

KÉSZLETALLOKÁCIÓ VISSZAVÁSÁRLÁSOS RENDSZERBEN – TÖBBSZEREPLŐS ÚJSÁGÁRUS MODELL ALKALMAZÁSA A KÖNYVKERESKEDELEM PÉLDÁJÁN¹

WIMMER ÁGNES – DOBOS IMRE

*Budapesti Corvinus Egyetem – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem*

A cikk egy visszavásárlásos rendszerben jelentkező készletallokációs problémát elemez. A vizsgálat középpontjában egy könyvkiadó áll, mely több csatornán keresztül értékesíti könyveit. A termék iránti kereslet nem ismert, de korábbi iparági tapasztalatok alapján becsülhető. A kiadónak minden egyes új könyv esetében döntenie kell egyrészt a nyomtatott példányszámról, másrészt a kinyomtatott könyvek allokációjáról a vele közvetlen kapcsolatban álló nagy- és kiskereskedők között, úgy, hogy saját közvetlen értékesítési csatornája számára is megfelelő készletet biztosít, melyből a nála jelentkező egyéni vevőket kiszolgálja. Feltételezzük, hogy a kiadó és a kereskedők között visszavásárlási szerződés van. A könyvek kiskereskedelmi ára adott, az egyes kereskedők esetében eltérő az árrés, ezáltal a kiadó várható nyeresége. A szereplők nyereségük maximalizálására törekednek. Modellünk egy többszereplős újságárusfiú problémára épül, egy egyetlen termelő/kiadó – n számú kereskedő rendszerben, a keresletet Poisson-eloszlással becsülve. A cikk a modell centralizált és decentralizált megoldását is bemutatja.

Kulcsszavak: optimalizálás, újságárusfiú probléma, készletgazdálkodás, visszavásárlási szerződés

1 Bevezetés

A cikk egy valós üzleti szituációt, egy könyvkiadó készletallokációs problémáját elemzi. A könyvkiadás projekt-jellegű iparág, az egyes címek (könyvek) önálló projektet képviselnek. A termékek iránti kereslet előzetesen nem ismert, bár korábbi iparági tapasztalatok alapján becsülhető. A kiadónak minden egyes új projekt esetében döntenie kell a nyomtatott példányszámról, a kiskereskedelmi árról és a nyomtatott példányok (készletek) kereskedelmi csatornáknak való allokációjáról. A kiadó több csatornán keresztül értékesít: több nagy- és kiskereskedővel áll közvetlen kapcsolatban, valamint közvetlenül is értékesít egyéni vevőknek, végfelhasználóknak. Az allokációs döntésnél figyelembe veszi a kereskedők kiadó felé megjelenő rendelését, azonban számolnia kell azzal, hogy ez a kereslet túlbecsült, mivel a könyvpiacon elterjedt szerződéses gyakorlat következtében a kereskedők visszaküldhetik az általuk

¹Beérkezett 2018. április 24. E-mail: agnes.wimmer@uni-corvinus.hu.

el nem adott készleteket. A kiadónak is lehetősége van a készletek visszahívására. A könyvpiac nemzetközi viszonylatban is hasonló rendszerben működik, egyes országokban visszavásárlásos vagy bizományosi szerződésekkel.

Cikkünkben ezt a készletallokációs döntést vizsgáljuk visszavásárlásos rendszerben, játékelméleti megközelítésben, egy többszereplős újságárusfiú modell alapján, feltételezve, hogy a szereplők a nyereség maximalizálására törekednek. Egy olyan könyvkiadó ellátási láncát modellezzük, mely visszavásárlási szerződésekkel kötött a vele közvetlenül kapcsolatban álló nagy- és kiskereskedőkkel. Egy egyetlen termelő – n számú kereskedő ellátási láncot vizsgálunk, nem ismerve a kereslet pontos eloszlását. A probléma szerkezete hasonló az újságárusfiú modellhez. Feltételezzük, hogy a véletlen kereslet Poisson-eloszlást követ, mely jól közelíti a könyvértékesítésre jellemző véletlen keresletet.

A cikk következő, második részében rövid szakirodalmi áttekintést adunk, majd a harmadik részben felvázoljuk a vizsgált üzleti probléma hátterét, a termék és a piac főbb jellemzőit, a könyvkiadó fő döntési problémáit, kiemelve ezek fontosabb befolyásoló tényezőit. A negyedik részben bemutatjuk a modellt, a paramétereket, döntési változókat és a felállított költségfüggvényeket. Ezt követően áttekintjük a modell jellemzőit és bemutatjuk a megoldását. Az ötödik rész két speciális esetet vizsgál, a modellt centralizált, illetve decentralizált megoldását és az optimális stratégiákat ezekben az esetekben. A hatodik részben egy számpélda segítségével jellemezzük az optimális megoldást, végül összefoglaljuk az eredményeket és kitérünk a további kutatási irányokra.

2 Szakirodalmi áttekintés

A készletezési döntéseket az eladó és a kereskedők közötti különböző szerződéstípusok is befolyásolják (Cachon, 2003), elsőként ennek témánk szempontjából releváns szakirodalmi hátterét foglaljuk össze röviden.

A visszavásárlási szerződések, illetve a bizományosi rendszer gyakran alkalmazott szerződéses forma a könyvkereskedelemben. Ennek értelmében a kereskedők jogában áll az általuk korábban megvásárolt vagy bizományba átvett, eladatlan készleteket kis költséggel vagy (szinte) költségmentesen visszaküldeni a kiadónak, aki emiatt a kockázatot viseli (lásd pl. Ru és Wang 2010, Zhang et al. 2010).

A szakirodalomban számos cikk foglalkozik hasonló problémakörrel. A termelő-kiskereskedő modell visszavásárlási szerződéses formáját elsőként Pasternack (1985) vizsgálta, az optimális rendelési tétel meghatározására az újságárusfiú modellt javasolta. Eredményeit számos kutató felhasználta, kiterjesztette. Zhang és munkatársai (2005) általánosították az alapmodellt a visszatérítési szerződésekre. Gong (2008) az információs aszimmetriát is bevonta az elemzésbe. Ding és Chen (2008) bemutatta, hogy ez az elemzési eszköz háromszintű ellátási láncokra is alkalmazható. Több szerző vizsgálta az újságárusfiú alapú ellátási lánc modelleket árfüggő kereslet mellett, pl. Petruzzi és Dada (1999), Mileff és Nehéz (2006, 2007), Arcelus és munkatár-

sai (2008). Ezek a modellek a klasszikus modellt azzal bővítik, hogy az árat mint döntési változót építik a modellbe. Sediri és Nakade (2010), Nakade és munkatársai (2010) játékelméleti nézőpontból elemzik az alapmodellt. A kérdés náluk úgy merül fel, hogy egy adott szerződéstípust figyelembe véve hogyan változik meg a rendelési tételek nagysága úgy, hogy a szereplők nyereségei növekedjenek. A nem-kooperatív játékelmélettel nyert megoldás a rendszer egészét tekintve szuboptimum, ezért a szerződést kell úgy megállapítani, hogy az a Pareto-optimumhoz, vagyis a rendszeroptimumhoz vezérelje az ellátási láncban szereplő vállalatokat. Ez utóbbi problémakört, azaz a versenyzés és együttműködés hatását, illetve azok kombinációját Wu (2013) vizsgálta. A területről jó áttekintést nyújt Sarker (2014) cikke. Das (2017) cikkében a most bemutatandó dolgozathoz hasonló modellt vizsgál, azzal a különbséggel, hogy a könyvkiadó és a kereskedők előrejelzését is figyelembe veszi a döntéshozatalkor.

