint változtatni, karcsúsítani, növelni a szolgáltatási folyamat hatékonyságát. Hosszú próbálkozások után azt tapasztalják, hogy hiába a jól sikerült BPR projekt vagy egy hagyományos lean típusú próbálkozás, már nem találnak a rendszer javításához tartalékokat, pedig tapasztalják, hogy valami még nem működik megfelelően. Az ilyen esetekben nagyon fontos a gazdasági rendszerek folyamatainak rendszerben való elhelyezkedését, egymással való kapcsolatait, és nem mellékesen a benne részt vevő személyek „érzeteit” is nagyító alá venni. A vizsgálatokat nem biztos, hogy célszerű az ágazatban

1 Főiskolai tanár, BGF PSZK; e-mail cím: Guban.Akos@pszfb.bgf.hu.

2 A cikk az EMMI-26130-2/2013/TUDPOL támogatásával készült.

vagy a gazdaságban betöltött helyük szerint differenciálni, hiszen ezek nem mutatnak túl nagy eltérést. Mindent egybevetve egy alapvető dologban megegyeznek: minden folyamat esetében legalább egy „objektum” a folyamaton vagy folyamatrészeken végigáramlik, és több részletben vagy teljes mértékben felhasználja a folyamat erőforrásait.

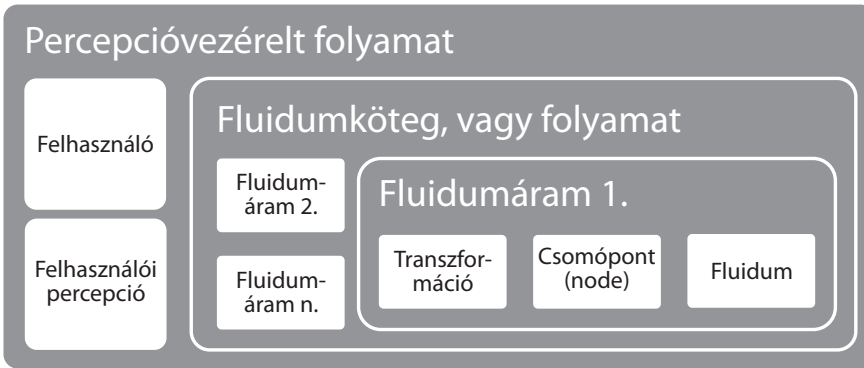
Egy új típusú megközelítésben a folyamatok vizsgálatában minden esetben a benne áramló objektumok szerepe és a feltárt vizsgálati pontokon érzékelhető személyi percepciók vizsgálata lesz az elsődleges. Mivel a tapasztalatok azt mutatják, hogy a rendszerekben feltárt folyamatok nem a rendszer „genetikai” tulajdonságaiból származnak, hanem rossz „beidegződésből” erednek, ami egyszerűen egy hosszú idő alatt beégett feltételes reflex. Egy rendszer akkor működik optimálisan, ha csak és kizárólag a szükséges valós folyamatait tartalmazza, megszabadul a felesleges elemektől, valamint feltárja az addig nem működtetett objektumáramokat. Amennyiben sikerül a felesleges elemeket – a szobrászathoz hasonlóan – lefejtetni a rendszerről, és ráépíteni a még feltárt objektumáramokat, megkapjuk az igazán hatékony folyamatrendszert, amelyet a rendszerben áramló elemek fognak irányítani és meghatározni. Ez fogja biztosítani a rendszer számára a hatékony működést.

## Alapfogalmak

A fogalmak egységesítésére való törekvés a LOST kutatócsoportnál egy nagyon fontos szempontként jelent meg, mivel a szakirodalomban használt fogalmakat, valamint az általunk használt definíciókat össze kellett hangolni, illetve a munkacsoportok egységes fogalomhasználata elkerülhetetlen egy integrált kutatásban. Erre vonatkozóan a gyakorlati fázist megelőzte egy mély szakirodalmi elemzés (Gubán – Kása 2013).

Egy korábbi cikkben (Gubán – Kása 2014a) már tettünk kísérletet az egzakt fogalomrendszer kialakítására, de sok esetben jelentkeztek igények a finomításokra, ezért most ezen igények szerint próbáljuk tisztázni a kutatási alapfogalmakat a cikk első részében, illetve az egységesen már elfogadottakat változtatás nélkül mutatjuk be. Ezt a konceptualizálási folyamatot mutatja be az *1. ábra*.

1. ábra: A konceptualizálás lépései



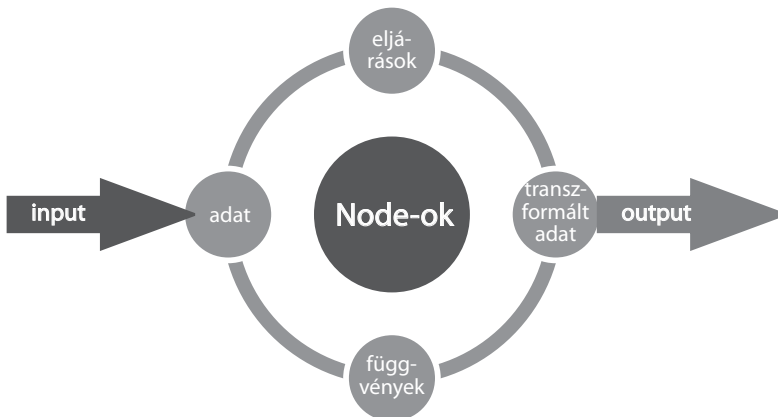
A kutatás során a következő definíciókat határoztuk meg:

1. definíció. **Node.** A node egy áramlási rendszer olyan objektuma, amely bármilyen áramló elem transzformációjára vonatkozó adatok:

- input-output transzformációjára,
- típustranszformációjára,
- elemösszevonására,
- szétválasztására, valamint
- törlésére

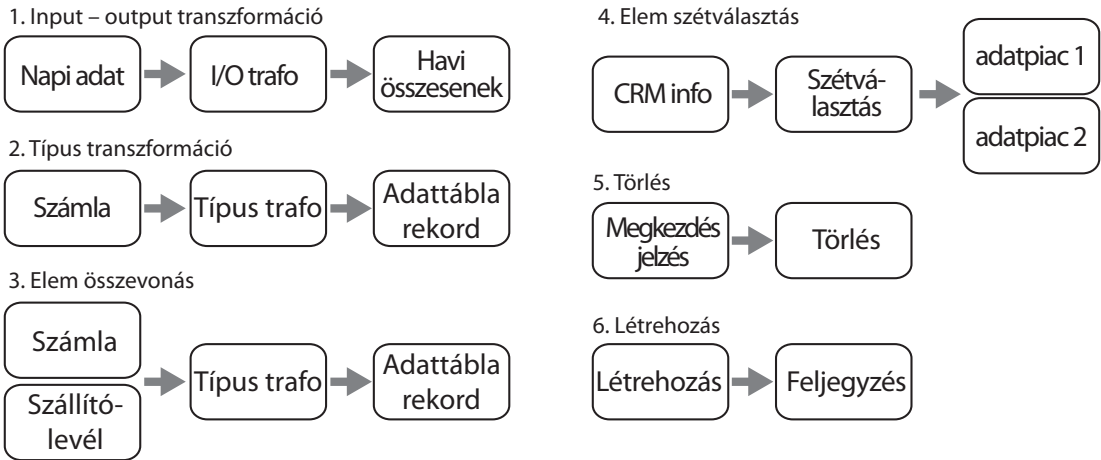
képes.

