

Habilitációs tézisgyűjtemény

Dobos Imre

Beszállító-Termelő Kapcsolatok és Ellátási Lánc Koordináció

Budapest 2013.

Tartalom

1.	Kutatási előzmények és a téma indoklása	3
2.	Felhasznált módszerek	8
3.	Az értekezés eredményei	9
3.1.	Ellátási láncok és kooperatív játékelmélet	9
3.2.	Beszállító-termelő viselkedése különböző szerződések mellett	11
3.3.	Egy példa olyan ellátási láncra, ahol a Nash-egyensúly és a Pareto-optimum egybeesik	12
3.4.	A modellekből levonható eredmények	13
4.	Főbb hivatkozások	14
5.	A témakörrel kapcsolatos saját (ill. társszerzős) publikációk jegyzéke	15

1. Kutatási előzmények és a téma indoklása

Az ellátási láncok sikeres működésének előfeltétele, hogy az abban résztvevő vállalatok között valamilyen együttműködés jöjjön létre. Maga az együttműködés gondolata az ellátási láncokban viszonylag hosszabb múltra tekint vissza.

Forrester (1961), a rendszerdinamika (Systems Dynamics) kifejlesztője a híres Massachusetts Institute of Technology (MIT) egyetemen gyakorlati szakembereknek tartott foglalkozásokra fejlesztett ki egy „Beer game” nevezetű üzleti játékot ellátási láncokban fellépő hatások tesztelésére. (Igaz, akkor a ma már ellátási láncnak nevezett fogalmat csak termelési-elosztási rendszereknek nevezték.) Ebben az üzleti játékban arra a megállapításra jutottak, hogy a piachoz közelebb eső, megrendelő vállalat (lehet termelő, vagy kis- és nagykereskedő) egységnyi keresletváltozására a beszállító vállalat (lehet beszállító, vagy termelő) egységnyivel nagyobb változással reagál. Ezt a statisztika szintjén úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a beszállító vállalat keresletének szórása nagyobb lesz a megrendelő vállalat szórásánál. (Alternatív módon ezt a törvényszerűséget úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a beszállító vállalat keresletrugalmassága a megrendelő vállalat keresletére nézve nagyobb, mint egy, vagyis nagy rugalmasságot mutat.) Ezt a jelenséget a 90-es évek közepén kezdték mélyebben kutatni. A jelenség elnevezése *bullwhip effect*, magyarra az ostorcsapás-hatás névvel került át.

A „bullwhip effect” hatás, mint láttuk, a beszállítóra üt vissza, ezért a kutatások arra irányulnak, hogy hogyan lehet ezt a hatást, ami a beszállító vállalat számára kapacitás, készlet stb. veszteségeket okoz, kiküszöbölni, vagy legalábbis csökkenteni. Erre két válasz adható:

- információ megosztással (information sharing), vagy
- ellátás láncokban megjelenő szerződésekkel (supply contracts).

Mindkét lehetőség nagyon népszerű kutatási terület, és nagyon újnak is tekinthető.

Az információ megosztását még a bullwhip-et vizsgálók javasolták, mint az egyik megoldási lehetőséget. Ugyanakkor a kutatások egy másik iránya a marketing felől érkezik. (Itt hozzá kell tennünk-, hogy mindig szűk volt a mezsgye az ellátási lánc-logisztika, és a marketing disztribúció-elosztás határterületek között.) A marketing egyik legújabb területe a *supplier-buyer relationship management* nevet viseli. Épp a napokban alakult meg az egyetemen az

ezzel foglalkozó kutatóközpont. Ez a kapcsolat vizsgálat főleg diadikus kapcsolatok vizsgálatára irányul, és inkább tekinthető kvalitatívnak, semmint kvantitatívnak.