Magyar nyelven Hauck (2017) cikkében találhatunk egy igen jó áttekintést. A dolgozat a logisztika és ellátási lánc menedzsment területének vezető folyóiratait szemléli. Az alapmodellek mellett arra is kitér a cikk, hogy milyen fontosabb területeken lehet a készletgazdálkodási modelleket alkalmazni.

Jelen cikk kiterjeszti a visszavásárlásos készletallokációs modell elemzését exogén módon adott Poisson-eloszlásfüggvényt használva. Modellünk az újságárusfiú alapmodellre támaszkodik. A felállított modellt a játékelmélet eszközeivel vizsgáljuk, és megmutatjuk, hogy ilyen interpretációval a nem-kooperatív és a kooperatív játékok egyensúlya, optimuma egybeesik.

3 A vizsgált allokációs probléma iparági háttere

A következőkben röviden áttekintjük a vizsgált allokációs probléma piaci hátterét: a könyvkiadás és -kereskedelem témánk szempontjából releváns iparági sajátosságait, a termékek, a piac, az ellátási láncok jellemzőit és a szereplők főbb készletezési döntéseit. A nyomtatott könyvek piacát vizsgáljuk. Az e-könyvek terjedése módosíthatja a nyomtatott könyvek iránti keresletet, de a kiadók fő döntési pontjai és a felállított modell fő paraméterei nem változnak.

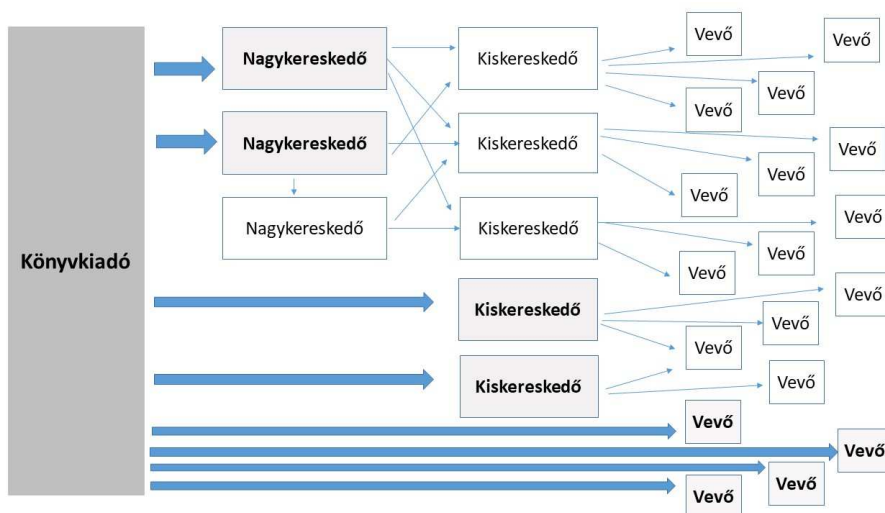
A könyvkiadásban kulcsfontosságú döntés a nyomtatott példányszám meghatározása, majd az ennek eredményeként rendelkezésre álló készlet allokációja a lehetséges értékesítési csatornáknak. Különösen fontosak ezek a döntések a kisebb piacokon, a kevésbé ismert és elterjedt, kisebb kereslettel rendelkező nyelveken kiadott könyvek esetében, így a magyar nyelvű könyvek piacán is. Ezekben a kis piacokon a könyvek jelentős részénél – a bestsellerek kivételével – a kereslet gyakran alig haladja meg a gazdaságos nyomtatási tételek nagyságát. Ez a jellemző megerősíti a készletallokációs döntések fontosságát. A nyomtatott példányszámról meghozott kiadói döntést (lásd Dobos és Wimmer, 2010) követően a különböző értékesítési csatornák közti készletallokáció és visszavásárlásos rendszer sajátosságai is jelentős hatással vannak az értékesítésre és kiadók nyereségére.

3.1 A termék, a piac és az ellátási lánc jellemzői a könyvkiadásban és -kereskedelemben

A könyvkiadás projektekre épül: minden új cím új projektet jelent a kiadónak. A múltbeli hasonló projektek tapasztalatai hasznosak a tervezés során, de minden termék más, eltérő keresleti jellemzőkkel. A végső vevők a könyveket kiskereskedelmi egységekben (könyvesboltokban vagy webáruházakban) vagy közvetlenül a kiadóktól vásárolják meg. A kiskereskedők és a nagykereskedők más nagykereskedőktől vagy közvetlenül a kiadóktól szerzik be a készletet, jellemzően bizományosi szerződések keretében, mely alapján az átvett készletből értékesített mennyiséggel jellemzően havonta számolnak el. A kiadók tehát különböző csatornákon keresztül értékesítenek: nagykereskedőkön és kiskereskedőkön, tőlük vásárló kiskereskedőkön keresztül, közvetlen értékesítés útján saját webáruházban vagy boltban. Az 1. ábra a kiadó ellátási láncának egy részletét mutatja, szürkével jelölve a kiadóval közvetlen kapcsolatban lévő szereplőket.

A kiadó ismeri a vele közvetlen kapcsolatban álló nagykereskedők és kiskereskedők rendeléseit, korábbi projektek (más könyvei) értékesítési adatait, de nincs információja a közvetlen partnereivel kapcsolatban lévő kiskereskedők vagy a végső vásárlók keresletéről, sem az ellátási láncban megjelenő további megrendelésekről, vásárlásokról. Minden esetben csak a közvetlen partnerei rendeléseivel találkozik, a végső vevők keresletét csak a közvetlen értékesítés esetén ismeri. A nagykereskedőknek gyakran saját kiskereskedelmi egységeik vannak, könyvkereskedelmi láncok tulajdonosai vagy állandó partnerei, emellett más nagykereskedőkkel, kereskedelmi láncokkal és kiskereskedelmi egységekkel is kapcsolatban állnak. Az egyes termékek iránti aggregált kereslet nem ismert pontosan, de becsülhető. Modellünkben a kiadó és a vele közvetlen kapcsolatban álló partnerek kapcsolatát vizsgáljuk majd. A közvetlen vevői kereslet összesítve jelenik meg a kiadó saját értékesítési csatornájában, mely a modell szempontjából a számos értékesítési csatorna egyike. A modellben a kiadóval közvetlen kapcsolatban álló nagykereskedők, kiskereskedők és a saját közvetlen csatorna hasonló szerepet töltenek be, de – mint láthatjuk majd – üzleti szempontból eltérő paraméterekkel jellemezhetőek. A könyvkiadóval közvetlenül kapcsolatban álló nagykereskedők, kereskedelmi láncok, kiskereskedők számos értékesítési pont keresletét összesítik, azonban az ezekben megjelenő keresletről, illetve értékesítésről nem osztanak meg információkat. A piac jellemzőit figyelembe véve a könyvkiadó szempontjából egy egyetlen termelő – n számú kereskedőből álló ellátási láncot vizsgálhatunk.