2. ábra: Node-funkciók



A továbbiakban a fent említett képességeket összefoglaló névvel **transzformációnak** nevezzük. Az olyan transzformációt, ahol az input típusa nem egyezik meg az output típusával, **típustranszformációnak** nevezzük.

3. ábra: Node-transzformációk



2. Definíció. **Fluidum** alatt minden olyan anyagi vagy nem anyagi alapú (esetleg transzcendentális) elemet értünk, amely egy adott rendszer valamely két node-ja között áramolhat, valamely node-on transzformálódhat, kialakulhat (például alkatrész, félkész termék, nagy nyomású levegő, adat, információ, humánerőforrás, kávészállítmány, banánszállítmány stb.).

3. Definíció. **Fluidumáram.** A vizsgált fluidumoknak egy olyan véges csoportját, mely egy megadott időintervallumban meghatározott node-sorozatot határoz meg – úgy, hogy ebbe a sorozatba beleértendő a node-transzformációk sorozata, a node-hoz kapcsolódó belépési és kilépés típusjellemzők (típustranszformáció), valamint a node-sorozat időszerkezete is –, **fluidumáramnak** nevezzük.

Egy fluidum áramlása a  $[t_s; t_f]$  időintervallumban a következő módon írható le:

$$F(d; \tau; W)_{[t_s; t_f]} = \langle (c_{i_0j_0}; \tau_0; W_0; T_{s0}; T_{o0}); (c_{i_1j_1}; \tau_1; w_1; t_{s1}; t_{o1}); \dots (c_{i_mj_m}; \tau_m; w_m; t_{sm}; t_{om}) \rangle, \quad (1)$$

sorozat, ahol  $(c_{i_lj_l}; t_{s_l}; t_{o_l}) : l = 1; \dots, m + 1$  azt jelenti, hogy valamely folyamat  $c_{i_lj_l}$  node-jába belépett a fluidum  $\tau$ , illetve  $\tau_{l-1}$  típusal és a típushoz tartozó  $w$ , illetve  $w_{l-1}$  súlyértékkel. A kilépő fluidum  $\tau_l$  típusal és  $w_l$  súllyal rendelkezik.

A másik két paraméter a node-ba belépés, illetve a kilépés időpontját jelenti  $t_{sl} \leq t_{ol} \in [t_s; t_f]$ , valamint  $t_{ol} \leq t_{sl+1}$ . Természetesen a  $\check{C}(F) = \langle c_{i_0j_0}; c_{i_1j_1}; \dots, c_{i_mj_m} \rangle$  sorozatban egy node akár többször is szerepelhet. A 3. definícióból következik, hogy a sorozatban szereplő node-ok száma véges.  $|\check{C}(F)|$  a sorozatban szereplő node-ok számát fogja jelenteni.

A fenti definíciók segítségével már megadhatjuk a számunkra releváns (gazdasági) folyamat meghatározását. A továbbiakban röviden csak a folyamat kifejezést használjuk.

4. Definíció. **Folyamat** alatt azon fluidumáramok egy kötegét (*batch*) és kapcsolataikat értjük, amelye(ke)t önkényesen és/vagy tudatosan egy gazdasági szervezet egy egységként kezel. A folyamat minden esetben egy absztrakt fogalom, melyhez tartozik egy modell, mely a folyamat szerkezetét hivatott megmutatni. Ez a modell lesz a kutatás során a vizsgálat kiindulása és végső tárgya.

5. Definíció. **Folyamatpéldány**. Egy folyamat valódi igény alapján megvalósuló valós tevékenységsorozat.

A fenti két fogalom – a fluidumáram és a folyamat – a kutatás során sok esetben keveredett, ezért kellett mindkettőre egy markáns, egymástól jól elhatároló meghatározást adni. Mint a fenti definícióból látszik, nagyon is eltérő a két fogalom, mivel a folyamat számunkra a valamilyen módon összefüggő-kapcsolódó fluidumáramok egy rendszere.

A következőkben már nemcsak a folyamat fizikai szerkezetével foglalkozunk, hanem a benne szereplő humánerőforrás hatásával is. Erre utal a percepcióorientáltság. A korábbi vizsgálataink kimutatták, hogy minden folyamatot, minden node-ban, felhasználói percepciók irányítanak, azaz egy termelési folyamatot elsődlegesen a megrendelők – mint felhasználók – igényei irányítanak, de hasonlóan bármely node-ban is található valamilyen „felhasználó”, aki a fluidumot transzformálja és áramoltatja. Ezen felhasználók igényeit, „megrendeléseit” kell kielégíteni az input oldalon, valamint a szolgáltatott outputokról levett „érzeteik” alapján tudják munkájukat végezni, ha a levett „érzetek” olyanok, hogy a munkájukat hatékonyabbá teszi – ezt az érzetet rendszeresen biztosítani kell számára. Ezáltal a folyamat hatékonysága, anélkül, hogy a folyamatba „belenyúltunk” volna, növelhető.

6. Definíció. **Felhasználó** az az entitás, aki/ami akár a rendszeren kívülről, akár a rendszeren belülről egy rendszerfolyamat vagy folyamrész felé fluidumigényt nyújthat be, és lehetősége van fluidumtranszformációt végrehajtani. Eszerint megkülönböztetünk: interusereket és intrasusereket.

A rendszerrel kapcsolatban a felhasználó nem tekinthető egyszerűen úgy, mint egy hagyományos megrendelő (ügyfél). Ezek a felhasználók a megrendeléseikben és igényeikben szeretik érvényesíteni a rendszer tulajdonságaiból eredő percepcióikat is. Emiatt célszerű a felhasználói percepciók egyedi és egyértelmű értelmezése, mivel a társadalmi értelemben használt percepció fogalma túlságosan is elnagyolt.