Az ellátási láncokban megjelenő szerződések elméletét foglalják össze Simchi-Levi et al. (2009) tankönyvük külön ezzel a problémával foglalkozó fejezetében. Az ellátási láncokban megjelenő szerződés a következő területekre terjedhet ki:

- ár- és mennyiségi engedmények megállapítása,
- megállapodás minimális és maximális beszerzési mennyiségekről,
- szállítási utánpótlási idők meghatározása,
- egy termék vagy anyag minőségéről, és
- egy termék visszaszállítási stratégiájáról.

Az ellátási láncokban fellépő szerződések modellezése azért nehéz, mert az együttműködő felek közötti kapcsolat vertikális, vagyis egymásra épülő, alárendelt kapcsolattal jellemezhető. A tisztán piaci kapcsolatok ezzel szemben horizontális kapcsolatokkal írhatóak le, ami azt jelenti, hogy minden abban résztvevő vállalat mellérendelt helyzetben van, közvetlen, vagy indirekten nem függenek egymástól a piacra lépés előtt.

Mivel az ellátási láncban két egymástól többé-kevésbé független vállalat kerül egymással kapcsolatba eltérő célokkal, ezért az ilyen kapcsolatok legjobban a játékelmélet eszközeivel írhatóak le. Az ilyen kapcsolatokban az merül fel kérdésként, hogy a kapcsolatba kerülő vállalatok versenyezzenek egymással, vagy együttműködjenek. Ezt a játékelméletben a nem-kooperatív, vagy kooperatív játékok megkülönböztetésével jellemezhetjük.

Simchi-Levi et al. (2009) említett könyvükben egy elég alapos áttekintést adnak a fellépő ellátási lánc szerződésekről. Az alábbi ismertetés az ő csoportosítási javaslatukat mutatja be. Ennek megfelelően három csoportba lehet a szerződéseket osztani annak megfelelően, hogy a termék milyen szerepet tölt be a termelő vállalat előállítási folyamatában. Így beszélhetünk:

- stratégiai komponensekre megkötött szerződésekről,
- készletre vagy rendelésre gyártó (make-to-stock/make-to-order (MTS/MTO)) ellátási láncok szerződésai, és
- nem stratégiai termékekre, pl. MRO-anyagokra kötött szerződések.

Természetesen más felosztási lehetőségek is lehetnek, de itt követjük ezt a csoportosítási javaslatot. A következőkben felsoroljuk az egyes csoportokra jellemző szerződéseket, anélkül, hogy azokat részletesen ismertetnénk, ez ugyanis kutatás feladat lenne.

A stratégiai komponensekre kötött szerződések között az alábbiakat szokták felsorolni (az angol megnevezéstől itt eltekintünk):

- visszavásárlási szerződések,
- jövedelem megosztási szerződések,
- minőségi-rugalmassági szerződések, és
- eladási kedvezmény szerződések.

Az MTS/MTO ellátási láncok szerződése a következők lehetnek:

- visszafizetési szerződések,
- kapacitás fenntartási szerződések, és
- előzetes beszerzési szerződések.

Az előbbi felsorolás az utolsó csoportot a nem stratégiai termékek szerződése alkotják. Ide sorolhatóak az alábbiak:

- hosszú távú szerződések,
- rugalmas, vagy opciós szerződések,
- spot piaci beszerzések, és
- portfolio szerződések.

Ezeket a szerződéseket a modellező szakma igen kiterjedten vizsgálta. Mivel ezek a szerződéseknek készletvonzata mindig van, ezért készletmodelleket alkalmazhatunk a szerződések modellezésére. A főbb alkalmazható készlet modellek a következők:

- optimális tétel nagyság modellje (EOQ),
- dinamikus tétel nagyság Wagner-Witin-féle modellje,
- az újságárús fiú modellje, és

- folytonos idejű modellek megoldása optimális irányítással.

