

KOVÁCS Zoltán

## EGY ELLÁTÁSI LÁNC SZIMULÁCIÓJÁNAK TAPASZTALATAI

A szimulációt és játékokat széles körben alkalmazzák rendszerelemzésre és az oktatásban. Összetett jellegüknel fogva az ellátási láncok megfelelő tárgyaik az ilyen jellegű vizsgálatoknak. Az elmúlt években a kutatók sokrétű tapasztalatot szereztek a jól ismert sörjátékkal. Jelen cikk kétféle alkalmazást mutat be: 1. újszerű tanulságokat a hagyományos játékból, 2. a sztochasztikus igényt tartalmazó továbbfejlesztett változattal kapcsolatos tapasztalatot. A játéknak sokféle tanulsága van: rendszerdinamika, rész és globális optimumok, illetve célkitűzések, irányítási vonatkozások, az információ és döntés viszonya, az előrejelzés fontossága, szervezeti tanulás és viselkedés.

*Kulcsszavak:* sörjáték, üzleti szimuláció, rendszerdinamika, készletezési stratégia, készletezési politika

A játékot az MIT Sloan School of Managementben fejlesztették ki annak érdekében, hogy rendszerkonceptiót és rendszerekben való gondolkodást tanítsanak menedzsereknek (Goodwin et al., 1994). Jay Forrester szektordinamikai kutatásai részeként az 1960-as évek elején a Rendszerdinamikai Csoport hozta létre (Sterman, 1992). A játék ellátási láncok versenyét valósítja meg.

Az egyszerű játék sok olyan – közöttük rendszer- szemléleti, rendszerdinamikai, irányításméleti, lélektani, csoportdinamikai – problémát vet fel, illetve szemléltet, amelyek a szervezetek napi gyakorlatában is jelen vannak. Mivel a résztvevők ezeket személyesen megtapasztalják, nemcsak megjegyzik (ismeretté válik), hanem befolyásolja a további viselkedésüket (fejleszti a kompetenciákat). Még az olyan, az oktatásban gyakran hangoztatott, ma már közhellyé vált elv is például, hogy „a részrendszer optimuma helyett az összrendszer optimumára kell törekedni” is valós tartalommal telik meg. Kiderül, hogy könnyű ezt elfogadni a rendszeren kívülről (felülről), de belső résztvevőként nemcsak az ilyen döntési helyzetet nehéz felismerni, de maga a döntés meghozatala is problémás, hiszen látszólag az összrendszer céljaival ellentétesen, altruista módon kell dönteni, ami a való életben ráadásul ellentétes az ösztönzőrendszer által közvetített elvárásokkal. A játék egyfajta bizonytalan információellátás melletti optimalizálásnak is tekinthető, amely problémakörre szemléletes példákat hoz-

nak Koltai és szerzőtársai (2009). A magasabb rendű optimumok témakörével foglalkozott Vörös (1981, 1999) is. A játéknak jelentős irodalma van. Ezek egy része a kifejlesztő kutatói műhelyből származik. (Sterman, 1992)

Peter Senge egy fejezetet szentel a magyarul is megjelent *The Fifth Discipline* (Az ötödik alapelv) című munkájában a sörjátéknak, mint egy példa a gondolkodásunkban meglévő korlátokra (Senge, 1990).

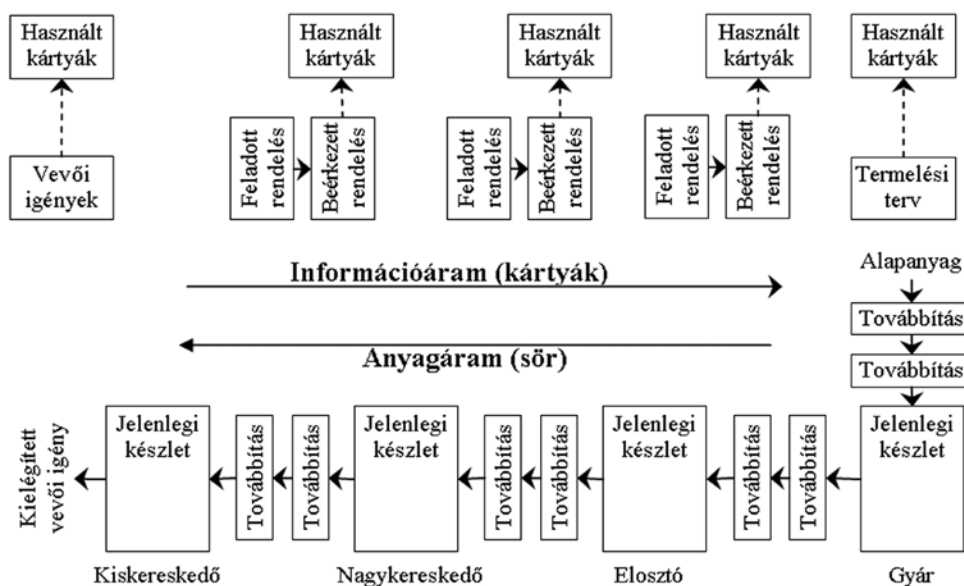
A játéknak léteznek számítógépes változatai (Coakley et al., 1998). On-line módon az interneten is játszható (<http://beergame.mit.edu>, <http://www.masystem.com/o.o.i.s/1365>, <http://www.beergame.lim.ethz.ch/>). Többféle fejlesztési környezetben szimulációs modellek is készültek a játékra (Kumar et al., 2007). Az idők során különböző változatok készültek el, amelyek működését elemezték (D'Atri et al., 2009). Jelen cikk szerzője Hollandiában olyan játék lebonyolításában vett részt, amelyben nem négy-, hanem ötszereplős volt az ellátási lánc. A játék saját továbbfejlesztését a „Saját alkalmazási tapasztalatok” című fejezetben mutatjuk be.