7. Definíció. **Felhasználói percepció** alatt bármely felhasználónak az igényéhez és a megrendeléséhez kapcsolódó, a folyamatokból szerzett (szerezhető) ismeretek (adat és információ) együttes rendszerét és a felhasználóból kiváltott folyamatértelmezési hatásokat értjük. Egy belső felhasználó folyamatról alkotott percepcióját intrapercepciónak, egy külső felhasználó együttes érzetét a folyamatról (rendszerrel) interpercepciónak nevezzük

A fogalom maga ismét eléggé szubjektívnek tűnik. Ez következik abból is, hogy maga a felhasználó is rendelkezik saját képességekkel, ezek a képességek jelentősen befolyásolhatják a folyamatról szerzett információk mennyiségét és minőségét, valamint a felhasználóban kiváltott hatások is nagymértékben függhetnek a képességeiktől, a korábbi ismereteiktől (pl. egy hagyományos mobiltelefon és az okostelefon percepciós jellemzői lényegesen eltérőek).

Felmerül kérdésként, vajon kell-e egy rendszernek a vevői percepciókkal egyáltalán foglalkoznia a saját folyamatai kialakítása, működtetése során, főleg, amikor belülről úgy érzi, „minden rendben”? Nyilvánvaló, hogy a belső látásmód szegényes, a folyamatpéldányok együttese nagyon sok belső bizonytalanságot gerjeszthet, és ezáltal a rendszer működése nem feltétlen biztosítja az elvárt optimalitást.

8. Definíció. **Percepcióvezérelt folyamat**. Azokat a folyamatokat, amelyek működésére és szerkezetére hatással vannak az intra- és interpercepciók, percepcióvezérelt folyamatoknak nevezzük.

Fontosabb jelölések:

Legyen  $n \in \mathbb{N}^+$  a rendszerben feltárt folyamatok száma, valamint  $P_i (0 < i \leq n)$  a rendszerben egy folyamat, jelölje:

$D$ : a rendszerben áramló, a fenti értelemben általánosított fluidumok véges halmaza; amennyiben a fluidum egy időpontban a  $P_i$  folyamathoz tartozik, akkor  $d \in D$  esetén  $d \uparrow P_i$  jelöléssel élünk;

$\tau$ : a rendszerben előforduló fluidumok típusalmaza, vagyis azt a szerepet, amelyet az adott vizsgálati node-ban betölt. Például ilyen típus lehet az egy folyamat bemeneti oldalán szereplő alkatrész, alapanyag, bizonylat, vagy egy adott csatlakozási ponton adat, esetleg egy döntéshozatali helyen információ, de lehet várakozási elem is. A típusalmaznak vannak általános elemei, de vannak rendszer- és folyamatspecifikus elemei is.

Továbbá jelölje

$[t_s; t_f]$ : a rendszervizsgálati időintervallumot;

az  $R[r_{ij}]$ : mátrix mutatja, hogy a  $P_j$  folyamat valamilyen módon fluidumot szolgáltat a  $P_i$  folyamat ( $0 < i, j \leq n$ ) számára.  $r_{ij} := \{(d; T) \mid d \in D; T \in \tau\}$  a „fluidumkapcsolatok” halmaza lesz. (Nyilvánvaló, hogy a mátrix nem szimmetrikus.)

Fontos meghatározni a folyamatok bemeneteit, kapcsolódási pontjait, valamint kimeneteit, áramlási szempontból fontos jellemzőit.

Jelölje

$I(P_i) = \{(d; T; t) \mid d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$ : egy folyamat bemeneti fluidumjellemzőinek halmazát, amelyben a bemeneti fluidum típusa és a bemeneti időpont szerepel (az idő lehet részidő-intervallum is). [Az idő relatív is lehet, amennyiben a folyamat indulásához viszonyítunk, illetve alkalmazzuk a  $(d; T; t) \uparrow P_i$  jelölést.];

$O(P_i) = \{(d; T; t) \mid d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$ : egy folyamat kimeneti fluidumjellemzőinek halmazát, amelyben a kimeneti fluidum típusa és a kimeneten megjelenés időpontja szerepel (az idő lehet részidő-intervallum is);

$c_{ij}$ : a  $P_i$  ( $0 < i \leq n$ ) a folyamat  $j$ -edik kapcsolódási pontját (egy kitüntetett pont);

$\tilde{C}(c_{ij}) = \{(d; T; t) \mid d \in D; T \in \tau; t \in [t_s; t_f]\}$ : egy folyamat  $j$ -edik kapcsolódási pontjának fluidumjellemző halmazát, amelyben a fluidum, annak típusa és a megjelenés időpontja szerepel, az idő lehet részidő-intervallum is. Itt olyan speciális fluidum is lehet, mint pl.: 'várakoztatás ... ideig', 'csatlakozás várakozás nélkül' stb.;

$(T_i; T_j)_d$ :  $d$  fluidum transzformációját. A transzformáció történhet magán a folyamaton, de történhet node-ban is. (A folyamaton történő transzformáció elhagyható.) Amennyiben áramlás közben történik transzformáció, akkor ezen az áramon virtuális node-ot hozunk létre, és a transzformációt ehhez rendeljük.  $T_d$  a  $d$  fluidum lehetséges típus-halmazát jelenti. ( $0 < i; j \leq |T_d|$ ). (A továbbiakban a transzformációkat az egyszerűség kedvéért  $\hat{T}$ -vel jelöljük, valamint  $\hat{\emptyset}$  az üres transzformációt jelenti, azaz, ha nem történt típusváltás.)

## A logisztizálás, mint a folyamszervezés eszköze

A szolgáltatási folyamatok elemzésének egy hatékony megoldása lehet, ha a folyamatokat ugyanolyan aspektusból vizsgáljuk, mint a termelési logisztikai folyamatokat. Mivel a logisztikai folyamatok vizsgálatához – egzaktáguk miatt – „könnyen” készíthető vizsgálati módszer, esetleg módszertan is, ezért, ha a logisztikai folyamatokhoz kialakítjuk, akkor átmenthetők a szolgáltatási folyamatokra is. A műszaki-matematikai elemzések előnyösek, mivel nem azt vizsgálják, hogy a folyamat elemei mit csinálnak, részenként hogyan működnek, hanem elsősorban azt figyelik, hogy a teljes rendszer folyamatainak milyen az egymással való kapcsolata, hogyan működnek együtt, valamint figyeli a folyamatokhoz kapcsolódó anyagok, bizonylatok, dokumentumok, alkatrészek, félkész termékek, esetleg az emberek, vagy más, esetleg elvont elemek áramlási módját. Ilyen típusú áramlások minden rendszer folyamataiban kimutathatók, és megmutatják a rendszerfolyamatok szerkezetét. Ennek oka az, hogy az anyagáramlás egyik legfontosabb kísérőfolyamata – de tekinthető elsődleges folyamatnak is – az információ áramlása. Ez utóbbi annyiban tér el az anyagáramlástól, hogy azzal megegyező és fordított irányban is zajlik. Igen fontosak ma már az ezekkel az anyagáramlási folyamatokkal egy időben

konkurensen zajló információáramlások. Ettől eltekintve a két áramlási folyamat szerkezete és modellje azonos. A cikkben többek között ezt szeretnénk megmutatni.