Ennek megfelelően a következő táblázatban foglalhatjuk össze a kutandó modelleket. A táblázatban nem bontottuk ki részletesen az egyes csoportokba tartozó szerződés típusokat részletesen:

Modellek	EOQ	Wagner-Whitin	Újságárus fiú	Optimális irányítás
Szerződések				
stratégiai komponensekre				
MTS/MTO ellátási láncok				
nem stratégiai termékek				

Ebben struktúrában lehet tehát a szerződéseket vizsgálni. A kutatási kérdések, amelyek felmerülnek vállalatgazdaságtani oldalról a következők lehetnek:

- Ha egy vállalat a beszállítójával szerződést szeretne kötni, akkor az adott feltételek mellett melyik szerződés javasolható az ellátási lánc minél hatékonyabb működtetéséhez.
- Ha az ellátási lánc tagjai mélyebb együttműködés mellett döntenek, akkor milyen megállapodást kössenek a költségek és/vagy a jövedelmek megosztásáról.
- Milyen következtetések vonhatóak le akkor, ha az ellátási láncban nem csak diadikus (kettős), hanem triadikus (hármás) kapcsolatokat vizsgálunk.

Ezen információk ismerete hozzájárulhat a vállalati (ellátási lánc) versenyképesség javításához.

Az ellátási láncok tagjai között más és más koordinációs mechanizmusok alakulhatnak ki. A láncban érintettek cseremechanizmusai irányulhatnak az *információáramlásra* (költség- és keresleti adatokra), az *anyagáramlásra* (készletek, beszerzések) és *pénzügyi eszközök*

áramlására (jövedelem, vagy árbevétel megosztása). Ezek az eszközök a tranzakciós költségek elmélete szerint a vállalatok működésére hat, azt teszi gördülékenyebbé.

A téma ennek megfelelően a vállalati versenyképesség növelését segítheti elő. Mivel az ellátási láncok koordinációja a *vertikális integrációra* alapozódik, ezért a beszállító-termelő kapcsolatok rugalmasabbá tétele a lánc tagjai közötti kapcsolat minőségi jellegét mutatják. Itt felmerül a kérdés, hogy hol kezdődik valójában a vállalat határa, meddig terjedjen az ki, és mit fedjen le az együttműködés. Azt ugyanis már a játékelméletből ismert, hogy egy játék kooperatív (és Pareto megoldása) mindig magasabb hasznossággal jár, mint a nem-kooperatív megoldás, vagyis a versenymegoldás eredményezne, amit a Nash-egyensúllyal szoktak bemutatni.

A dolgozat egésze vállalati reakcióit vizsgálja dinamikus optimalizálási modellek keretében. A dinamikus optimalizálási modellek megoldásához az orosz matematikus, Lev Szemjonovics *Pontrjagin* nevéhez fűződő *maximumelvet* használjuk, mint optimalizálási módszert.

2. Felhasznált módszerek

A dolgozatban felhasznált módszertan a normatív, optimalizáló technikák közé tartozik. Ezen belül is főleg a *Pontrjagin-féle maximumelv* megszokott algoritmusait és technikáit használjuk fel.

Mivel két szereplő eltérő viselkedését vizsgáljuk, akik eltérő célokat követnek, ezért a *játékelmélet* eredményeit alkalmazzuk az ellátási lánc menedzsment keretein belül. Ugyanakkor a problémák dinamikus jellege miatt dinamikus, vagy *differenciáljátékokat* mutatunk be a dolgozatban.

A játékelmélet mindkét változatának eredményeire épít a dolgozat. A *kooperatív játékelmélet* keretében arra keressük a választ, hogy ha a termelő és beszállító együttműködik, akkor milyen eredménnyel jár mindez, milyen költség megtakarítást érhetnek el, vagyis milyen *Pareto-optimumok* határozhatóak meg. (Alkalmazzuk a kooperatív játékelmélet főbb fogalmait, mint mag, vagy nukleolusz, de ez a kétszereplős modellekben nem strukturálja a megoldási halmazt.) Arra már nem térünk ki, hogy milyen elosztási sémát alkalmazzanak az ellátási lánc résztvevői.