### Szabályok

A játékot egy táblán játsszuk, amely a sör gyártását és elosztását mutatja (1. ábra).

Mindegyik csapaton belül különböző helyek vannak, amelyeket az ellátási lánc szokásos szereplői szerint nevezünk el: kiskereskedő, nagykereskedő, elosztó

A sör-játékban szimulált ellátási lánc. (Sterman, 1992 alapján)



1. ábra

a rendelés feladásának, a készletek nyilvántartásának módját. Ezen idő alatt a vevői igény nem változik, 4 rekesz/hét értéken marad, ebből adódóan mindegyik játékosnak 4-et kell rendelnie az egyensúly megtartásához.

A negyedik héttől kezdődően a játékosok annyit rendelhetnek, amennyit csak akarnak, és ennek következtében tőlük is változó mennyiséget fognak igényelni. Az egyik feladatuk éppen az igények előrejelzése lesz. A játék 50 szimulált hét után ér véget.

és gyár (K,N,E,GY). Ezek egy lineáris elosztási lánc szerint kapcsolódnak egymáshoz, a működésük hasonló: mindegyik rendelkezik készlettel és lehetősége van rendelésre. Egy vagy két ember irányít minden szektort. A vevői igényeket kártyákra írják rá, feladják és szimulációs lépésként (szimulált hetenként) továbbítják. A végfelhasználói igényeket egy előre megírt kártyaköteg (az ábrán „vevői igények”) tartalmazza. Egy rekesz sört egy pénzérme képvisel.

Minden szimulált héten a felhasználók (vevők) vesznek sört a kiskereskedőtől, aki az igényelt mennyiséget kiszállítja a készletből. A kiskereskedő rendelést ad fel a nagykereskedőnek, aki a készletből kiszállítja az igényelt mennyiséget.

Hasonló módon a nagykereskedő is rendel és kap sört az elosztótól, aki a gyártól rendeli a sört, ahol főzik. A termelés, a szállítás, valamint a rendelésfeldolgozás időigénye miatt mindegyik fázisban bizonyos időt el kell tölteni a sörnek és a rendelési kártyáknak is. A játékosok célja a csoport összköltségének minimalizálása.

A készlettartási költség 0,50 €/rekesz/hét. A hiányköltség 1 €/rekesz, ami tartalmazza az elmaradt árbevételt és a vevők jóindulatának elvesztéséből származó költséget. Hiány esetén az igény fennmarad. A költségeket az elosztási lánc mindegyik pontjánál gyűjtik.

A játék bárhol játszható, négy és száz fő közötti résztvevővel.

A játék kiegyenlített állapotból indul. Mindegyik készlet 12 rekesz sört tartalmaz, a kezdeti átbocsátás 4 rekesz/hét. Az első négy héten a játékosok megtanulják

Mindegyik résztvevőnek pontos információi vannak a saját részlegéről, a többiről azonban csak korlátozottak az ismeretei. Heti nyilvántartást vezetnek a készletükről, a hiányról és a szállítónak küldött rendelésről.

A rendeléseken és szállításokon kívül minden más kommunikáció tilos a csapatok között. A vevői igényeket egyik játékos sem tud(hat)ja előre. A játék előrehaladásával csak a kiskereskedő (és csak a saját vevőinek az igényét) tudja meg. A többieknek csak az jut tudomására, hogy tőlük a saját vevőik mennyit rendelnek.

Ezek az információbeli korlátozások azt jelentik, hogy a játékosok nem tudják döntéseiket összehangolni, vagy közös stratégiát kidolgozni, hiába a költségek minimalizálása mindegyik csapat célja. A valós élethez hasonlóan a globális optimalizálási problémát itt is szét kell bontani a szervezet különböző helyein megjelenő al(rész)problémákra.

A játék nagyon egyszerű a valós élethez képest. Csak annyit kell tenni, hogy a beérkező igényeknek megfelelően a szállítótól elégséges mennyiséget rendeljenek, tartsák alacsonyan a készlet szintet és kerüljék el a hiányt. Nincsenek gépleállások vagy más véletlen események, munkaerő-problémák, kapacitáshiány vagy pénzügyi korlátozások.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy senki ne maradjon le, ne haladjon gyorsabban a játékvezető által megadott ütemhez képest. A tábla kialakítása lehetővé teszi a játékvezető számára a vizuális alapon történő irányítást, így a nem megfelelés – némi gyakorlat után – könnyen észrevehető.

## Saját alkalmazási tapasztalatok

A Pannon Egyetemen (a korábbi Veszprémi Egyetemen) 1997 óta használjuk a sörjátékot különböző képzéseken belül (MBA, menedzser és minőségügyi szakmérnöki, mérnök-közgazdász szakirányú továbbképzések [kiegészítő] közgazdászképzések, valamint különböző továbbképző tanfolyamok). A szerző vezetett még játékot Ausztriában és az NSZK-ban. A játékok általában jó hangulatban zajlanak, összekovácsoló jellegük is van.

### Determinisztikus igények szimulációja

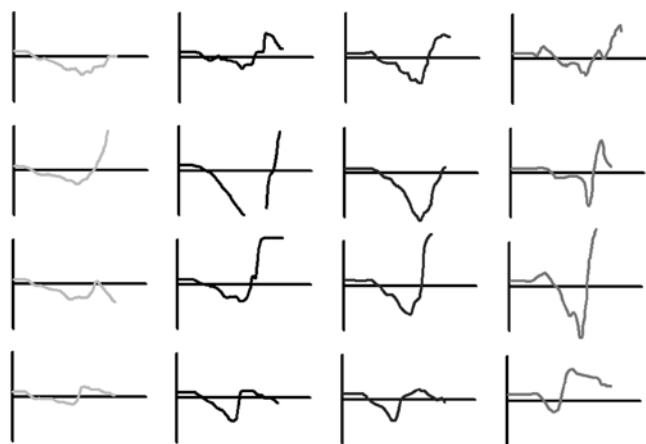
Ez gyakorlatilag a klasszikus játék megismétlését jelenti. Az a célja, hogy tapasztalati háttérrel jelentsen a különböző szervezeti folyamatok, jelenségek alapos megbeszéléséhez. A továbbiakban nem annyira a játékot, mint a saját kiértékelési tapasztalatainkat mutatjuk be.