A könyvkiadó dönt minden egyes projekt esetében a nyomtatott példányszámról és a könyv kiskereskedelmi áráról, majd az előzetes rendelések figyelembevételével az elkészült könyvek allokációjáról a különböző értékesítési csatornában. A nyomtatott példányszámra vonatkozó döntés jelentőségét növeli, hogy a könyvkiadásban jelentős tételt képviselnek a fix költségek (a nyomdakész anyag előállításának költségei, a nyomdai munkálatok fix, sorozatindítási költségei, a termékhez kapcsolódó marketing költségek), melyek függetlenek mind az előállított, mind az értékesített mennyiségtől.



1. ábra. A könyvkiadás ellátási lánc

A könyvkiadó készletallokációs döntéseit befolyásolják, bizonyos értelemben korlátozzák az iparágra jellemző szerződéses gyakorlatok. A hazai és a nemzetközi könyvpiacokon is a bizományosi, illetve a visszavásárlásos szerződések jellemzőek. A kiadó javaslatot tehet a készletallokációra, de a kereskedők nem minden esetben fogadják el az egyes könyvekből általa felajánlott/javasolt mennyiséget. A bizományosi rendelés egyfajta alku eredményeként alakul ki, hiszen a kiadó dönt arról, hogy a kereskedők által bizományba kért mennyiséget teljes egészében vagy csak részben biztosítja, figyelembe véve a kielégítetlen kereslet (hiány) kockázatát és a különböző értékesítési csatornák eltérő költségeit (árréseit). A kereskedelmi partnerek kereslete, a hozzájuk allokált mennyiség tehát a kiadó által javasolt és a kereskedők által kért/befogadott mennyiség minimumaként alakul ki. Mindkét félnek lehetősége van utólagos korrekcióra, a kereskedők visszaküldhetik, a kiadó visszahívhatja az el nem adott készleteket. A bizományosi és a visszavásárlási szerződéseken alapuló rendszereknek közös jellemzője a visszahívás/visszaküldés (buyback/return) lehetősége. E rendszerek között ugyanakkor jelentős az eltérés a pénzügyi mozgásokat és a tulajdonlást, s ennek következtében a kockázatviselést illetően.

Mind a bizományosi rendszer, mind a visszavásárlásos szerződések csökkentik a kereskedelmi partnerek kockázatát, hiszen gyakorlatilag költségmentesen vagy minimális költségek mellett visszaküldhetik az eladatlan készleteket, ami nagyobb rendelésekre ösztönzi őket. Ezzel együtt a szállító (a kiadó) nagyobb kockázatot vállal. A bizományosi rendszerben a kereskedők a szállító (jelen esetben a kiadó) tulajdonában lévő készleteket értékesítik, a készletezés kockázatát is az eladó viseli (Lai et al. 2009). Visszavásárlásos rendszerben a készlet a vevő (kereskedő) tulajdonába kerül a szállító visszavásárlási garanciájával, bizományosi rendszerben az eladó (a könyvkiadó)

tulajdonában marad, melyet a bizományos partner időszakonként elszámol. Az előbbi esetben előfordul, hogy a kereskedők a továbbértékesítés előtt kifizetik a termékek árát, míg bizományosi rendszerben csak a továbbértékesítés után következik az elszámolás, számlázás, fizetés kizárólag az eladott (lejelentett) fogyás alapján. Az anyagáramlások mindkét rendszerben hasonlóak a készletek visszaáramlásának lehetőségével, melyet mindkét fél kezdeményezhet, a kereskedő visszaküldés, a kiadó visszahívás formájában. A pénzáramlások közti eltéréseket a szerződések típusán kívül a fizetési feltételek és a felek fizetési hajlandósága és képessége is befolyásolja. Jelen tanulmányban a visszavásárlásos/visszahívásos forma áll a középpontban.

A könyvek kiskereskedelmi ára fix ár, melyet a kiadó határoz meg. A kiadó és a kereskedők ebből az árból gyakran engedményt adnak a vevőknek, melynek jellemző formái a webáruházak kedvezményei vagy a törzsvásárlói kártyák. Ezek az árengedmények a könyvet értékesítő szereplő számára változó költségként jelentkeznek, de a nagykereskedelmi árat (árrést) nem befolyásolják. (Ettől eltér a kiadó és a kereskedők által közösen meghirdetett akciók speciális esete, ahol az engedmény költségeit megosztják a lánc tagjai.)

A nagykereskedelmi ár a kiskereskedelmi ár és a (nagy)kereskedelmi árrés különbsége. Az árrést az adott (nagy)kereskedő és a kiadó közötti szerződés rögzíti. A könyvpiac domináns szereplői a nagykereskedők és a kereskedelmi láncok, ők diktálják a szerződéses feltételeket, köztük az árréseket. (Ez az árrés a magyar könyvpiacra jelenleg 50% körül mozog, gyakran meghaladja azt.) A piacon az értékesítés nagy része a domináns, a vevők felé széles kínálatot és széles körű elérhetőséget biztosító nagykereskedőkön és láncokon keresztül történik. A kiadók számára ezen csatornák használatának költsége a magas árrések miatt nagyobb, ugyanakkor jelentős forgalmat generálnak, mely nehezen lenne átterelhető a piacon jelenlévő kisebb szereplők vagy a saját, közvetlen értékesítési csatorna felé.

Jelen tanulmányban abból indulunk ki, hogy a nyomdakész anyag elkészült, a termék áráról való döntés megszületett, és a kiadónak a nyomtatott példányszámról és a készletek allokációjáról kell döntenie, az itt vázolt körülményeket, korlátokat figyelembe véve. Feltételezzük, hogy a kiadó allokálja a rendelkezésre álló mennyiséget, nem szándékozik utánnymást rendelni, sem az árat módosítani, sem további marketing költségeket vállalni az értékesítés növelése reményében. A készletek allokációja során a kiadó dönt a kinyomtatott könyvek értékesítési csatornában való elosztásáról, így a vele közvetlen kapcsolatban álló kereskedők számára allokált mennyiségről (figyelembe véve az általuk rendelt/igényelt mennyiséget) és a közvetlen vevői számára fenntartott készletről is. A modell szempontjából az n számú kereskedő, a nagykereskedők, a kiskereskedők és a saját közvetlen értékesítési csatorna hasonló paraméterekkel jellemezhetők. A döntéshozók nyereségmaximalizáló magatartását feltételezzük. A modell centralizált változatában a kiadó a teljes láncra optimalizál (a gyakorlatban ez a kiadóval is rendelkező könyvkereskedő hálózatok esetében jelenik meg leginkább), a decentralizált esetben a szereplők egymástól függetlenül optimalizálnak.