A *nemkooperatív játékelmélet* módszerével azt vizsgáljuk, hogy egyes meghatározott szerződésfajták esetén milyen *Nash-egyensúly* áll elő a differenciáljátékunkban. Ez tehát egy klasszikus egyensúlykereső eljárás. Arra keressük a választ, hogy az előállt Nash-egyensúly hogyan viszonyul a nemkooperatív megoldásból kiszámolt Pareto-optimumhoz.

A végső kérdés tehát az, hogy az egy es szerződéstípusok „koordinálják-e” az ellátási láncot abban az értelemben, hogy az azzal meghatározott Nash-egyensúly az alapprobléma Pareto-optimuma-e, az átruházható hasznosság (*transferable utility*), vagyis a szerződés mellett.

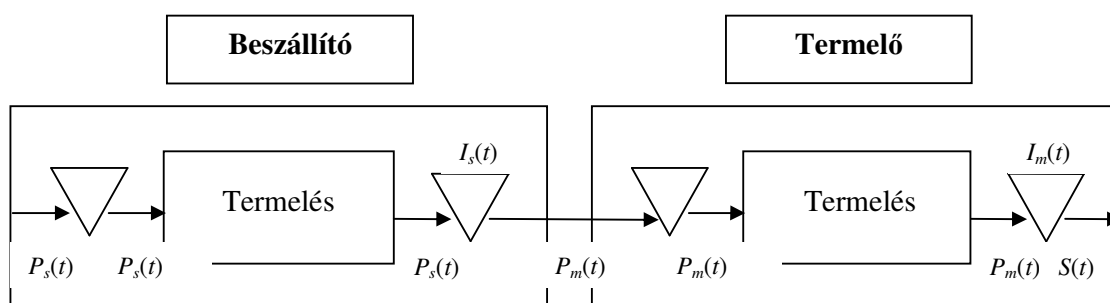
3. Az értekezés eredményei

3.1. Ellátási láncok és kooperatív játékelmélet

A disszertáció első három fejezet az ellátási láncokban együttesen elérhető költség minimum, és annak a lehetséges elosztási halmazainak meghatározásával foglalkozik. Két modell típusra végeztük el a vizsgálatainkat: A Holt-Modigliani-Muth-Simon (1960) (HMMS-)modelljére és Arrow és Karlin (1958) modelljére. A HMMS-modellben a készletezési és termelési költségek kvadratikusak, míg az Arrow-Karlin modellben a készlettartási költség lineáris, és a termelési költség növekvő és konvex. A továbbiakban csak a HMMS-típusú modelleket foglalkozunk.

A modellben az anyagáramlási folyamat és a paraméterek az alábbiak:

1. ábra. Az anyagáramlási folyamat



A paraméterek:

- T a tervezési időhorizont hossza,
- $S(t)$ a keresleti ráta, folytonosan differenciálható, $t \in [0, T]$,
- $\bar{I}_m(t)$ a végtermék megcélzott készletszintje, $t \in [0, T]$,
- $\bar{I}_s(t)$ a beszerzett termék megcélzott készletszintje, $t \in [0, T]$,
- $\bar{P}_m(t)$ a termelő megcélzott termelési szintje, $t \in [0, T]$,
- $\bar{P}_s(t)$ a beszállító megcélzott termelési szintje, $t \in [0, T]$,
- h_m egységnyi végtermék készlettartási költsége,
- h_s egységnyi beszerzett termék készlettartási költsége,
- c_m a termelő egységnyi termelési költsége,
- c_s a beszállító egységnyi termelési költsége.

Döntési változók:

- $I_m(t)$ a végtermék készletszintje, nemnegatív, $t \in [0, T]$,
- $I_s(t)$ a beszállított termék készletszintje, nemnegatív, $t \in [0, T]$,
- $P_m(t)$ a termelő termelési rátája, nemnegatív, $t \in [0, T]$,

$P_s(t)$ a beszállító termelési rátája, nemnegatív, $t \in [0, T]$.