Az előző fejezetben előkészítettük azokat a fogalmakat, amelyek segítik a folyamatok mélyebb megértését, és ezek vizsgálatának eredményeként a folyamatok javíthatóak lesznek. A logisztikai folyamatok vizsgálatában a logisztizálást – mint technikát – modellezési és elemzési eszközként fogjuk használni. Az elnevezést a jól definiált és jól modellezhető logisztikai folyamatokról, illetve az ellátásilánc-folyamatokról kapta. Így egységes folyamatelemzést tudunk végezni a gazdasági szervezetben előforduló folyamatokra, folyamatrendszerre.

9. Definíció. **Logisztizálás.** Logisztizálás alatt egy rendszer folyamatainak időbeli, térbeli és jellemzőbeli változásainak a hatékonyság, optimalitás és érzékenység szempontjából történő modellezését és elemzését értjük. A logisztizálást a folyamatban áramló fluidumok dinamikus vizsgálatával fogjuk végezni. A koncepció előzménye a (Gubán – Kása 2014b)-ben megtalálható.

Mivel rendszerekben gondolkodunk, ezért nulladik lépésként a rendszerhatárokat jelöljük ki. A logisztizálás során első lépésben megpróbáljuk feltárni a rendszerben lévő folyamatokat – itt arra kell törekedni, hogy a rendszer működése szempontjából az összes stratégiaileg fontos folyamatot felismerjük. Cél lehet az is, hogy minél több, esetleg az összes további folyamatra is ráleljünk. Majd a rendszerben feltárt folyamatokat áramlási szempontból elemezzük, azaz megkeressük a folyamatok kezdeti – az áramlás szempontjából bemeneti – és záró, azaz kimeneti node-jait, illetve megvizsgáljuk, hogyan kapcsolódnak a folyamatok egymáshoz. Ezek után meghatározzuk a kapcsolódási pontok típusát, jellemzőit. Egy szolgáltatási rendszerben csak véges sok vizsgálandó folyamat szerepelhet. Az ilyen típusú elemzés eredményeként kapott modellről már lecsupaszíthatók a gazdasági környezet által szolgáltatott zavaró, és az elemzés szempontjából felesleges elemek. A szolgáltatási, termelési folyamatok nem statikusak, ezért a fluidumáramlás lesz a számunkra érdekes kérdés.

A fluidum áramlása áramlási szempontból két csoportra osztható:

- node-os áramlás,
- folytonos áramlás.

A node-os áramlás esetén a fluidumtranszformáció csak a node-on érzékelhető és fejt ki hatását, folytonos esetben a transzformáció a folyamat bármely pontján hatást fejthet ki. A vizsgálataink szempontjából – mivel gazdasági folyamatok szimulációját szeretnénk elvégezni – számunkra a node-os áramlás lesz a fontos, és ezt tekintjük át.

Legyen  $d \in D$  egy fluidum, valamint legyen  $P_0$  a fluidum vizsgálatának kezdeti időpontjában ( $t_0$ ) (az a folyamat, amelyben, vagy amelynek bemenetén megjelenik a fluidum, és legyen a fluidum kezdeti típusa  $T_0$ . Így  $(d, T_0, t_0) \in P_0 \cup I(P_0)$ ).

A fluidum áramlása a  $[t_s; t_f]$  időintervallumban a következő sorozattal írható le:



$$F(d)_{[t_s; t_f]} = \langle T_0; (c_{i_0j_0}; t_{s0}; t_{o0}); T_1; (c_{i_1j_1}; t_{s1}; t_{o1}); \dots; T_m; (c_{i_mj_m}; t_{sm}; t_{om}); T_{m+1} \rangle, \quad (2)$$

ahol

$$\hat{T}_l \in \{(T_i; T_j)_d\} \cup \{\hat{\emptyset}\}; l = 1; \dots; m+1, \quad (3)$$

és

a (3)-ban a  $(c_{i_lj_l}; t_{sl}; t_{ol}); l = 1; \dots; m+1; c_{i_lj_l}$  node;  $t_{sl} \leq t_{ol} \in [t_s; t_f]$ , valamint  $t_{ol} \leq t_{sl+1}$ .

A  $t_{sl}$  a node-hoz érkezés időpontja,  $t_{ol}$  a node elhagyásának időpontja. A teljes fluidum-áramlás időtartama a  $[t_s; t_f]$  időintervallumban  $[t_{s0}; t_{om}]$ .

Megjegyzés: A

$$\check{C}(F) = \langle c_{i_0j_0}; c_{i_1j_1}; \dots; c_{i_mj_m} \rangle \quad (4)$$

sorozatban egy node akár többször is szerepelhet, egyetlen megkötés van, a node-ok sorozata véges (ez következik a definícióból).

Homogén a fluidumáramlás, ha  $F(d)_{[t_s; t_f]}$  egy áramlás és  $\hat{T}_l = \hat{\emptyset}; l = 1; \dots; m+1$ .

A fluidumáramok megfelelő minősítése érdekében bevezetjük a fluidum-súlyfüggvényt. Mivel ez az érték a folyamaton haladva változhat, ezért beépítjük a transzformációba.

Legyen  $(T_i; T_j)_d$  típustranszformáció, valamint legyen  $w(T): T \in \tau$  súlyfüggvény, melyet az adott fluidumtípushoz rendelünk. Ez egy előjelkötetlen mennyiség, hiszen a negatív fluidumsúly jelenthet egy ellentétes áramlást is.

Ekkor egy transzformáció:

$$\hat{T}_{ij} = ((T_i; w_i); (T_j; w_j))_d, \quad (5)$$

ahol a súlyok a fluidum aktuális típusához tartozó értékek. Ez a megoldás anyag esetén mennyiségi és minőségi változást is megenged egy fluidumon. Mivel a típusalmaz tartalmazhat diszkrét és folytonos értékű típusokat (a definíció nem tartalmaz megkötéseket), ezért hasonlóan kezelhető egy diszkrét anyagáramlás vagy egy információáramlás, hiszen az információ mennyisége is változhat, hasonlóan, mint ahogy az anyag mérete is változik a megmunkálás során.