3.2 A könyvkiadó költségei

A könyvkiadó költségein belül nagy arányt képviselnek a fix költségek, melyek függetlenek az előállított, illetve az eladott mennyiségtől. Ide tartoznak a kéziratokból a nyomdakész anyagok (vagy e-könyvek) előállításának a költségei, vagy a termékhez kapcsolódó marketingköltségek is. A nyomtatási költségnek vannak fix és változó elemei is. A sorozatindítás fix költségei általában jelentősek, így – hagyományos technológia mellett – a megrendelt nyomtatott példányszám növelése jelentősen csökkenti a termék előállítás egységköltségét. A nyomtatott példányszámról való döntést követően a termék egységköltsége (c) meghatározható.

A készletallokációs problémát vizsgálva a költségek többsége változó költség. A készleteket a kiadó finanszírozza mindaddig, míg a kereskedő ki nem fizeti. Raktározási költségek a kiadó központi raktárában merülnek fel, jellemzően mennyiségarányosan.

A kiadó jövedelme a nagykereskedelmi ár (w) , mely az eladott termékek kiskereskedelmi ára (p) és a kereskedelmi árrés különbsége. Másik oldalról nézve, a kiadóval kapcsolatban álló nagy- és kiskereskedők árrése $(p - w)$ változó költségként jelentkezik a kiadó számára. A gyakorlatban a tényleges nagykereskedelmi árat (és a kiadó költségét) nem csak a megállapodás szerinti árrés, hanem a tényleges fizetési folyamatok (feltételek és hajlandóság) is befolyásolják.

A kiadó változó költségeinek fő elemei tehát:

- (1) Készlettartási költség (h) , mely az eladatlan készletek finanszírozási költségeiből és a kiadó központi raktárában tartott készletek raktározási költségeiből tevődik össze.
- (2) A kereskedők árrése $(p - w)$ az eladott példányok után, mely eltérő mértékű a különböző csatornában. Közvetlen kiadói értékesítés esetén a vevőknek adott árengedmény tölt be hasonló szerepet.

A *használdozat költség*, vagyis az elmaradt haszon költsége nehezen becsülhető. Egyrészt az egyes értékesítési pontokon előforduló készlethiány elvesztett eladásokhoz vezethet. Másrészt a kiadó költsége nagyobb, így nyeresége kisebb, ha a vevők olyan csatornában vásárolják meg a könyvet, melyben magasabb a kereskedelmi árrés. Emiatt a kiadók számára drágább értékesítési csatornában történő vásárlások is elmaradt hasznot (a lehetségesnél kisebb nyereséget) jelentenek, ugyanakkor e csatornák mellőzése vagy háttérbe szorítása elmaradt eladásokat okozhat.

A költségfüggvény megalkotásánál fix költségek is felléphetnek, de a jelen modell ettől eltekint, mivel csak egyperiódusos döntési modellt állítunk elő. Ilyenkor a fix költség nem függ a rendelési tétel nagyságtól, így az el is hagyható.

4 A modell és tulajdonságai

A vizsgált helyzetet egy egyetlen termelő – n számú kereskedő rendszerrel írjuk le. A következőkben ismertetjük a modellt és a megoldás tulajdonságait. A vizsgálat időhorizontja egy periódus, ezért a modell statikus.

4.1 A modell

A korábban bemutatott ellátási láncból (1. ábra) a kiadóval közvetlen kapcsolatban álló szereplőket emeltük ki, így egy egyetlen termelőből és n számú kereskedőből álló modell állítható fel. A közvetlen kiadói értékesítést az n csatorna egyikének tekintjük, mely a kereskedőkhöz hasonló paraméterekkel jellemezhető, azzal a különbséggel, hogy a (nagy)kereskedelmi árás helyett a vevőknek adott árengedmény csökkeni a bevételt. A szereplők közti kapcsolatot és az anyagáramlásokat a 2. ábra szemlélteti.

A modellben a következő paramétereket használtuk:

- n a kereskedők száma (beleértve a kiadóval közvetlen kapcsolatban lévő nagykereskedőket, kiskereskedőket és saját közvetlen értékesítési csatornát)
- p a könyv kiskereskedelmi ára, pénzegység (PE)/db,
- c a könyv önköltsége, PE/db,
- h_0 a könyvkiadó készlettartási költségei, PE/db/periódus,
- r a könyvkiadó központi raktárában tárolt készletek aránya,
- \overline{Q} a nyomtatott könyvek maximális darabszáma,
- w_i nagykereskedelmi ár az i -ik ($i = 1, 2, \dots, n$) kereskedő/vevő számára megjelenő kedvezményes ár az értékesítési csatornában, PE/db,
- h_i az i -ik ($i = 1, \dots, n$) kereskedő készlettartási költsége, PE/db/periódus,
- b_i az i -ik ($i = 1, \dots, n$) kereskedő visszavásárlási ára/költsége, PE/db,
- D_i az i -ik ($i = 1, \dots, n$) kereskedő kereslete/rendelése, db, valószínűségi változó, Poisson-eloszlású
- λ_i a Poisson-eloszlás paramétere az i -ik ($i = 1, \dots, n$) kereskedő esetében.

A kereslet valószínűsége Poisson-eloszlás mellett a következőképpen alakul:

$$P(D_i = k) = \frac{\lambda_i^k}{k!} \cdot e^{-\lambda_i}.$$

A kumulált eloszlást a következőképpen határozhatjuk meg:

$$F_i(Q_i) = \sum_{k=0}^{Q_i-1} \frac{\lambda_i^k}{k!} \cdot e^{-\lambda_i}.$$

Feltételeztük, hogy a kereskedők kereslete független. Ebből a feltevésből következik, hogy a kiadó felé megjelenő kereslet kumulált valószínűsége is Poisson-eloszlást követ:

$$P\left(\sum_{i=1}^n D_i = k\right) = \frac{(\sum_{i=1}^n \lambda_i)^k}{k!} \cdot e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i},$$

ahol a kumulált eloszlás:

$$F_0(Q_0) = \sum_{k=0}^{Q_0-1} \frac{(\sum_{i=1}^n \lambda_i)^k}{k!} \cdot e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i}.$$

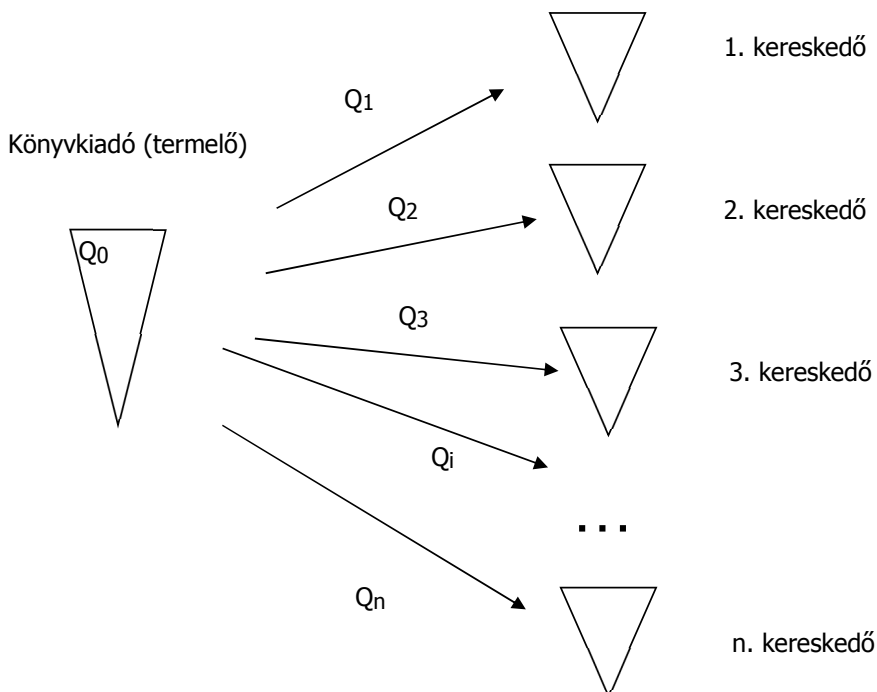
Döntési változók (tétel nagyságok, db):

- Q_0 a kiadó által az adott könyvből kinyomtatott példányszám (nyomtatott darabszám),
 Q_i a kiadó által a kereskedők (értékesítési csatornák) számára allokkált könyvek száma.