Két lehetőséget vetünk össze:

- a termelő erőfőlényben, és a beszállító pontosan annyit szállít, amennyit a termelő megrendelt, (ez a *decentralizált* probléma), és
- a beszállító és a termelő megosztja a költség- és keresleti adatokat, egy vállalatként együtt működnek (*centralizált* probléma).

Az első probléma szekvenciális optimalizálást jelent. A termelő megoldja a termelési problémáját:

$$J_m = \int_0^T \left\{ \frac{h_m}{2} [I_m(t) - \bar{I}_m(t)]^2 + \frac{c_m}{2} [P_m(t) - \bar{P}_m(t)]^2 \right\} dt \rightarrow \min$$

s.t.

$$\dot{I}_m(t) = P_m(t) - S(t), I_m(0) = I_{m0}, \quad 0 \leq t \leq T,$$

aminek a megoldása $(I_m^d(\cdot), P_m^d(\cdot))$, majd $P_m^d(\cdot)$ mennyiséget rendel a beszállítótól, aki minimalizálja költségeit, az alábbi problémát megoldva:

$$J_s = \int_0^T \left\{ \frac{h_s}{2} [I_s(t) - \bar{I}_s(t)]^2 + \frac{c_s}{2} [P_s(t) - \bar{P}_s(t)]^2 \right\} dt \rightarrow \min$$

s.t.

$$\dot{I}_s(t) = P_s(t) - P_m^d(t), I_s(0) = I_{s0}, \quad 0 \leq t \leq T.$$

A másik problémában együttesen tervez a termelő és a beszállító:

$$J_{ms} = \int_0^T \left\{ \frac{h_m}{2} [I_m(t) - \bar{I}_m(t)]^2 + \frac{c_m}{2} [P_m(t) - \bar{P}_m(t)]^2 + \frac{h_s}{2} [I_s(t) - \bar{I}_s(t)]^2 + \frac{c_s}{2} [P_s(t) - \bar{P}_s(t)]^2 \right\} dt \rightarrow \min$$

s.t.

$$\dot{I}_m(t) = P_m(t) - S(t), \quad 0 \leq t \leq T$$

$$\dot{I}_s(t) = P_s(t) - P_m(t), \quad 0 \leq t \leq T,$$

$$\begin{pmatrix} I_m(0) \\ I_s(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{m0} \\ I_{s0} \end{pmatrix}.$$

Ez utóbbi centralizált probléma a szerződések vizsgálatánál is központi szerepet játszik. Azt tudjuk, hogy a centralizált probléma megoldása alacsonyabb költséget eredményez, mint a decentralizálté

$$0 \leq J_{ms}^c = J_m^c + J_s^c \leq J_m^d + J_s^d,$$

ahol a c index a centralizált problémára, míg a d index a decentralizált problémára utal. A kérdés, amire nem adunk választ, úgy hangozna, hogy a felek hogyan osszák el a $J_m^d + J_s^d - J_{ms}^c \geq 0$ költség megtakarítást.

A végrehajtott vizsgálatok Arrow és Karlin (1958) modelljére is hasonlóan végezhető el.

3.2. Beszállító-termelő viselkedése különböző szerződések mellett

Az értekezés következő négy fejezetében az előbb ismertetett centralizált, Pareto-optimumot vetjük össze a szerződés típusok bevezetésével nyert termelési-készletezési stratégiák által adott költség minimumokkal. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy a szerződések mennyire „koordinálják-e” az ellátási láncot abban az értelemben, hogy a költség minimum felé vezérlik a szereplők viselkedését.

A vizsgálatban minden esetben feltételezzük, hogy a beszerzési ár döntési változó, amivel nemkooperatív játékká alakíthatjuk a modelleket, majd az elemzéseket elvégezhetjük. Felsoroljuk a szerződések fajtáit, majd az az átruházható hasznosságokat, azaz transzfer kifizetéseket, amelyek a termelőtől a beszállító irányába folynak.