A kibővített node-os fluidum-áramlás a  $[t_s; t_f]$  időintervallumban a következő módon módosul:

$$F(d)_{[t_s; t_f]} = \langle T_0; (c_{i_0j_0}; t_{s0}; t_{o0}); T_1; (c_{i_1j_1}; t_{s1}; t_{o1}); \dots; T_m; (c_{i_mj_m}; t_{sm}; t_{om}); T_{m+1} \rangle \quad (6)$$

sorozat, ahol

$$\hat{T}_l \in \{((T_i; w_i); (T_j; w_j))_d\} \cup \{\hat{\emptyset}\}; l = 1; \dots; m+1 \quad (7)$$

és  $(c_{i_lj_l}; t_l); l = 1; \dots; m+1; c_{i_lj_l}$  kapcsolódási pont;  $t_l \in [t_s; t_f]$ .

A fenti fluidumáramlási rendszerben feltárt folyamatokhoz újabb, a fluidumhoz köthető folyamatok definiálhatók. Ezek sokkal informatívabb folyamatok lesznek, mint kezdeti folyamataink.

Legyen két áramlási folyamat  $F_1 = F(d_1)_{[t_{s1}; t_{f1}]}$ ;  $F_2 = F(d_2)_{[t_{s2}; t_{f2}]}$ . Azt mondjuk, hogy az  $F_1 \leq F_2$ , azaz  $F_1$  részfolyamata az  $F_2$ -nek, ha  $[t_{s1}; t_{f1}] \subseteq [t_{s2}; t_{f2}]$  és  $\check{C}(F_1) \subset \check{C}(F_2)$ . Ez a meghatározás finomítható, ha nem várjuk el, hogy a teljes sorozat része legyen a másik sorozatnak: ( $\check{C}(F_1) \subset \check{C}(F_2)$ ).

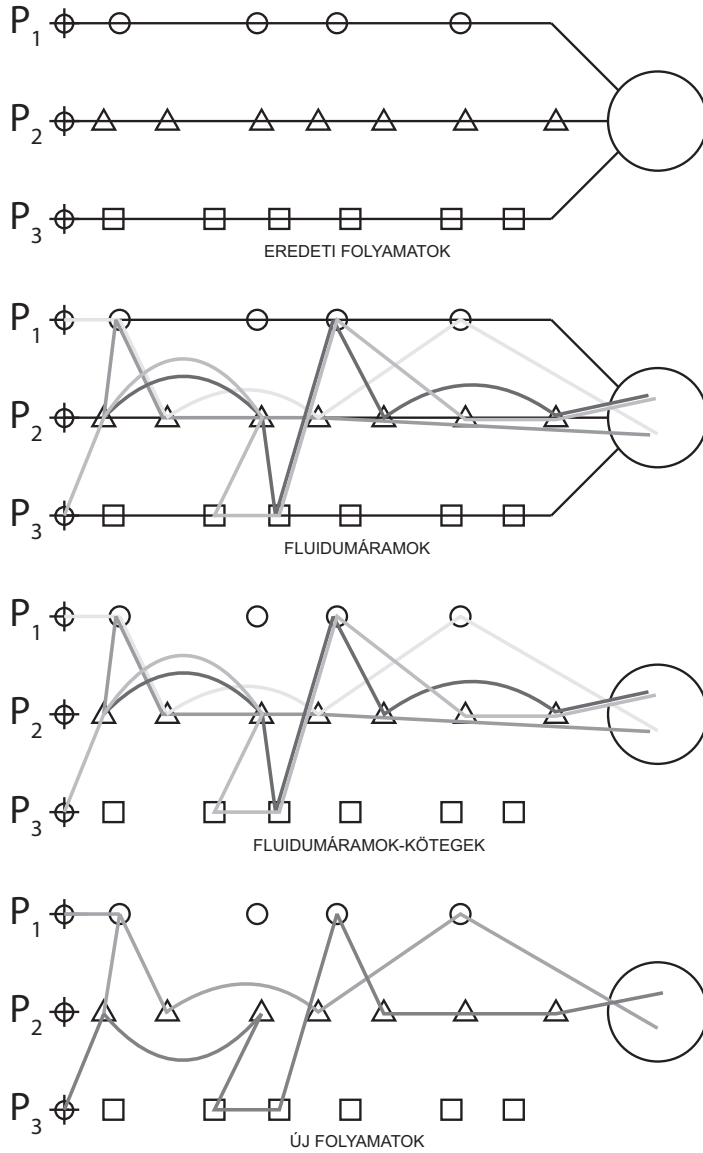
A logisztizálást mutatja be a 4. ábra a következő oldalon.

## Fluidumáramok entrópiája

Egy rendszerben feltárt folyamatok – és ez különösen érvényes a gazdasági rendszerekre – működése közben a folyamattal kapcsolatba kerülő személyek valamilyen módon belső véleményt alakítanak ki. Ezek a vélemények legtöbb esetben a folyamattal kapcsolatos érzeteiket tartalmazzák egyáltalán nem egzakt, modellezhető formában. Tovább bonyolítható a helyzet, ha nem csupán a folyamat végén lévő – a rendszer szempontjából leginkább külső – felhasználók érzeteivel foglalkozunk csak és kizárólag, hanem a belső node-okban a folyamatokhoz kapcsolódó belső – azaz a rendszer részét képező – felhasználók érzeteit is vizsgálatunk tárgyává tesszük. Nem csak a folyamatok keltenek a működésük során bizonytalanságot, hanem a node-okban elhelyezkedő humán erőforrások, azaz a belső felhasználók is. Sőt sok esetben az ő hatásuk a bizonytalanságra igen nagy mértékű lehet. Miért lehet a folyamatban bizonytalanság? Egyrészt egy nem jól definiált folyamat esetében nem feltétlen becsülhető meg a működés eredménye vagy az eredmény valószínűsége. Egy jól definiált folyamat esetében a működés közben fellépő technikai, technológiai zavarok is bizonytalanságokat generálhatnak, jobb eset, ha ezek megjelenésének valószínűsége ismert vagy becsülhető. Korábban említésre került, hogy maguk a felhasználók is kelhetnek saját magukban „bizonytalanságot” azáltal, hogy nem látják át tevékenységük célját, a környezetet, a lehetséges problémák halmazát, valamint nem is mérik a problémák megoldási módszereit, stb. A felhasználó által generált bizonytalanságok nagy veszélyt rejthetnek magukban – ellentétben a technikai bizonytalanságokkal –, egyrészt, mert folyamatjavítási eljárásokkal nem küszöbölhetők ki vagy nem csökkenthetők jelentős mértékben, másrészt igen nehéz feltárni őket, mivel maga a felhasználó sincs sok esetben a tudatában annak, hogy milyen mértékben „látja rosszul” a rendszert. Mindezek miatt célszerű lenne először a technikai bizonytalanságot meghatározni valamilyen módon, majd ennek ismeretében valamilyen módon mérni a felhasználó által érzékelt és mások számára keltett bizonytalanságokat. Erre nagyon kevés kísérlet található a szakirodalomban (Jing 2012; Jung et al. 2011). Ezek a dolgozatok kisebb-nagyobb hasonlóságot mutatnak a mi elképzeléseinkkel, felvetéseik

sugallják, hogy valamilyen entrópiafogalmat kell bevezetnünk, hiszen az előbb vázolt bizonytalanság csak és kizárólag a folyamatra definiálható, és valamilyen valószínűségtől függ csak, mint az IT-ben használatos shannoni entrópia (Shannon 1948).