Az is cél, hogy a szimuláció döntéshozatali mechanizmusát a résztvevők a második részhez – sztochasztikus eset – megismerjék. A játék végén diagramokat rajzolunk az idő függvényében:

- készlet vagy hiány,
- saját rendelés,
- vélemény arról, hogy vajon milyen volt időszakról időszakra a felhasználói igény.

Általában a 2-4. ábrákon láthatóhoz hasonló diagramokat kapunk. Ezek az eredmények megegyeznek a szakirodalomban találhatóakkal (Sterman, 1992). Az egyes diagramok sorrendje balról jobbra: kiskereskedő, nagykereskedő, elosztó, gyár. Az ábrákkal lehet szemléltetni az ellátási láncokban fellépő ostorcsapás (bull whip) effektust.

A készletek alakulása

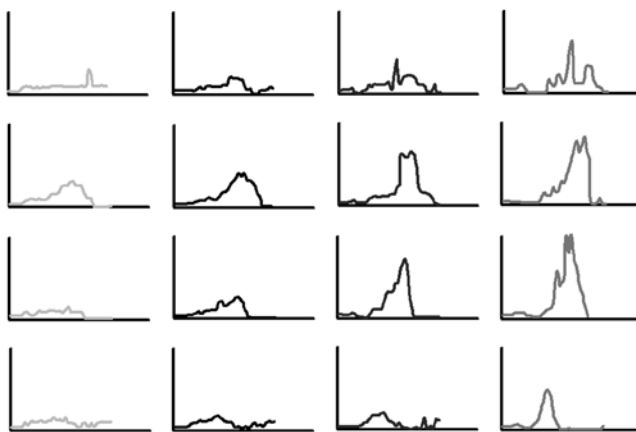


A készletábrákon az időtengely feletti rész a készletet, az alatti hiányt mutatja. Látható, hogy az ostorcsapás effektus megjelenik. Gyakran a kitérések amplitúdója és hullámhossza a kiskereskedőtől távo-

lodva egyaránt nő. Kellemetlen a résztvevőknek szembesülniük azzal a ténnyel, hogy egy csapaton belül egyidejűleg fordul elő készlet és hiány (3. ábra).

3. ábra

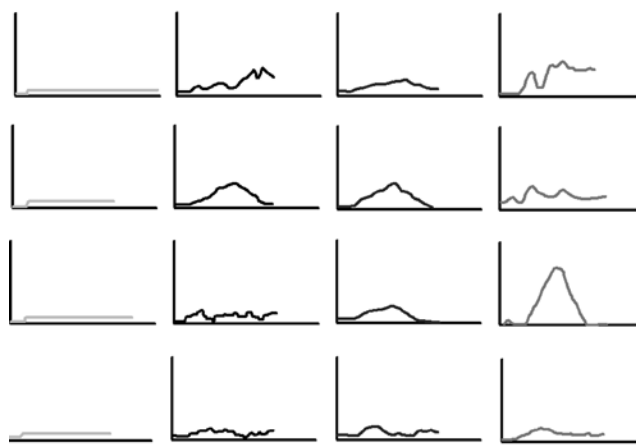
A saját rendelések alakulása



Az ostorcsapás effektus, illetve annak következménye megjelenik a saját rendelések esetében is. A kiskereskedőtől térben, a kiindulási állapottól kezdve pedig időben nőnek a rendelések. A döntéseket a 2. ábra alapján hozták meg, az itteni lengések az ottaniak egyenes következményei (4. ábra).

4. ábra

Vélemény  
a tényleges végfelhasználói igényről



Nagyon tanulságos megfigyelni, hogy a végfelhasználótól való távolság függvényében egyre hamisabb képet alkotnak maguknak a résztvevők a végfelhasználó tényleges igényéről. (Mint már említettük, a kiskereskedő volt az egyetlen, aki ismeri a tényleges igényeket.)

Az ábrák megrajzolása és kifüggesztése után a résztvevők általában meglepődnek. Ekkor közöljük, hogy a játék valódi célja az volt, hogy alapot szolgáltatson a következő kérdések megbeszéléséhez:

*Ki vitte a lengést a rendszerbe?*

Érezhetővé válik az egyéni és szervezeti tanulási folyamat, ahogyan a résztvevők mások – általában a gyár vagy kiskereskedő – megnevezésétől eljutnak önmagukhoz, illetve a teljes csapathoz. Érdekes a gyár helyzete: kapacitásának és az alapanyag mennyiségének nincs korlátja. Ennek ismeretében általában higgadtan hozzák meg döntéseiket. A hiányok megjelenésekor már fogalmazódnak meg kritikák a gyárral szemben a többi csapattag részéről (a tiltott kommunikáció ellenére). A gyárak valójában ekkor követik el a hibát: válaszul a hiányra az indokoltnál nagyobb mértékben futtatják fel a termelést. Amint az a 4. ábráról látszik, döntéseiket a hiány által eltorzított, hamis információ alapján hozzák meg. A csoportdiskusszió során ez két fontos terület megbeszélését teszi lehetővé:

- az információ és a döntés viszonya: nem lehet egy szervezetben nagy döntési szabadságot adni oda, ahol rossz az információkkal való ellátottság,
- az előrejelzés fontossága: tervezni csak megfelelő előrejelzési információk birtokában szabad.