Feltételezzük, hogy a kinyomtatott könyvek mennyisége nem nagyobb, mint a kereskedők számára allokkált könyvek száma. A kinyomtatott könyvek példányszámára bevezetünk egy felső korlátot: \bar{Q} . Ez a felső határ a könyvkiadó pénzügyi lehetőségeinek a korlátja is. Ezt a következő módon írjuk le:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \leq (1-r)Q_0 \leq (1-r)\bar{Q}.$$

A leírt problémát tehát úgy modellezzük, mint egy olyan ellátási láncot, ahol egyetlen termelő és n számú kereskedő áll kapcsolatban. Az ellátási lánc anyagáramlási folyamatát a 2. ábra mutatja.



2. ábra. Anyagáramlás a vizsgált rendszerben (egyetlen termelő n -kereskedő)

Alkossuk meg a nyereségfüggvényt! A modellhez $n+1$ darab nyereségfüggvényt kell létrehozni: a könyvkiadó és az n számú kereskedő nyereségfüggvényeit. A problémát a könyvkiadó szempontjából modellezzük. A könyvkiadó maximalizálja a nyereségeket az egész ellátási lánc szempontjából, jóllehet nem ismeri a kereskedők pontos költségeit, de azokat becsülni tudja.

Először a kiadó nyereségfüggvényét írjuk fel. Feltételezzük, hogy a könyvkiadó nyereségfüggvénye meghatározásához az összes árbevételét csökkentjük a könyvek teljes előállítás költséggel, a készlettartási költséggel és a visszavásárlási költséggel. Jelölje ezt a nyereségfüggvényt $\Pi_0(Q_0)$, amelyet az alábbi módon írhatunk:

$$\Pi_0(Q_0) = \sum_{i=1}^n w_i Q_i - cQ_0 - h_0 r Q_0 - \sum_{i=1}^n b_i \max(0, Q_i - D_i).$$

A várható nyereségfüggvény alakja a következő

$$E\Pi_0(Q_0) = \sum_{i=1}^n w_i Q_i - (c + h_0 r)Q_0 - \sum_{i=1}^n b_i E \max(0, Q_i - D_i).$$

A kereskedők nyereségfüggvényeit a következő megfontolás alapján szerkeszthetjük meg. Tételezzük fel, hogy a könyvkiadónak nincs információja a kereskedők készlettartási költségparamétereiről, amelyeket h_i szimbólummal jelölünk. A kereskedő állandó és változó költsége teljesen ismeretlen a könyvkiadó számára. Az i -ik kereskedő nyereségfüggvénye az alábbiak szerint alakul:

$$\begin{aligned} \Pi_i(Q_i) = & (p - w_i)Q_i + b_i \max(0, Q_i - D_i) - p \max(D_i - Q_i, 0) - \\ & - h_i \max(0, Q_i - D_i), \quad (i = 1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

A várható nyereségfüggvény pedig

$$\begin{aligned} E\Pi_i(Q_i) = & (p - w_i)Q_i + b_i E \max(0, Q_i - D_i) - p E \max(D_i - Q_i, 0) - \\ & - h_i E \max(0, Q_i - D_i), \quad (i = 1, 2, \dots, n). \end{aligned}$$

A kereskedők célja nyereségük maximalizálása. Mivel a kereskedőknek nincs információjuk a többiek rendelési szabályáról, ezért ezek a döntések teljesen függetlennek tekinthetők.

A vázolt problémát úgy is interpretálhatjuk, mint egy játékelméleti modellt. A modell következőképpen épül fel:

$$E\Pi_i(Q_i) \rightarrow \text{opt}, \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i \leq (1 - r)Q_0 \quad (2)$$

és

$$0 \leq Q_i, \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n). \quad (2a)$$

A következő részben ezt a felállított (1)-(2a) modellt jellemezzük. Megmutatjuk, hogy a modell egy játék, és a játék optimális megoldását keressük.

4.2 A modell és a megoldásának néhány tulajdonsága

Az (1)-(2a) modellt úgy is interpretálhatjuk, mint egy $(n + 1)$ játékosból álló nem-kooperatív játékot. Belátjuk, hogy a játék Nash-egyensúlya egyben Pareto-optimum is, így a versenymegoldás egyben egy kooperatív játék megoldása is.

1. Állítás. *A játék $\{Q_i^o\}_{i=0}^n$ optimumában az összes olyan kinyomtatott könyv, amely a kiadó biztonsági készletén felül van, a kereskedőkhöz kerül:*

$$\sum_{i=1}^n Q_i^o = (1 - r)Q_0^o. \quad (3)$$

Könnyű belátni az állítást, akár intuitív módon is. Ha több példány maradna a kiadónál, mint a kereskedők igénye, akkor azok kisebb értékesíthető készlettel rendelkeznének, amivel kisebb lenne az értékesíthető mennyiség és az árbevételük, valamint a nyereségük is. Ezért hatékonyabb magasabb példányszámot allokálni az értékesítési csatornába, beleértve a közvetlen értékesítési csatornát is. A kiadó nyereségfüggvénye lineáris a kinyomtatott példányszámban, ezért a kiadó nyereségfüggvénye ott lesz maximális, ahol a példányszám a legkisebb.

2. Állítás. *Az (1)-(2a) játék megoldása egy Nash-egyensúly.*

Bizonyítás. Tétélezzük fel, hogy a játék megoldását meghatároztuk, és a megoldás $\{Q_i^o\}_{i=0}^n$. Vizsgáljuk először a kiadó által kinyomtatott könyvek számát, azaz Q_0^o -t. Rögzítsük a kereskedőkhöz került $\{Q_i^o\}_{i=1}^n$ példányszámokat, és oldjuk meg a következő feladatot:

$$E\Pi_0(Q_0) \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n Q_i^o \leq (1 - r)Q_0 \quad \text{és} \quad Q_0 \geq 0.$$

A probléma megoldható, és a megoldása Q_0^o érték. Azonnal látható, hogy az optimális kinyomtatott mennyiség az alábbi kifejezéssel egyezik meg:

$$Q_0^o = \frac{1}{1 - r} \sum_{i=1}^n Q_i^o.$$

Vizsgáljuk most az i -ik kereskedő feladatát, amely a következő probléma megoldását jelenti:

$$E\Pi_i(Q_i) = (p - w_i)Q_i + b_i E \max(0, Q_i - D_i) - pE \max(D_i - Q_i, 0) - \\ - h_i E \max(0, Q_i - D_i) \rightarrow \max$$

$$Q_i \leq (1 - r)Q_0^o - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Q_j^o \quad \text{és} \quad Q_i \geq 0.$$

A feladat megoldását nem állítjuk expliciten elő, az megtalálható pl. Naddor (1966) alapkönyvében. Ezzel az állítást beláttuk.