4. ábra: Logisztizálás sematikus vázlata



A előzőekben leírtaknak megfelelően a bizonytalanság mértékét két irányból lehet vizsgálni:

1. a külső felhasználók szempontjából,
2. a rendszer valós belső bizonytalansága aspektusából.

A gazdasági rendszerek minden esetben nyílt rendszerek, így a bizonytalanságukat (megbízhatóságukat) egyrészt a külvilág, másrészt pedig a belső felhasználók befolyásolják. Az is igaz, hogyha egy gazdasági rendszer nem kap a termékeire, szolgáltatásaira megrendelést és nem végez látszólagos tevékenységet (passzív rendszerek), a környezetével továbbra is kapcsolatot kell, hogy tartson, hiszen a társadalmi, jogi stb. környezet ezt megkívánja. Ebben az esetben állíthatjuk, hogy van belső felhasználójuk, és továbbra is van valamilyen „megrendelésük” (pl. adózási, beszámolási stb. kötelezettségek). Ezek alapján az ilyen passzív rendszerek is ugyanúgy kezelhetők, mint az aktívak. Tehát állíthatjuk, hogy az általunk vizsgált minden rendszer esetében van külső bizonytalanságot növelő hatás. A node-okban található belső felhasználók igényeik és outputjaik révén is növelhetik a bizonytalanság mértékét. Valamilyen módon ennek a kettőnek a hatásából kell összeállítani a folyamatrendszerekre vonatkozó megbízhatósági mértéket.

## Folyamatok node-i entrópiája

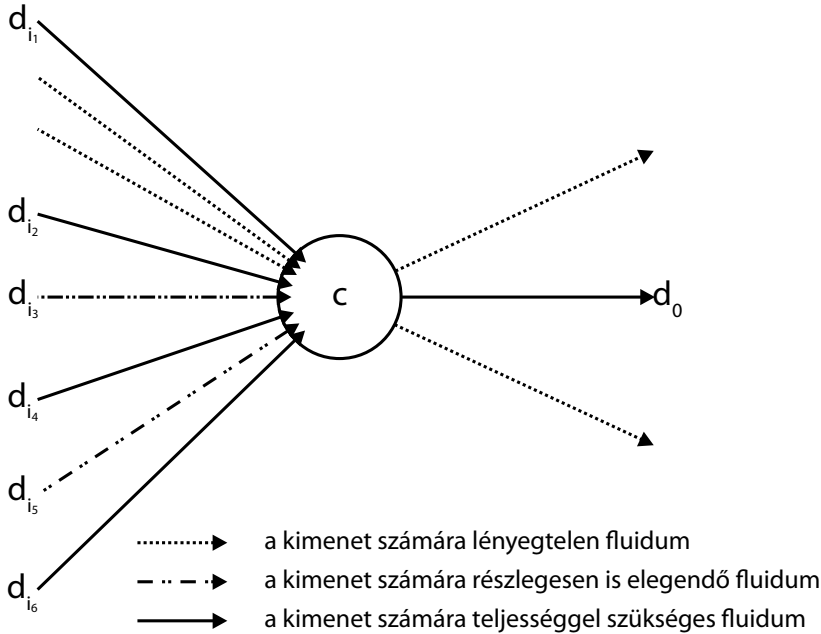
Első lépésben a fluidumáram-rendszer valódi entrópiáját fogalmazzuk meg. Legyen egy node és legyen a node-ba beérkező fluidumok halmaza  $D_I(c) = \{d \mid d \in D; d \in \text{input}(c)\}$ , valamint a node-ból kiáramló fluidumhalmaz  $D_O(c) = \{d \mid d \in D; d \in \text{output}(c)\}$ . Egy adott  $d \in D_O(c)$  outputfluidumot a  $c$  node-ban meghatározó fluidumok halmaza legyen  $D_c(d)$  és legyen  $n_d = |D_c(d)|$ . Az, hogy egy fluidumot egy másik fluidum meghatároz, azt jelenti, hogy a node-ban végbemenő valamely transzformáció outputján, illetve inputján található (lásd 3. ábra). Annak valószínűsége, hogy a  $d$  fluidum megfelelő módon (típusban, értékben és időben elvárt módon) megjelenik a node outputján, legyen  $P_{O_c}(d)$ . Ezt a valószínűséget a meghatározó bemeneti fluidumok megfelelő beérkezési valószínűségei, valamint a node-i transzformáció valószínűsége együttesen határozzák meg.

Annak a valószínűsége, hogy a  $d$  kimeneti fluidumot meghatározó  $d_j \in D_c(d)$  ( $j = 1; 2; \dots; n_d$ ) bemeneti fluidum megfelelő módon (teljesen és időben) beérkezik a node-ba, legyen  $P_I(d_j)$ . Mivel a beérkező fluidumok eltérő módon befolyásolják a kimeneti fluidum megfelelő megjelenését, ezért a bementi fluidumok valószínűségei is eltérő súllyal vannak befolyással a kimentre. Ennek megfelelően a bementi fluidumok hatásvalószínűsége

$$P_i(d) = \sum_{j=1} \lambda_j P(d_j), \quad (9)$$

ahol  $\sum_{j=1}^{n_d} \lambda_j = 1$  és a  $\lambda_j$  a bemeneti fluidum befolyásolási tényezője lesz. Könnyű belátni, hogy a  $P_i(d)$  is valószínűség lesz.

