

# **Cooperation in supply chains: A cooperative game theoretic analysis**

Imre Dobos

Miklós Pintér

**133. sz. Műhelytanulmány**  
**HU ISSN 1786-3031**

**2010. szeptember**

Budapesti Corvinus Egyetem  
Vállalatgazdaságtan Intézet  
Fővám tér 8.  
H-1093 Budapest  
Hungary

# Cooperation in supply chains: A cooperative game theoretic analysis

Imre Dobos<sup>1</sup>

Miklós Pintér<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Corvinus University of Budapest, Institute of Business Economics, H-1093 Budapest, Fővám tér 8., Hungary, [imre.dobos@uni-corvinus.hu](mailto:imre.dobos@uni-corvinus.hu).

<sup>2</sup> Corvinus University of Budapest, Department of Mathematics, H-1093 Budapest, Fővám tér 13-15., Hungary, [miklos.pinter@uni-corvinus.hu](mailto:miklos.pinter@uni-corvinus.hu).

## **Absztrakt.**

A cikkben a kooperatív játékelmélet fogalmait alkalmazzuk egy ellátási lánc esetében. Az ostorcsapás-hatás elemeit egy beszállító-termelő ellátási láncban ragadjuk meg egy Arrow-Karlin típusú modellben lineáris készletezési és konvex termelési költség mellett. Feltételezzük, hogy mindkét vállalat minimalizálja a fontosabb költségeit. Két működési rendszert hasonlítunk össze: egy hierarchikus döntéshozatali rendszert, amikor először a termelő, majd a beszállító optimalizálja helyzetét, majd egy centralizált (kooperatív) modellt, amikor a vállalatok az együttes költségüket minimalizálják. A kérdés úgy merül fel, hogy a csökkentett ostorcsapás-hatás esetén hogyan osszák meg a résztvevők ebben a transzferálható hasznosságú kooperatív játékban.

*Kulcsszavak:* Optimális irányítás, Ellátási lánc, Ostorcsapás-hatás, Kooperatív játékelmélet

## **Abstract.**

In this paper we apply cooperative game theory concepts to analyze supply chains. The bullwhip effect in a two-stage supply chain (supplier-manufacturer) in the framework of the Arrow-Karlin model with linear-convex cost functions is considered. It is assumed that both firms minimize their relevant costs, and two cases are examined: the supplier and the manufacturer minimize their relevant costs in a decentralized and in a centralized (cooperative) way. The question of how to share the savings of the decreased bullwhip effect in the centralized (cooperative) model is answered by transferable utility cooperative game theory tools.

*Keywords:* Optimal control, Supply chain, Bullwhip effect, Cooperative game theory

## **Acknowledgment.**

Miklós Pinter gratefully acknowledges the financial supports by the Hungarian Scientific Research Fund (OTKA) and the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences.

## References

- 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, 61-69
- Disney, S. M., Towill, D. R. (2003): On the bullwhip and inventory variance produced by an ordering policy, *Omega: The International Journal of Management Science* 31, 157-167
- Driessen, T. (1988): *Cooperative Games, Solutions and Applications*, Kluwer Academic Publishers
- Feichtinger, G., Hartl, R.F. (1986): *Optimale Kontrolle ökonomischer Prozesse: Anwendungen des Maximumprinzips in den Wirtschaftswissenschaften*, de Gruyter, Berlin
- Forrester, J. (1961): *Industrial dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA
- Ghali, M.A. (2003): Production-planning horizon, production smoothing, and convexity of the cost function, *Int. J. of Production Economics* 81-82, 67-74
- Gillies, D.B. (1959): *Solutions to general non-zero-sum games: Contributions to the theory of games IV.*, Princeton University Press, Princeton
- Kogan, K, Tapiero, C.S. (2007): *Supply chain games: Operations management and risk valuation*, Springer, New York, NY
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S. (1997): The bullwhip effect in supply chains, *Sloan Management Review*, Spring, 93-102
- Schmeidler, D. (1969): The nucleolus of a characteristic function game, *SIAM Journal of Applied Mathematics* 17, 1163-1170
- Seierstad, A., Sydsaeter, K. (1987): *Optimal control theory with economic applications*, North-Holland, Amsterdam
- Sethi, S.P., Yan, H., Zhang, H. (2005): *Inventory and supply chain management with forecast updates*, Springer, New York, NY
- Shapley, L.S. (1953): The value for  $n$ -person games, In: Kuhn, H.W., Tucker, A.W. (Eds.): *Contributions to the theory of games II*, *Annales of Mathematics Studies* 28., Princeton University Press, Princeton, 307-317
- von Neumann, J., Morgenstern, O. (1944): *Theory of games and economic behavior*, Princeton University Press, Princeton
- Wagner, H.M., Whitin, T. M. (1958): Dynamic version of the economic lot size model, *Management Science* 5, 89-96