A következő, utolsó állításban azt látjuk be, hogy a nem-kooperatív játék egyensúlyi megoldása egyben Pareto-optimum is.

3. Állítás. *Az (1)-(2a) játék Nash-egyensúlya egyben Pareto-optimum is.*

Bizonyítás. Az első állításban előállítottuk az (1)-(2a) feladat megoldását. Alakítsuk át a problémát az alábbi alakra:

$$E\Pi_i(Q_i) + \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n E\Pi_j(Q_j^o) \rightarrow \min,$$

$$Q_i \leq (1-r)Q_0^o - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Q_j^o \quad \text{és} \quad Q_i \geq 0.$$

A fenti feladat optimuma a Nash-egyensúly, és a kumulált nyereségfüggvény a Pareto-optimum. Így az (1)-(2a) játék Pareto-optimuma egyben Nash-egyensúly is. Ezzel az állítást beláttuk.

5 A modell megoldása különböző stratégia-típusok esetén

Ebben a fejezetben a vázolt probléma két speciális stratégiáját vizsgáljuk: a decentralizált és a centralizált megoldást. A decentralizált megoldás mellett a könyvkiadó és a kereskedők egymástól függetlenül optimalizálnak. A centralizált esetben a központ (a könyvkiadó) maximalizálja az ellátási lánc nyereségét, a kinyomtatott könyvek egy általa meghatározott mennyiségét allokálja a kiskereskedőknek. (A gyakorlatban egyes nagyobb kereskedelmi láncok saját kiadóinak saját láncon belüli készletallokációja hasonló módon történik.) A centralizált modell egy megoldását az előbbi fejezetben mutatuk be. A többletnyereség résztvevők közötti felosztásával nem foglalkozunk ebben a tanulmányban.

5.1 A modell decentralizált megoldása

A decentralizált modell azt az esetet írja le, amikor a könyvkiadó és a kereskedők egymástól függetlenül optimalizálnak; értjük ez alatt azt, hogy a kiadó határozza meg először az optimális készletezési stratégiáját (a piaci kereslet exogén módon adott), majd leszállítja a kereskedőknek a szükséges mennyiségeket, hogy azok kielégíthessék a keresletet. A kereskedők átveszik a nekik felajánlott mennyiséget, és maximalizálják a nyereségüket.

A (3) egyenlőség könyvkiadó nyereségfüggvényébe történő behelyettesítése után a következő függvényt kell optimalizálni:

$$E\Pi_0(\{Q\}_{i=1}^n) = \sum_{i=1}^n \left[\left(w_i - \frac{c}{1-r} - h_0 \frac{r}{1-r} \right) Q_i - b_i E \max(0, Q_i - D_i) \right],$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i \leq (1-r)\bar{Q}, \quad Q_i \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Ha az alábbi egyenlőtlenség teljesül, akkor megtaláltuk az optimumot:

$$F_i(\tilde{Q}_i - 1) \leq \frac{w_i(1-r) - c - h_0 r}{b_i(1-r)} < F_i(\tilde{Q}_i), \quad \text{és} \quad \sum_{i=1}^n \tilde{Q}_i < (1-r)\bar{Q},$$

és ekkor a kereskedők $\{\tilde{Q}_i\}_{i=1}^n$ optimális értékeit, valamint a könyvkiadó $\tilde{Q}_0 = \frac{1}{1-r} \sum_{i=1}^n \tilde{Q}_i$ értékét megtaláltuk. A feltétel azt mutatja, hogy ebben az esetben a pénzügyi lehetőségeket nem használtuk ki teljes mértékben.

Ha a fenti eset nem teljesül, akkor bevezetjük a Lagrange-függvényt:

$$L(\{Q\}_{i=1}^n, \mu) = \sum_{i=1}^n \left[\left(w_i - \frac{c}{1-r} - h_0 \frac{r}{1-r} \right) Q_i - b_i E \max(0, Q_i - D_i) \right] +$$

$$+ \mu \left((1-r)\bar{Q} - \sum_{i=1}^n Q_i \right),$$

ahol μ a Lagrange-multiplikátor. Az optimális megoldás most

$$F_i(Q_i^o - 1) \leq \frac{(w_i - \mu)(1-r) - c - h_0 r}{b_i(1-r)} < F_i(Q_i^o), \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

A megoldás függ a μ Lagrange-multiplikátortól, amit aztán meghatározhatunk a

$$\sum_{i=1}^n Q_i(\mu) = (1-r)\bar{Q}$$

egyenlet μ -re történő megoldásával. Numerikus megoldásokat a következőkben mutatunk be, mindkét esetre.

5.2 A modell centralizált megoldása

Ebben a fejezetben a centralizált modellt oldjuk meg, azaz azt a modellt, amelyben a kiadó és a kereskedők koordinálják a döntésüket. Koordináció alatt azt értjük, hogy a résztvevők összegzik a nyereségfüggvényeiket, és a rendszer összes, maximális nyereségét határozzák meg. Természetesen ez a megoldás egyben Pareto-optimum is, amint azt a 3. állításban beláttuk,

hiszen a nyereségfüggvény ekkor az ellátási lánc szereplőinek összegzett nyeresége. A modell a következő:

$$\sum_{i=1}^n E\Pi_i(Q_i) = \left(p - \frac{c}{1-r} - h_0 \frac{r}{1-r}\right) \sum_{i=1}^n Q_i - pE \max(D_i - Q_i, 0) - h_i E \max(0, Q_i - D_i),$$

$$\sum_i^n Q_i \leq (1-r)\bar{Q}, \quad Q_i \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

A modell optimális megoldása

$$F(\tilde{Q}_i - 1) \leq \frac{2p(1-r) - c - h_0 r}{(p + h_i)(1-r)} < F_i(\tilde{Q}_i) \quad \text{és} \quad \sum_{i=1}^n \tilde{Q}_i < (1-r)\bar{Q},$$

$$(i = 1, 2, \dots, n).$$

Amennyiben az előbbi egyenlőtlenség nem teljesül, akkor a Lagrange-függvény segítségével oldjuk meg a feladatot:

$$L(\{Q\}_{i=1}^n, \mu) = \sum_{i=1}^n \left[\left(p - \frac{c}{1-r} - h_0 \frac{r}{1-r}\right) \sum_{i=1}^n Q_i - pE \max(D_i - Q_i, 0) - h_i E \max(0, Q_i - D_i) \right] + \mu \left((1-r)\bar{Q} - \sum_{i=1}^n Q_i \right).$$

Az optimális megoldás ebben az esetben

$$F(Q_i^\circ - 1) \leq \frac{(2p - \mu)(1-r) - c - h_0 r}{(p + h_i)(1-r)} < F_i(Q_i^\circ), \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Itt is az alkalmas μ szorzót kell megkeresni. Ezzel a két speciális eset megoldottuk. A következő részben a modell működését mutatjuk be.