5. ábra: Be- és kimeneti, ill. meghatározó fluidumok



Jelentsé  $A_j$  ( $j = 1; 2; \dots; n_d$ ) esemény, ha a  $d_j \in D_c(d)$  bemeneti fluidum megfelelő módon beérkezett (nem biztos, hogy a fluidum teljesen beérkezett, hanem a feldolgozás szempontjából elegendő mértékben, azaz a kimeneti fluidum számára teljesül a teljesség axiómája). Ennek megfelelően előállítható a node bizonytalanságát leíró valószínűség (azaz annak a valószínűsége, hogy a node nem követ el hibát  $A_d$ ):

$$P_c(d) = P(A_d | A_1 \cdot \dots \cdot A_{n_d}). \quad (10)$$

Ezek alapján megadható, hogy egy kimeneti fluidum mekkora teljességi valószínűséggel hagyja el a vizsgált node-ot:

$$P_{Oc}(d) = P_i(d)P_c(d).$$

**A node fluidumentrópiája:**

$$H(C_d) = -\log_2 P_{Oc}(d).$$

valamint a **node entrópiája:**

$$P(c) = \sum_{k=1}^m \delta_k P_{oc}(d_k); \sum_{j=1}^m \delta_j = 1 \quad (11)$$

$$H(c) = -\log_2 P(c). \quad (12)$$

*Megjegyzés:* a (11) valószínűségben azért kellett egy súlytényezőt bevezetni, mivel előfordulhat olyan eset, amikor a kevésbé „fontos” fluidum nagy bizonytalansága magas értéket adhat, amellett, hogy sok fontos megbízható fluidum van a node outputján. Sok esetben ez a tényező könnyedén meghatározható a fluidum áramlási tulajdonságaiból.

## Folyamatentrópia

A folyamatentrópia elvileg egyszerűen meghatározható a node-i entrópia segítségével. A folyamat bemenetén jelentkező fluidumok végigáramlanak a folyamat node-jain. Egy kimeneti fluidum egy vagy több node bemenetén megjelenik ugyanazzal a teljességi valószínűséggel, mint a kimeneti esetében, azaz a  $c_i$  node szolgáltatja a  $d$  fluidumot a  $c_k$  node számára. Ekkor  $P_{Oc_i}(d) = P_{Ic_k}(d)$ .

Legyen  $p$  egy a rendszerben feltárt folyamat. Vegyük az  $I(p)$  bemeneti fluidumhalmazt.

A folyamatentrópiát konstruktív módon határozzuk meg.

### 1. lépés

Nevezzük felismert node-i fluidumnak azt, amelynek egy node-i teljességi valószínűsége ismert. Ezek halmazát jelölje  $E(p)$ . Kezdetben  $E(p) = I(p)$ .

### 2. lépés

Vegyük azokat a node-okat elhagyó kimeneti fluidumokat, amelyeket az  $E(p)$  fluidumok egyértelmű módon meghatároznak, és teljességi valószínűségeiket a bemeneti fluidumok és a node segítségével meghatározhatjuk. Legyen ezek halmaza  $T(p)$ .

### 3. lépés

$$E(p) := E(p) \cup T(p). \quad (13)$$

### 4. lépés

Vizsgáljuk meg, hogy minden kimeneti fluidumra meghatároztuk-e a teljességi valószínűséget:

$$O(p) \subset E(p)? \quad (14)$$

Amennyiben a feltétel nem teljesül, vissza a 2. lépésre.

### 5. lépés

Ellenkező esetben minden kimenő fluidum teljességi valószínűségét meghatároztuk. Ennek segítségével a folyamat entrópiája:

$$P(p) = \sum_{d \in o(p)} \delta_k P(d); \sum_{d \in o(p)} \delta_k = 1$$

$$H(P) = -\log_2 P(p) \quad (15)$$

### Intrauser entrópia

A felhasználók nem feltétlenül a valós folyamatentrópiát tapasztalják, sőt inkább igen nagy mértékben eltérő érzettel rendelkeznek.

Intrauserek azok, akik egy node-ban „ülnek”, és irányítják és/vagy végrehatják a transzformációkat. Percepcióik révén rendelkeznek egyfajta ismerettel a számukra fontos bejövő fluidumokról, így érzeteik szerint állapítják meg a fluidum teljességének „valószínűségét”. Ez a valószínűség természetesen nem lehet 0, hiszen ebben az esetben a transzformációt nem is kezdené el, és nem venne részt a folyamatban. Tehát a percepcionális entrópia esetében a lehetetlen esemény nem okozhat 0 entrópiát.

Legyen az intrauser ( $u$ ) által használt bemeneti fluidumok halmaza  $D_c(u)$ , és legyen  $n_u = |D_c(u)|$ . Legyen a  $d \in D_c(u)$  fluidum teljességi percepciója (azaz az intrauser által érzékelt teljességi valószínűség, másképpen milyen valószínűséggel érzi, hogy pontosan, megfelelő minőségben és a megfelelő mennyiségben kapta a fluidumot) az előzőeknek megfelelően az intrauser percepcionális entrópiája

$$H(u) = -\log_2 \sum_{j=1}^{n_u} \lambda_j P(d_j) \quad (d_j \in D_c(u)) \quad (16)$$

ahol  $\sum_{j=1}^{n_u} \lambda_j = 1$  és a  $\lambda_j$  a bementi fluidum percepcionális jelentőség-tényezője.

### Interuser entrópia

Egy interuser bizonytalanság mindig felhasználóigény-függő, azaz lehet egy termelő rendszerrel szemben igény a határidő teljesítése, a minőségi elvárás, a felhasználó megbízhatósága stb. (egyszerű paraméter), valamint lehet ezek tetszőleges variációja is (összetett paraméter) (és itt a variációban a paraméterek prioritásai is szerepet játszhatnak). Egy interuser számára egy rendszer bizonytalanságát a rendszerről kapott információkból összegyűjtött adatok határozzák meg. Amennyiben a határidő teljesítését vesszük szempontnak, akkor a teljesítés időpont-

ján kívüli időpontban célszerű azt vizsgálni. Az nyilvánvaló, hogy a teljesítés időpontjában a bizonytalanság mértéke a lehető legkisebb értéket veszi fel, mivel akár teljesült, akár nem, az igény kielégítése megadta. Ebből következik, hogy a felhasználó a rendszer kimenetéről egyértelmű választ adott, és így a bizonytalanság megszűnt. Minden más időpontban az interuserek szempontjából a bizonytalanság percepciófüggő, azaz az interuser minél kevésbé ismeri a rendszer folyamatait, annál kevésbé képes a döntéseit nagy biztonsággal meghozni, ezáltal magas a bizonytalanság mértéke. Mivel egy gazdasági szervezet folyamatrendszere sztochasztikus, ezért szerepet játszik a bizonytalanságban a más felhasználó által benyújtott igényrendszer, a rendszer teljesítménykorlátjai és a folyamatok belső rendszere. Ebből a szempontból vizsgálva az interuser bizonytalanságát egyrészt meghatározza a rendszerről kapott információk mértéke, de nagyon nagy mértékben befolyásolják a felhasználói percepciók is. Hiába kap a felhasználó igen komoly információkat egy folyamatrendszerről, nem biztos, hogy a percepciói révén képes azokat észlelni vagy értelmezni. Éppen ezért az interuser entrópia fogalmát e két jellemzőből kell összeállítani. Ezt pontosítva, az interuser entrópia a shannoni entrópia percepcionális torzulása lesz.