Négy szerződés típust vizsgálunk ebből a szempontból:

- beszerzési ár szerződés (purchasing price contract),
- nyereség megosztás szerződés (profit sharing contract),
- árbevétel megosztás szerződés (revenue sharing contract), és
- mennyiségi engedmény szerződés (quantity discount contract).

A transzferek a következők lesznek.

1. Beszerzési ár szerződés:

$$w \cdot \int_0^T P_m(t) dt$$

2. Nyereség megosztás szerződés:

$$\int_0^T w \cdot P_m(t) dt + (1 - \alpha) \cdot \left[\int_0^T p \cdot S(t) dt - \int_0^T \left\{ \frac{h_m}{2} [I_m(t) - \bar{I}_m(t)]^2 + \frac{c_m}{2} [P_m(t) - \bar{P}_m(t)]^2 \right\} dt \right]$$

3. Árbevétel megosztás szerződés:

$$\int_0^T w \cdot P_m(t) dt + (1 - \alpha) \cdot \int_0^T p \cdot S(t) dt$$

4. Mennyiségi engedmény szerződés:

$$\int_0^T w(P_m(t)) \cdot P_m(t) dt,$$

ahol az árengedmény függvény

$$w(P_m(t)) = \begin{cases} w_0 - \frac{w_0 - w_1}{q} \cdot P_m(t) & 0 \leq P_m(t) < q \\ w_1 & q \leq P_m(t) \end{cases}.$$

Ezekkel a transzfer kifizetésekkel módosítjuk az alapmodell költségfüggvényeit, majd megoldjuk a problémákat.

Azt az eredményt kapjuk, hogy a felsorolt szerződések egyike sem koordinálja az ellátási láncot abban az értelemben, ahogy az előzőekben definiáltuk.

3.3. Egy példa olyan ellátási láncra, ahol a Nash-egyensúly és a Pareto-optimum egybeesik

Lineáris költsége esetén a következő probléma adódik a közös optimalizálás, azaz a centralizált modellben:

$$J_{ms}(P_m(\cdot), P_s(\cdot)) = \int_0^T [h_m I_m(t) + c_m P_m(t) + h_s I_s(t) + c_s P_s(t)] dt \rightarrow \min$$

s.t.

$$\dot{I}_m(t) = P_m(t) - S(t), \quad 0 \leq t \leq T$$

$$\dot{I}_s(t) = P_s(t) - P_m(t), \quad 0 \leq t \leq T,$$

$$\begin{pmatrix} I_m(0) \\ I_s(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{m0} \\ I_{s0} \end{pmatrix},$$

ahol a fajlagosak az egységnyi költségeket jelölik.

Mivel ebben az esetben a *beszerzési ár szerződést* alkalmaztuk, ezért a transzfer kifizetés az előbbiekben leírtaknak megfelelően alakul. A két ágens költség- (nyereség-)függvénye:

$$J_m(P_m(\cdot); w^N) = \int_0^T p \cdot S(t) dt - \int_0^T [h_m \cdot I_m(t) + c_m \cdot P_m(t) + w^N \cdot P_m(t)] dt \rightarrow \max,$$

és

$$J_s(P_s(\cdot), w; P_m^N(\cdot)) = w \cdot \int_0^T P_m^N(t) dt - \int_0^T [h_s \cdot I_s(t) + c_s \cdot P_s(t)] dt \rightarrow \min.$$

Ekkor a szerződés már koordinálja az ellátási láncot. Ez talán a linearitásból fakad.

3.4. A modellekből levonható eredmények

Első megállapításunk az, hogy együttműködés esetén az ellátási láncokban fellépő költségek alacsonyabbak lesznek. (Ez következik abból, hogy a költségfüggvény közös.) Azonban azzal a problémával már nem foglalkoztunk, hogy milyen elosztási séma javasolható költség megtakarítás allokációjára.