6 Numerikus példa

A fejezetben két számpéldán keresztül szemléltetjük a javasolt stratégiákat. Tételezzük fel, hogy a könyvkiadó három kereskedőt lát el könyvekkel, $n = 3$. A példában feltesszük, hogy a kiskereskedelmi eladási ár $\$20$, $p = 20$, az önköltség $\$2$, $c = 2$, és a könyvkiadó készlettartási költsége $\$1,2$, $h_0 = 1,2$. Feltesszük még, hogy a kiadó a kinyomtatott példányok 50 százalékát adja el, $r = 0,5$, és 600 példányt nyomtatott ki a kiadó, $\bar{Q} = 600$. A kereskedők adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

	1. kereskedő	2. kereskedő	3. kereskedő
Poisson-eloszlás paramétere (λ_i , db)	110	90	70
Nagykereskedelmi ár (w_i , USD)	10	9	12
Visszavásárlási költség (b_i , USD)	8	7,2	9,6
Készlettartási költség (h_i , USD)	1,2	1,08	1,44

1. táblázat. A kiskereskedők adatai

Először a javasolt modell decentralizált stratégiáját vizsgáljuk. Ebben az esetben a könyvkiadó maximalizálja a nyereségét, és ezt az információt a kereskedők felé továbbítja. A feladat a következő probléma megoldása:

$$L^{\text{dec}}(Q_1, Q_2, Q_3) = \left[4,8Q_1 - 8 \sum_{k=0}^{Q_1-1} (Q_1 - k) \frac{110^k}{k!} e^{-110} \right] + \\ + \left[3,8Q_2 - 7,2 \sum_{k=0}^{Q_2-1} (Q_2 - k) \frac{90^k}{k!} e^{-90} \right] + \left[6,8Q_3 - 9,6 \sum_{k=0}^{Q_3-1} (Q_3 - k) \frac{70^k}{k!} e^{-70} \right] \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 \leq 300, \quad Q_1 \geq 0, Q_2 \geq 0, Q_3 \geq 0.$$

Az ötödik fejezet eredményét felhasználva a következő optimális megoldás adódik: $Q_1 = 113$ db, $Q_2 = 90$ db és $Q_3 = 74$ db. Az optimális kinyomtatott példányszám ekkor 594, ami a felső határ alatt van. Az ellátási lánc résztvevőinek nyeresége dollárban: $E\Pi_0(596) = 1258,35$, $E\Pi_1(113) = 1347,3$, $E\Pi_2(90) = 1088,76$ és $E\Pi_3(74) = 833,54$.

Oldjuk meg a feladatot centralizált stratégia mellett. A matematikai probléma az alábbi alakot ölti:

$$L^{\text{cent}}(Q_1, Q_2, Q_3) = 34,8(Q_1 + Q_2 + Q_3) - 21,2 \sum_{k=0}^{Q_1-1} (Q_1 - k) \frac{110^k}{k!} e^{-110} - \\ - 21,08 \sum_{k=0}^{Q_2-1} (Q_2 - k) \frac{90^k}{k!} e^{-90} - 21,44 \sum_{k=0}^{Q_3-1} (Q_3 - k) \frac{70^k}{k!} e^{-70} \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 \leq 300, \quad Q_1 \geq 0, Q_2 \geq 0, Q_3 \geq 0.$$

A megoldás most: $Q_1 = 121$ db, $Q_2 = 101$ db és $Q_3 = 78$ db. A kinyomtatandó példányszám most eléri a 600-at, vagyis az maximálisan tervezett példányszámot kinyomtatják. Az ellátási lánc tagjainak nyereségei dollárban: $E\Pi_0(600) = 1232,28$, $E\Pi_1(121) = 1747,17$, $E\Pi_2(101) = 1634,38$ és $E\Pi_3(78) = 1031,65$.

A két stratégia összehasonlításakor kiemeljük, hogy a könyvkiadó a decentralizált stratégia esetén maximalizálja a nyereségét. Azonban az ellátási lánc résztvevőinek teljes, azaz kumulált nyeresége megnövekszik az együttműködés után. Decentralizált esetben a teljes nyereség 4527,96 dollár, míg centralizált esetben 5645,45 dollár. Ebben a dolgozatban a többletnyereség elosztásával nem foglalkoztunk, mert az a kooperatív játékelmélet témaköréhez tartozik.

7 Következtetések és további kutatási irányok

Jelen cikkben egy újságárusfiú típusú ellátási láncot mutattunk be. Egy könyvkiadó döntését vizsgáltuk, mely n számú kereskedővel áll kapcsolatban, visszavásárlásos szerződéses rendszerben. A kiadó egy új könyv induló,

nyomtatandó példányszámát kívánja meghatározni, valamint dönt a kereskedőknek allokkált mennyiségről, figyelembe véve a kereskedők rendelkezéseit és a becsült keresletet, valamint a kereskedőkre jellemző árrést. A probléma megoldása, amint azt megmutattuk, egy játékelméleti feladat megoldásához vezet. A játékosok a könyvkiadó és a kereskedők. A probléma matematikai struktúrája nem túl bonyolult, így a feladat Nash-egyensúlya egyben Pareto-hatékony megoldás is. Azután egy egyszerű numerikus módszert javasoltunk az optimális allokkációs stratégia meghatározására.

A modell a könyvkiadó és a kereskedők közötti visszavásárlási szerződést vizsgálta. További vizsgálati irányt jelenthet az üzleti gyakorlatban az ellátási láncban elterjedt bizományosi (konszignációs) készletszerződés, vagy az eladó által menedzselte készletezési rendszer (vendor managed inventory, VMI) elemzése. További vizsgálandó problémakör a többletnyereség újraelosztási sémáinak elemzése kooperáció esetén, amely a kooperatív játékelmélet központi problémája.

Köszönetnyilvánítás

Dobos Imre köszöni az NKFI támogatását. (Támogatás száma: K 124644.)

Irodalom

1. Arcelus, F. J., Kumar, S., Srinivasan, G. (2008): Evaluating manufacturer's buyback policies in a single-period two-echelon framework under price-dependent stochastic demand, *Omega*, 36, 808–824
2. Cachon, G. P. (2003): *Supply chain coordination with contracts*. Handbooks in operations research and management science, 11, 227–339.
3. Das, D. (2017): An approach to improve supply chain profit through buy-back contract with reference to a book publishing firm. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 28(3), 338–354.
4. Ding, D., Chen, J. (2008): Coordinating a three level supply chain with flexible return policies, *Omega: The International Journal of Management Science*, 36, 865–876
5. Dobos, I., Wimmer Á. (2010a): Initial inventory levels for a book publishing firm, Working paper No. 123, Institute of Business Economics, Corvinus University of Budapest.
6. Dobos, I., Wimmer Á. (2010b): Buyback and return policies for a book publishing firm WP 134, Corvinus University of Budapest.
7. Gong, Q. (2008): Optimal buy-back contracts with asymmetric information, *International Journal of Management and Marketing Research*, 1, 23–47
8. Hauck Zs. (2017): A készletgazdálkodási modellek irányzatainak rendszerező áttekintése, *Sigma*, 48(3-4), 69–93
9. Lai, G., Debo, L. G., Sycara, K. (2009): Sharing inventory risk in supply chain: The implication of financial constraint, *Omega*, 37, 811–825
10. Mileff, P., Nehéz, K. (2006): An extended newsvendor model for customized mass production, *AMO – Advanced Modelling and Optimization, Electronic International Journal*, 8(2), 169–186.