Egy alkalommal elvégeztünk egy olyan kísérletet, ahol a gyár ismerte a játék szabályait, és – vállalva a csoporttársak kemény kritikáját – ellenállva a nyomásnak és a korlátlan kapacitás adta lehetőségnek, nem futtatta fel a termelést az átmeneti hiány által látszólag megkívánt mértékben. Ezáltal csökkentette a kilengést, és a csapat megnyerte a játékot.

*Miért lett hiány?*

A játék kiindulási állapota csalóka képet mutat, még a kiskereskedő számára is. (Egyébként a hatás érdekében őt kell először becsapni.) Az átlagos igény 8, a kiindulási készlet pedig 12, bőven elegendőnek tűnik. Sőt, ehhez adott időszakban még 4 be is érkezik, tehát a kiszállítás előtt rendelkezésre álló mennyiség a duplája az igénynek. A következő két időszakban azonban csak 4-4 fog beérkezni. Az első három időszakban tehát az összes rendelkezésre álló mennyiség 24, és az igény is 24. Ekkorra azonban a készlet(ek) nullára csökken(nek). Ha a rendszer többi tagja a próbajáték alatti 4 igényről nem áll át 8-ra – és általában nem teszik, a gyár és az elosztó biztosan nem –, akkor a rendszerben hiány lép fel. Ez pánikreakciót eredményez, ami beindítja a lengéseket.

*Miért nem lehetett jól játszani?*

Az általánosan megfogalmazódó válasz, hogy a tiltott kommunikáció miatt kevés volt az információ. Az indoklás természetesen nem teljesen igaz, hiszen a rendelések révén valójában volt kommunikáció. A helyzet rávilágít arra, hogy egy szervezetben a – döntésekhez – feltétlenül szükséges (need to know) információk mel-

lett fontosak az egyéb, az összefüggéseket mutató (nice to know) információk is. A kialakuló következtetések:

- fontos az előrejelzés,
- nem volt információ(tudás)megosztás,
- az információellátottság és döntési szabadsági fok kapcsolata:
  - a gyárnak nagy a szabadsági foka (korlátlan anyagellátás és kapacitás, önmagától rendel [termelést tervez]), de kevés az információja,
  - a kiskereskedőnek jobb az információellátottsága, de korlátozottak a lehetőségei.
- szükséges olyan információrendszer, ami támogatja a döntéseket.

*Mi volt a rendszer célja?*

A válasz egyértelmű: a csapat – ellátási lánc – minimális összes költsége.

*Mire törekedtek a saját helyükön?*

Tipikus válaszok:

„Kevés költséget okozzak.” „Elégítsem ki a vevőt.” „Költségminimalizálás.”

Nagyon meglepődnek, amikor a játékvezető részéről erre az a válasz érkezik, hogy éppen ez volt a hiba. Megállapítjuk, hogy a maga helyén mindenki optimális döntést hozott, és tekintettel a játék egyszerűségére, ezt jól meg is tudta valósítani. A következő kérdés elvi jellegű:

*A részrendszerek optimuma garantálja-e az összrendszer optimumát?*

Természetesen a válasz „nem”. Utalunk arra, hogy ezt bizonyára már többször is hallották, ismerik. A játék kapcsán azonban igazi értelmet nyert, nem a saját részrendszer optimumára kellett volna törekedni.

*Hogyan kellett volna eltérni a részrendszer optimumától, hogy a teljes rendszer működése legyen optimális?*

Ez általában nem bizonyul könnyű kérdésnek. A költségminimumra törekvés helyi szinten nagyon logikusnak tűnik. Ha ettől eltérünk, az látszólag szembevetelt jelent az összrendszer céljaival. A konkrét játékban a megoldás: nem kellett volna olyan gyorsan a saját hiányt megszüntetni. Ehelyett időnként átmenetileg kellett volna vállalni a hiányt, nem rárendelni, ha a másik nem tud szállítani. Ugyanígy, ha nem rendel, akkor csak nála lesz hiány, azonban ha úgy rendel, hogy a másik nem tud szállítani, akkor a csapatánál két helyen lesz hiány: nála és a beszállítójánál is. A pillanatnyi helyzet helyett inkább az, hogy az addigi összes rendelés és összes beérkezés különbségét kellett volna nézni. Ennek irányításméleti vonatkozása is van: nem a pillanatnyi különbségre, hanem a halmozott (integrált) eltérésre kell szabályozni.

A megbeszélés során megállapítjuk, hogy a gyakorlatban ezt végrehajtói szinten nem is könnyű megtenni. Hiszen aki ezt felvállalja, az szembemegy a szervezeti céllal, szervezeti kudarc esetén könnyen bűnbakká válik.

*Hogyan lehet ezt elkerülni?*

A válasz általában játékvezetői közreműködéssel születik meg: a részrendszerek céljainak megfelelő meghatározásával. Konkrétan megfogalmazva: **a részrendszerek céljait nem szabad mereven származtatni az összrendszer céljából.** Ez tulajdonképpen „a részrendszerek optima nem garantálja az összrendszer optimumát” állítás megfordítása, de a gyakorlatban hasznosabb, hiszen a célok kitűzésére vonatkozó állítás arra is választ ad, hogy mit (nem) kell/ szabad tenni a rendszerszintű optimum elérése érdekében. Ha a megfelelő célok kitűzése megvalósul, a döntés felelőssége nem a végrehajtókra hárul. Csak kevés olyan szervezet van, ahol a végrehajtásban résztvevők *felkészültsége és felhatalmazása* lehetővé teszi ilyen döntések meghozatalát. Inkább követik a szervezeti célból mechanikusan származtatott, de annak csak látszólag megfelelő helyi célokat.