Ehhez meg kell határoznunk a fluidumáramok által szolgáltatott információk halmazát, mint a shannoni eseményteret.

Legyen  $p$  egy paraméter (egyszerű vagy összetett), amelynek értéke az interuser számára releváns lehet az adott  $t_d$  időpontban. Az aktuális időpont legyen  $t_0$  ( $< t_d$ ), és legyen  $t \in [t_0; t_d]$ . Továbbá ismert az összes fluidumáram halmaza (6)-nak megfelelően  $\Phi_{[t_0; t_d]} = \{F(d)_{[t_0; t_d]}\}$  legyen. Egy fluidumáram jellemzői a fluidumok, azok típusai, súlyai, transzformációi stb. Legyen egy virtuális node  $c$  az, amelyben virtuálisan az interuser „ül”. A számára szükséges fluidumok ennek a node-nak a bemenő fluidumai, így az interuser **percepcionális torzulásos shannoni entrópiája** (vagy röviden percepcionális entrópiája) a (14)-nek megfelelően

$$H_u = H(c) \quad (17)$$

lesz, melyet a fluidumáram-rendszer bizonytalansági mértékének nevezünk.

Minden más időpontban a bizonytalanság egy olyan minimális értéket vesz fel, amelyet a felhasználó a rendszerrel kapcsolatos percepciói alapján állít be (ezt nyilván nagymértékben befolyásolja a tapasztalata is).

## A entrópiánövekedés dominóhatása

Az entrópia ismeretében érdemes azzal foglalkozni, hogy az egyes node-okban megjelenő entrópiaváltozás milyen hatással lesz a fluidum áramlása szerinti következő node-ra. Vegyük



a  $F(d)_{[t_s; t_f]} = \langle \hat{T}_0; (c_{i_0j_0}; t_{s_0}; t_{o_0}); \hat{T}_1; (c_{i_1j_1}; t_{s_1}; t_{o_1}); \dots; \hat{T}_m; (c_{i_mj_m}; t_{s_m}; t_{o_m}); \hat{T}_{m+1} \rangle$  fluidumáramot, ekkor a  $\check{C}(F) = \langle c_{i_0j_0}; c_{i_1j_1}; \dots; c_{i_mj_m} \rangle$  az áramhoz tartozó node-sorozat, és legyen a node-okhoz tartozó  $H(c_{i_0j_0}); H(c_{i_1j_1}); \dots; H(c_{i_mj_m})$  a kiindulásentrópia-sorozat. Amennyiben a fluidum végigáramlása után azt tapasztaljuk, hogy a  $\Delta H(c_{i_0j_0}); \Delta H(c_{i_1j_1}); \dots; \Delta H(c_{i_mj_m})$  entrópiaváltozás-sorozatra

$$\Delta H_0(c_{i_0j_0}); \Delta H_1(c_{i_1j_1}); \dots; \Delta H_m(c_{i_mj_m}) < 0 \quad (18)$$

hatás jelent meg, akkor azt mondjuk, hogy a fluidumáramon **entrópiánövekedési dominóhatás** érvényesül.  $(\Delta H_k(c_{i_kj_k}) = H_{t_k}(c_{i_kj_k})|_{t_{ok}} - H_{t_k}(c_{i_kj_k})|_{t_{sk}}$  és  $t_k$  a  $k$ -adik node-on a fluidum megjelenésének időpontja,  $k = 0; \dots; m$ ).

Természetesen előfordulhat, hogy nem maga a fluidum felelős a dominóhatásért, de az őt jellemző fluidumáramon jelent meg az áramlása idején. Nagyon nehéz annak a vizsgálata, vajon a fluidum mennyire felelős a dominóhatásért, mivel a transzformációk során más fluidumok is hatnak egy fluidumra és annak node-i entrópiájára.

Mivel a jelen cikkben elsősorban a konceptualizálásra törekedtünk, ezért most ennek vizsgálata nem kerül részletezésre.

## Következtetések

A szolgáltatási folyamatok működésének és javításának egyik fő problémája, hogy a folyamatok nem jól modellezettek, és sok esetben maguk a folyamatban részt vevő entitások sem mindig ismerik. Ezt azt okozza, hogy a folyamatok megértése és modellezése nagyon bonyolult feladattá válik. A fluidumok feltárása, áramlási folyamataik megismerése nagymértékben segítheti a folyamatok belső működésének megértését, és ennek az ismeretnek a birtokában a folyamatok javítását is. A cikkben arra törekedtem, hogy a *Lost in Services* kutatócsoport számára – melynek célja a szolgáltatási folyamatok javítása percepció és entrópiacsökkentési módszerek használatával – egy jól használható és egységes szemléletmódot alakítsak ki, és egyértelmű fogalmakat adjak a kutatócsoport kezébe. Másrészt ezen fogalmakkal tudjuk a kutatási alcsoportok között biztosítani azt, hogy ne történjen félreértés. (Például: korábban igen nagy problémát okozott a 'fluidumáram' és a 'folyamat' fogalmának keverése.)

A fenti fogalmak és entrópiaeszközök segítségével megalkotható a fluidumáramokhoz egy automataelméleti modell, valamint az entrópia-dominóhatás vizsgálata segítségével a hibásan áramló fluidumok vagy fluidumáramok kiszűrése. Ezáltal elkészíthető egy ellentmondás- és redundanciamentes fluidumköteg-rendszer, és ebből létrehozható egy valós folyamatokkal működő hatékony szolgáltatás.

## Hivatkozások

- Gubán, Á. – Kása, R. (2013). A literature based review of business process amelioration methods and techniques regarding Service orientation. *Journal of Advanced Management Science*, 1(2), 230–235.
- Gubán, Á. – Kása, R. (2014a). Conceptualization of fluid flows of logistificated processes. *Advanced Logistic Systems: Theory and Practice*, 7(2), 27–24.
- Gubán, Á. – Kása, R. (2014b). Service logistics: Logistification of service processes. *Advanced Logistic Systems: Theory and Practice*, 7(1), 43–50.
- Heidrich, B. – Réthi, G. (2012). Services and Service Management. In N. Delener (ed.): *Service Science Research, Strategy, and Innovation: Dynamic Knowledge Management Methods*, pp. 1–36. Hershey: IGI Global.
- Jing, D. (2012). The study on business growth process management entropy model. *Physics Procedia*, 24, 2105–2110. doi:10.1016/j.phpro.2012.02.30.
- Jung, J.-Y. – Chin, C.-H. – Cardoso, J. (2011). An entropy-based uncertainty measure of process models. *Information Processing Letters*, 111(3), 135–141. doi:10.1016/j.ipl.2010.10.22.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423.