11. Mileff, P., Nehéz, K. (2007): Evaluating the proper service level in a cooperative supply chain environment, MIM'07. IFAC workshop on manufacturing modeling, management and control, Budapest, Hungary, 123–126
12. Naddor, E. (1966): *Inventory systems*, John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney.
13. Nakade, K., Tsubouchi, S., Sediri, I. (2010): Properties of Nash equilibrium retail prices in contract model with a supplier, multiple retailers and price-dependent demand, *Journal of Software Engineering & Applications*, 3, 27–33
14. Pasternack, B. A. (1985): Optimal pricing and return policies for perishable commodities, *Marketing Science*, 4, 166–176
15. Petruzzi, N. C., Dada, M. (1999): Pricing and the newsvendor problem: A review with extensions, *Operations Research*, 47, 183–194
16. Ru, J., Wang, Y. (2010): Consignment contracting: Who should control inventory in the supply chain? *European Journal of Operational Research*, 201, 760–769
17. Sarker, B. R. (2014): Consignment stocking policy models for supply chain systems: A critical review and comparative perspectives. *International Journal of Production Economics*, 155, 52–67.
18. Sediri, I., Nakade, K. (2010): Competition in a decentralized supply chain under price and safety stock sensitive stochastic demand and buyback contract, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, 4, 627–636
19. Vörös J. (2018): *Termelés- és szolgáltatásmenedzsment*, Akadémiai Kiadó, Budapest
20. Wu, D. (2013): Coordination of competing supply chains with news-vendor and buyback contract. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 1–13.
21. Zhang L., Song S., Wu C. (2005): Supply chain coordination of loss-averse newsvendor with contract, *Tsinghua Science and Technology*, 10, 133–140
22. Zhang, D., de Matta, R., Lowe, T. J. (2010): Channel coordination in a consignment contract, *European Journal of Operational Research*, 207, 897–905.

INVENTORY ALLOCATION IN A BUYBACK SYSTEM – APPLYING THE MULTIPLAYER NEWSVENDOR MODEL TO THE BOOK TRADE EXAMPLE

The aim of the article is to analyze an inventory allocation problem in a buyback/consignment system. The investigation focus on a book publisher, which has contact with a number of wholesalers and retailers and maintains a part of their inventories for direct sales. The publisher has to determine the printed quantity (initial inventory level) a given newly published book and make decision about the allocation in the distribution channels. The publisher is assumed to have a consignment or buyback agreement with the retailers, since these are the most common forms of contracts in book industry. The model is based on a newsboy problem, in a one-warehouse and n -retailer supply chain with demand estimated by Poisson distribution.

The second part of the article provide a brief literature review about buyback contracts and newsboy-type inventory games relevant for our analyses. The third part give an overview about the industry background, the main characteristics of the book market, and the main decision-making points of the publishers. In publishing industry every new title (book) represent a new project. The demand for a product is unknown, but it can be estimated from previous industry experience. For each new book, the publisher must decide on the number of copies printed and the allocation of books in the distribution channels. Figure presents the structure of the book supply chain. The publisher has a warehouse role in the investigation, has direct contact with several wholesalers, retailers and also sells directly to individual customers (its own direct channel can be considered as one of the retailers).

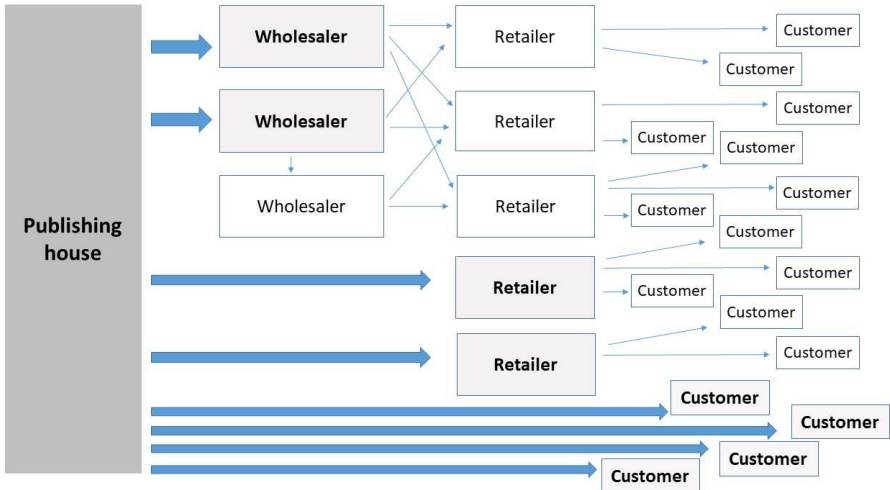


Figure 1. The book supply chain

In the fourth section, we presented the model, the parameters, the decision variables, and the set of profit functions. The main parameters of the model are the number of the wholesalers/retailers in direct contact with the publisher (including its own direct channel), the selling (retail) price and the production cost of the product, wholesale prices (by actors), the inventory holding costs (by actors) and the buyback costs/prices (by actors), the inventory allocated in the central warehouse, maximum number of the book printed, random demand for wholesalers/retailers and the parameter of the Poisson distribution for wholesalers/retailers. Decision variables are Q_0 : the number of the books published (printed) by the publishing house, and Q_i : the number of the books allocated the wholesalers/retailers/direct channel from the publishing house ($i = 1, 2, \dots, n$). The actors maximize their profit. The problem is modeled as a newsboy-type game. We assume that the publisher has no full information about the cost parameters of the wholesalers/retailers, but it has estimations. The decisions of wholesalers/retailers are independent, they have no information about the ordering rules of the others. In the next section the properties of the model and the solution are investigated. The problem can be interpreted as a non-cooperative game with $(n + 1)$ player. It is proved that the Nash equilibrium of this non-cooperative game is a Pareto optimal solution, so the competitive solution is a cooperative game solution as well in this case.

The fifth section examines two specific cases, the centralized or decentralized solution of the model and the optimal strategies in these cases. In the decentralized case, the publisher and the retailers optimize independently. In the centralized case, the publisher maximizes the profit of the total supply chain, the players coordinate

their decisions. In the sixth part we described the optimal solution by means of a numerical example. Comparing the centralized and the decentralized strategy, we can highlight that the publisher maximizes their profit in the decentralized case, but the cumulated profit of the whole supply chain is higher in the centralized case. The problem of the allocation of the profit surplus could be investigated based on the tools of cooperative game theory. The analyses of the cooperation strategies and profit allocation is a further direction of the investigation, as well as the comparison of the different contract forms as consignment inventory or vendor management inventory (VMI).

Key words: optimization, newsboy problem, inventory control, buyback contracts.