Konkrétabb példaként a szervezetekben időnként felbukkanó fűnyíró elvet említjük: például megszorítási kényszer esetén mindenkire azonos mértékű megszorítás kivetése. Fontos tehát, hogy a menedzsmentoktatásban a fenti problémakörnek ne csak az optimalizálási, hanem a célkitűzési vonatkozásokat is megemlítsük.

*Mindehhez ki/mi hiányzott a rendszerből?*

Némi rávezetés után megállapítjuk, hogy a vezető, a vezetés, annak minden funkciójával.

*Milyen hosszú volt a lánc?*

A gyorsan érkező válasz, amely a munkahelyek számából indul ki: 4. Kérjük, hogy a lánc hosszát időben fejezzék ki, ekkor már nagyobb értékek, 8, 10 hangzanak el. Segítségképpen a kérdést átfogalmazzuk: Ha a próbajáték után az igény 100 lenne, mennyi idő múlva kapná meg a vevő? Ekkor már nemcsak a termék-, hanem a rendelőstovábbítási időket is figyelembe vesszük. Alaposabb átgondolás után 20-hoz közelítő értékek hangzanak el. Megállapítjuk, hogy egy ellátási lánc hosszát nemcsak az anyag-, hanem az információáramlás időigénye is befolyásolja. Gyakorlati példaként a Magyarországon előforduló leghosszabb szállítási útvonal bejárásának és a rendelésekkel kapcsolatos tevékenység elvégzésének időigényét vesszük.

*Beállt volna-e a rendszer állandó állapotra, ha a játékot sokáig játsszuk?*

A legtöbb esetben határozott „igen” a válasz. Ezt így is gondolják, mert a játék abbahagyását is általában

tiltakozás kíséri: „éppen most jöttem volna rendbe a készletekkel”, „folytassuk még”. Egy diplomadolgozat keretében elvégzett számítógépes szimuláció azt mutatta, hogy a rendszer bármikor képes lengésbe jönni egy átmeneti stabilizálódás után. Ugyanakkor elképzelhető, hogy emberi szereplők esetén – az egyébként tiltott – verbális és non-verbális kommunikációból adódó információszivárgás végül a vevői igénynek megfelelő stacioner állapothoz vezet.

A következő fordulót is előkészítendő néhány további, kevésbé stratégiai, inkább technikai, rendszerdinamikai kérdést is megbeszélünk.

*Mit változtatnának a szabályokon, hogy a játékot a korábbinál sikeresebben lehessen játszani?*

Ez tulajdonképpen egy optimális működésű rendszer megvalósítását jelenti. A leggyakoribb ötletek: az információ megosztása, vezető/koordinátor kijelölése, a lánc hosszának csökkentése.

*Milyen szabályozási formákat alkalmaznának (vezérlés, visszacsatolás, előreccatolás)?*

A visszacsatolás megvalósult, de csak helyi szinten. Előrejelzést igénylő előreccatolást legfeljebb a kiskereskedő tudott alkalmazni. A lengések egyfajta gerjedésre is utalnak.

*Hol lépett be az igény a rendszerbe?*

A játék táblájának kialakítása vizuálisan is mutatja, hogy egy tisztán húzórendszerrel van szó. Úgy tűnik azonban, hogy itt a húzó rendszer előnyei helyett annak csak a hátrányaival szembesültünk: nincs rálátás a folyamatra, a résztvevők csak a szomszédaikat „látják”, helyi irányítás alkalmazása. Utalunk arra, hogy ez szomorú, hiszen a gyakorlatban a húzórendszerek nagyon sikeresek tudnak lenni. Példaként megemlíjtük a kanbant és a Toyota termelési rendszert. Provokatívan megkérdezzük, hogy talán tolórendszer jobb lett volna-e.

*Az egyes csapatok egy újrajátszás esetén milyen egy időszakra jutó költséggel tudnák játszani a játékot állandósult működési állapotban?*

A játékot az előzetesen bejelentettnél korábban fejezzük be, hogy az „end effectet”-et elkerüljük. Ezt általában elégedetlenség kíséri, mivel úgy gondolják, hogy már csak néhány időszak kellene, és „beállnának” állandósult állapotba. A kérdés arra vonatkozik, hogy ebben az általuk elérni kívánt és remélt állapotban milyen időszakonkénti költséggel lehetne játszani a játékot.

Itt konkrét számszerű vállalásokat várunk. Általában a költségek megfelelését, több körben annál kevesebbet is vállalnak. Előbb-utóbb mindig akad valaki, aki rájön arra, hogy a játék valójában nulla költséggel is játszható, ha nincsenek raktári készletek, csak úton

lévők. Ennek nevet is adunk: Just in Time. Korábbi tanulmányaik során a JIT 31 előfeltételét/jellemzőjét ismerték meg (Kovács, 2008). Szembesítjük őket azzal, hogy ezekből már az elsőt, az állandó termelési volument sem ismerték fel.

*Miért nem játszották a JIT-stratégiát, ha a konkrét játék ideálisan illeszkedik ehhez?*

Nyilvánvaló, és ezt a válaszok is megerősítik, hogy ehhez kevés volt az információ.

A játék részben rámutat azokra a JIT/TPS/lean bevezetési és alkalmazási problémákra, amelyeket Kelemen (2009) nagyon részletesen tárgyal, beleértve a rész (nála lokális) optimumok problémakörét.

### Sztochasztikus szimuláció

A szimulációt a saját fejlesztésű metodikával folytattuk, amely jóval életszerűbb módon zajlott. Ennek során az igény egyenletes eloszlás szerint változott 0 és 20 között.