A *második megállapításunk* azzal foglalkozik, hogy a szakirodalomból ismert néhány szerződéstípus nem koordinálja az ellátási láncot abban az értelemben, hogy az az ellátási lánc költség optimumához vezetne.

A *harmadik megállapítás* szerint, amennyiben a beszállító és termelő is lineáris költségfüggvénnyel rendelkezik, akkor a Nash-egyensúly és a Pareto-optimum egybeesnek beszerzési árra történt szerződés esetén.

4. Főbb hivatkozások

1. Forrester, J.W. (1961): *Industrial dynamics*, Pegasus Communications, Waltham, MA
2. Simchi-Levi, D., Kaminsky, S., Simchi-Levi, E. (2009): *Designing & Managing The Supply Chain Concepts: Strategies and Cases*, 3rd edition, McGraw-Hill Book Company
3. Arrow, K.J., Karlin, S. (1958): *Production over time with increasing marginal costs*, in: K.J. Arrow, S. Karlin, H. Scarf (Eds.): *Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production*, Stanford Univ. Press, Stanford, 1958, pp. 61-69.
4. Holt, C.C., Modigliani, F., Muth, J.F., Simon, H.A. (1960): *Planning Production, Inventories, and Work Forces*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

5. A témakörrel kapcsolatos saját (ill. társszerzős) publikációk jegyzéke

Könyvrészesetek

1. Dobos, I., Gobsch, B., 2011. Supply chain coordination in a HMMS-type supply chain with purchasing price contract. In: Gobsch, B., Käschel, J., Vörös, J. (Eds.): Supply Chain and Corporate Environmental Management: Festschrift for Prof. Dr. h.c. Knut Richter, Verlag Dr. Kovač, Hamburg, 37-51
2. Dobos, I., Gobsch, B., Pakhomova, N., Pishchulov, G., Richter, K., 2012. Channel coordination in a HMMS-type supply chain with profit sharing contract. In: Klatte, D., Schmedders, K., Luethi, H.-J. (Eds.): Operations Research Proceedings 2011: Selected Papers of the International Conference on Operations Research (SOR 2011), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 445-450

Cikkek

1. Dobos, I., 2011. The analysis of bullwhip effect in a HMMS-type supply chain. International Journal of Production Economics 131, 250-256
2. Dobos, I., Pintér, M., 2013. Cooperation in an HMMS-type supply chain: A management application of cooperative game theory. Periodica Politechnica: Social and Management Sciences 20, accepted
3. Dobos, I., Tallos, P., 2012. Chain coordination in a supply chain with purchasing price contract and linear costs. PU.M.A. 23, 13-24

Konferenciakötetek

1. Dobos, I., Gobsch, B., Pakhomova, N., Pishchulov, G., Richter, K., 2012. Channel coordination in a HMMS-type supply chain with revenue sharing contract. In: Ivanov, D., Sokolov, B., Käschel, J. (Eds.): Flexibility and adaptability of global supply chains: Proceedings of the 7th German-Russian Logistics Workshop DR-LOG 2012, St. Petersburg, 16-19 May, 2012, 182-189
2. Dobos, I., Gelei, A., Vörösmarty, Gy., 2012. Design of contract parameters in a HMMS-type supply chain with quantity discount contract. In: Grubbström, R.W.,

Hinterhuber, H.H. (Eds.): Proceedings of the 17th Int. Working Sem. on Prod. Econ. (2012), Innsbruck, Austria, Pre-Prints Vol. 4., pp. 73-82

Műhelytanulmányok

1. Dobos, I., Pintér, M., 2010. Cooperation in supply chains: A cooperative game theoretic analysis. 135. sz. Műhelytanulmány (2010), Vállalatgazdaságtan Intézet, Budapesti Corvinus Egyetem