A csoportok (egyes ellátási láncokat megvalósító „vállalatok”) saját működési módot alakíthattak ki korábbi munkatapasztalataik és az előző – determinisztikus – játék tapasztalatai alapján. Külön felhívjuk a figyelmet arra, hogy hasznosítsák az előző forduló utáni megbeszélés során tanultakat. Ami változatlan volt:

nem lehetett munkahelyet elhagyni, a korábbi rendelési és anyagáramlási mechanizmust be kellett tartani.

A második kör tanulságai:

- A résztvevők hajlamosak a stratégiaalkotási folyamat kihívását alábecsülni. A 20 percnyi időkeretet bőven elegendőnek tartják és – az előzetes figyelmeztetés ellenére – nem megfelelően használják fel.
- Ha a második, saját stratégiát megvalósító fordulót az eredeti játék kiinduló állapotából kezdtük, gyakran okozott problémát, hogy nem gondoltak arra, hogy a kiinduló állapotból hogyan jutnak el a tervezett stratégiát megvalósító működésbe. Az idő szorításában kialakult improvizációs kényszer esetenként konfliktust okozott a csapatok között.
- A kidolgozott stratégiák eléggé vegyes képet mutattak. Amint arra felszólítást is kaptak, mindenképpen megpróbálták az első kör tanulságait (törekvés JIT-rendszerre, a kommunikáció és a csapatmunka megszervezése) beépíteni a működésbe. A többség ugyancsak törekedett valamilyen visszacsatolási szabályozás beépítésére. Igyekeztek eldönteni, hogy a rendszerben hol legyen, és hol ne legyen készlet. Esetenként rá-

5. ábra

Eredmények sztochasztikus igények esetén

Vállalat	1			Vállalat	2		
	K	H	Költség		K	H	Költség
Gyár	33	103	119,5	Gyár	325	0	162,5
Elosztó	28	74	88	Elosztó	290	0	145
Nagyker.	0	397	397	Nagyker.	251	0	125,5
Kisker.	3	413	414,5	Kisker.	137	138	206,5
Össz.:	64	987	1019	Össz.:	1003	138	639,5
Költség:	32	987	1019	Költség:	501,5	138	639,5
Költség/idő	2,133333	65,8	<b>67,93333</b>	Költség/idő	33,43333	9,2	<b>42,63333</b>
Vállalat	3			T, q stratégia			
	K	H	Költség				
Gyár	162	2	83				
Elosztó	214	10	117				
Nagyker.	187	10	103,5				
Kisker.	61	197	227,5		Készlet	Hiány	Összesen
Össz.:	624	219	531	Mennyiség	135	6	
Költség:	312	219	531	Költség:	67,5	6	73,5
Költség/idő	20,8	14,6	<b>35,4</b>	Költség/idő	4,5	0,4	<b>4,9</b>

jöttek arra is, hogy a beszállító lehetőségeinek figyelembevételével rendeljenek. (Gyakorlatilag tolórendszer, amit a gyár vezérel a végfelhasználói igényeknek megfelelően.)

A csapatok versengésébe beszállt a játékvezető is. Az ő stratégiája nagyon egyszerű volt. Állandó termelési ütem, tolórendszerben, a kiskereskedőnél 5 nyitókészlettel. (Emögött nem volt tényleges optimalizáló számítás, a készlettartási és hiányköltségek arányán alapuló durva becslésen alapult. A cél a hallgatói stratégiák versenyztetése egy egyszerű stratégiával, nem pedig az optimális stratégiával volt.) Ez a – visszacsatolást és három helyen készleteket nem tartalmazó – stratégia annyira egyszerű, hogy a játékvezető képes egyedül irányítani a teljes ellátási láncot, mert csak a kiskereskedőnél kell nyilvántartást vezetni. (Ennek is van üzenete a gyakorlat számára.) A készletmodellek elméletében ez az állandó időközű, állandó tétel nagyságú (T,q) modellek családjába tartozik.

A második kört általában 10 időszakig játsszuk. Teljesítménymutatónak – és ezt előre közöltük – az egy időszakra jutó összes költség tekintjük. Az eredményeket az 5. ábra mutatja. Látható, hogy a játékvezetői eredmény – a T,q megjelölésnél található 4,9 € – sokkal jobb, mint a többi vállalat 35,4 € és 67,93 € közötti értékei.

Az ábra csak egy játék eredményét mutatja, de az eddigi játékok során mindig a játékvezető eredménye lett a legjobb (5. ábra).

Itt nem arról van szó, hogy a merev (T,q) stratégia néha jobb eredményt adott, mint a többi, visszacsatolást tartalmazó stratégia, hanem az eddig játszott játékok esetén minden esetben ez történt.

Meglepő – újszerűnek tekinthető – eredmény: a visszacsatolás nélküli (merev), de a készleteket a felhasználó közelébe telepítő T,q stratégiával rövid távon jobb eredmény érhető el, mint a visszacsatolást alkalmazó,

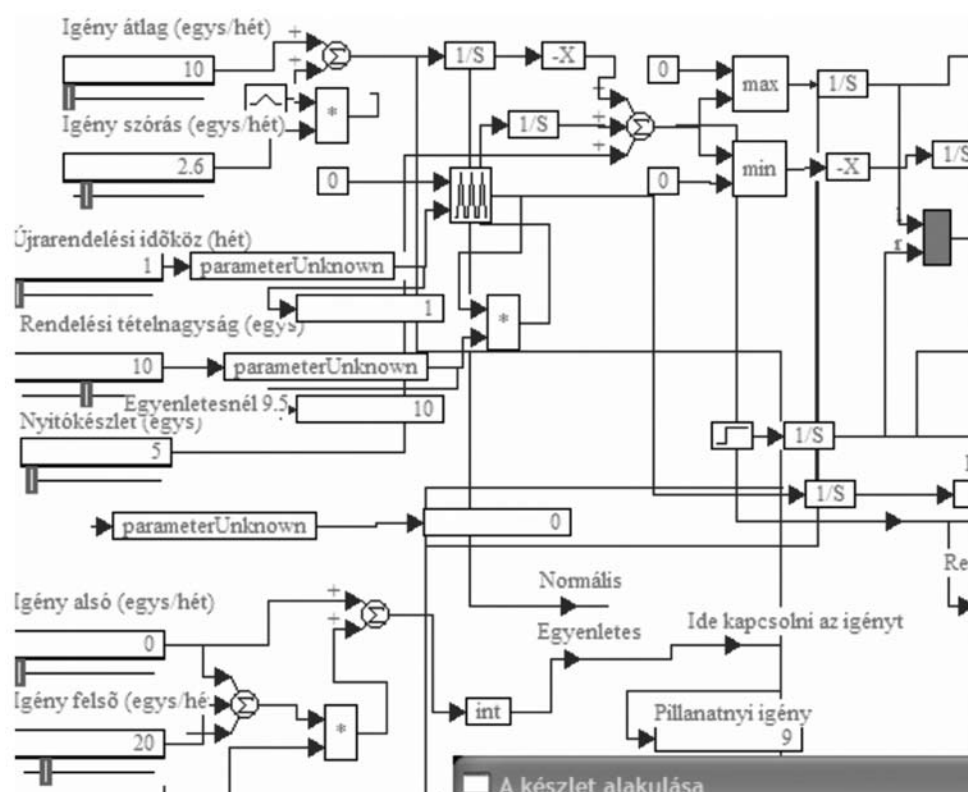
de zavaros, több helyen megengedett készletekkel operáló megoldások. Kérdés, hogy ez hosszabb távra is igaz-e? Ennek eldöntéséhez számítógépes szimulációt végeztünk.

### Számítógépes modell

A számítógépes készletezési modellt VisSimben készítettük el. A további vizsgálatokra felkészülve nemcsak egyenletes, hanem normális eloszlás alkalmazhatóságát is beépítettük. A modell képe a 6. ábrán látható.

6. ábra

A számítógépi szimulációs modell

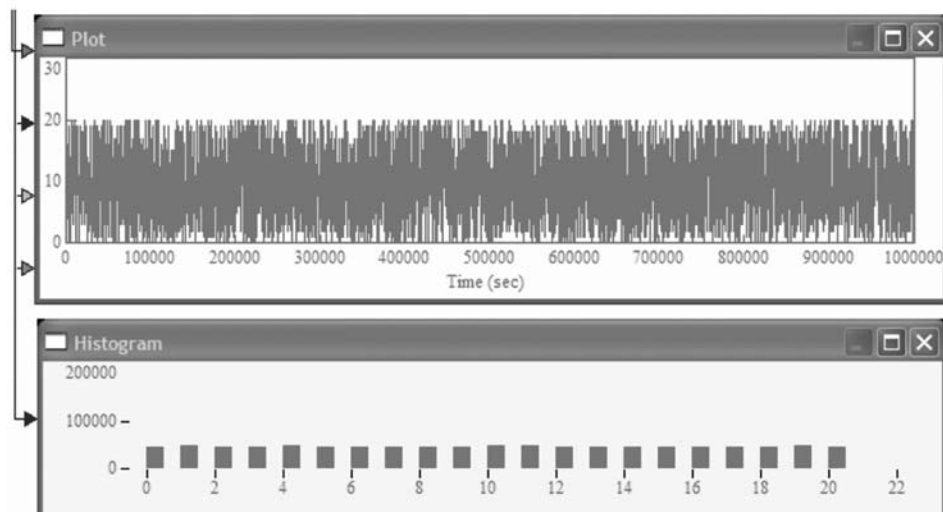


Az első kísérleti összeállításnál az igény 0 és 20 között változott, egész számokkal (7. ábra).

Ahogy az várható volt, hosszabb távon a (T,q) mechanizmus rosszul reagált a változó igényekre (8. ábra).

A kézi szimulációnál azért alkalmaztunk egyenletes eloszlást, mert könnyű az ilyen eloszlású számok generálása, a „kártyapakli” előállítás. A gyakorlatban azonban gyakran fordul elő normális eloszlás, amelynél az adatok kisebb relatív szórása várható. A számítógépes modell lehetővé tette normális eloszlás alkalmazását is. 1 000 000 kísérletet végeztünk  $n=10$   $s=2,6$  paraméterű normális eloszlású igényvel, 5 nyitókészlet mellett. A kapott eredmények nem kedvezőbbek az egyenletes eloszlás alkalmazásával kapott eredményeknél (9. ábra).

Az igények egyenletes eloszlást követtek



7. ábra **Következtetés, alkalmazás**

Az ellátási lánc szimulációt megvalósító sörjáték méltán vált világszerte ismertté és alkalmazottá. A tanulságok sokféle területen alkalmazhatók.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a résztvevők a különböző országokban hasonló döntéseket hoznak. A játék oktatási alkalmazása lehetőséget teremt különböző vezetéstudományi vonatkozások alapos megbeszélésére. Az élményszerű kapcsolat révén a megszerzett tudás hosszú távra rögzül.

A továbbfejlesztett játék alkalmas arra, hogy a korábbi fázisban szerzett tanulságok alkalmazási képességét ellenőrizzük. Fejleszti a csoportmunkában történő stratégiaalkotás és megvalósítás képességét.

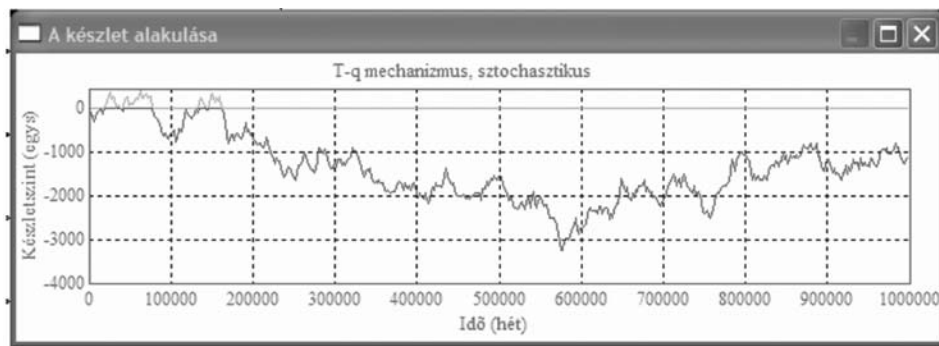
Rövid távon a visszacsatolás nélküli (merev), de a készleteket a felhasználó közelébe telepítő (T,q) stratégiával, továbbá a húzó és toló részrendszerek kombinációjával jobb eredmény érhető el, mint a visszacsatolást alkalmazó, de több helyen készletekkel operáló megoldások. Ez azért lehet fontos, mert a (T,q) a legkisebb költséggel működtethető mechanizmus.

További vizsgálatok szükségesek annak eldöntésére, hogy a merev stratégia milyen időtávig felel meg, illetve milyen szabályozási mechanizmust célszerű alkalmazni.

A játék még feltehetően sokáig fogja szolgálni a menedzsmentoktatást.<sup>1</sup>

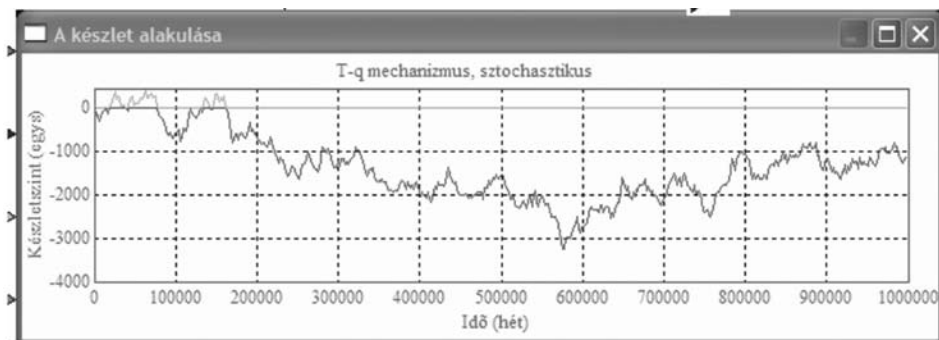
**A merev (T,q) stratégia hosszú távon rossz választ ad a véletlenszerű igényekre (egyenletes eloszlású igény)**

8. ábra



**A merev (T,q) stratégia normális eloszlású igény esetén is rossz választ ad a véletlenszerű igényekre hosszú időtávon**

9. ábra





## Lábjegyzet

<sup>1</sup> Cikkünk a TÁMOP 4.2.2. projekt keretében történő disszeminációnak is része.

## Felhasznált irodalom

- <http://beergame.mit.edu/>, 2010. február 6.
- <http://www.beergame.lim.ethz.ch/>, 2010. február 6.
- <http://www.masystem.com/o.o.i.s/1365>, 2010. február 6.
- Coakley, J.R. – Drexler, J.A. – A.J. – Larson, E.W. – Kircher, A.E.* (1998): Using a Computer-Based Version of the Beer Game: Lessons Learned, *Journal of Management Education*, Vol. 22, No. 3, p. 416–424.
- D’Atri, A. – Spagnoletti, P. – Banzato, A. – Bonelli, C. – D’Atri, E. – Traversi, V. – Zeno, P.* (2009): Supply Chain and Virtual Enterprises: the Beer Game evolution, *Proceedings Proceedings of ALPIS. Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 9(13). <http://sprouts.aisnet.org/9-13>, 2010. január 22.
- Goodwin, J.S. – Franklin, S.G.* (1994): The Beer Distribution Game: Using Simulation to Teach Systems Thinking, *Journal of Management Development*, MCB UP Ltd. Vol. 13, Issue 8, p. 7–15.

*Kelemen T.* (2009): A lean management megvalósításának jellegzetes problémái. *Vezetéstudomány XL. évfolyam*, 2009. június különszám, p. 62–67.

*Koltai T. – Romhányi G. – Tatay V.* (2009): Optimalizálás bizonytalan paraméterekkel a termelés- és szolgáltatásmenedzsmentben, *Vezetéstudomány XL. évfolyam*, 2009. június különszám, p. 68–73.

*Kovács Z.* (2008): Termelésmenedzsment, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém

*Kumar, S. – Chandra, Ch. – Seppanen, M.S.* (2007): Demonstrating supply chain parameter optimization through beer game simulation, *Information-Knowledge-Systems Management*, Volume 6, Issue 4, IOS Press Amsterdam, p. 291–322.

*Senge, P.M.* (1990): *The Fifth Discipline: The Art & Practice of the Learning Organization*, Doubleday Business

*Sterman, J.D.* (1992): Teaching Takes Off: Flight Simulators for Management Education. *OR/MS Today*, p. 40–44.

*Vörös J. – Csébfalvi Gy.* (1981): Magasabbrendű optimumok a termeléstervezésben. *SZIGMA 14*: p. 2–3.

*Vörös J.* (1999): Termelési-szolgáltatási rendszerek vezetése, Janus Pannonius Egyetemi Kiadó, Pécs

Cikk beérkezett: 2010. 2. hó

Lektorai vélemény alapján véglegesítve: 2010. 3. hó