

BIZOMÁNYOSAN ÉRTÉKESÍTŐ ÉTREND-KIEGÉSZÍTŐKET GYÁRTÓ VÁLLALATOK ELOSZTÁSI LOGISZTIKAI FOLYAMATÁNAK HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE EGY OPTIMALIZÁLÓ ELJÁRÁS FELHASZNÁLÁSÁVAL

Szentesi Szabolcs

egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: altszabi@uni-miskolc.hu

Illés Béla

egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: altilles@uni-miskolc.hu

Tamás Péter

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: alttpeti@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A bizományosan értékesítő étrend-kiegészítőket gyártó és értékesítő kis- és középvállalkozások ellátási láncának kialakítása, működtetése nagy hatással van a versenyképességre, mivel jelentős mértékben befolyásolja azt, hogy az egyedi vevői igények milyen módon (minőség, határidő, költség) kerülnek kielégítésre. Az elmúlt évtizedekben az étrend-kiegészítők iránt jelentősen megnőtt a piaci kereslet, melyet a 2020-tól kialakult pandémiás helyzet tovább erősített, ezzel egy időben napjainkban meghatározó digitalizációs trendek további új lehetőségeket nyitottak meg ezen típusú ellátási láncok disztribúció formája előtt. A publikációban bemutatásra kerülő többszintű optimalizáló eljárás ezen új lehetőségek kiaknázásával teszi lehetővé a bizományosan értékesítő étrend-kiegészítőket gyártó vállalatok elosztási logisztikai folyamatainak magas szintű optimalizálását.

Kulcsszavak: elosztási logisztika, többszintű optimalizálás, készletezés tervezés, szállítástervezés

Abstract

The establishment and operation of the supply chain of small and medium-sized enterprises producing and selling food supplements on a commission basis has a great impact on competitiveness, as it significantly influences the way in which individual customer needs are met (quality, deadline, cost). In recent decades, market demand for food supplements has increased significantly, further strengthened by the pandemic situation from 2020, while digitalisation trends that are prevalent today have opened up further new opportunities for this type of supply chain distribution. The multi-level optimization process presented in this publication enables a high level of optimization of the distribution logistics processes of companies producing food supplements by commission sales.

Keywords: distribution logistics, multi-level optimization, inventory planning, delivery planning

1. Bevezetés

Napjainkban a fogyasztási cikkek ellátási láncainak kialakítása jelentős változásokon megy keresztül. Az új kialakítási ellátási láncok jelentős mértékben csökkenthetik a gyártási költségeket és a piacra kerülés idejét és sikerességét. Az ellátási láncok kialakításával, működtetésével a nemzetközi szakirodalom részletesen foglalkozik, ugyanakkor vannak olyan ellátási lánc típusok melyek fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata háttérbe szorult. Mivel mostanra a kereskedelmi vállalatok kínálati és a gyógyszerári kínálatok termékféleségének száma jelentős, így a piacra kerülés egyik legjárhatóbb módja a bizományosi értékesítés. A fogyasztási cikkek bizományosan értékesítő étrend-kiegészítőket gyártó vállalatok elosztási logisztikai folyamatának hatékonyságnövelésének egyik kulsckérdése, hogy a bizományosi késztermék készleteket hogyan tudja a bizományosoknál optimálisan elosztani, valamint azt meghatározni, hogy mikor és mennyi készletet kell pótlásként kihelyezni. A digitalizáció nemcsak a technológiáról szól, hanem arról is, hogy milyen stratégiával rendelkeznek a vállalatok, mennyire tudnak alkalmazkodni a megváltozott környezeti feltételekhez (Gubán, Sándor, 2021). A múltban a közlekedés fejlődése tette lehetővé a bizományosi értékesítés elindulását, manapság ezt az infokommunikációs technológiák indukálják (Bögel, 2005). Jelen publikációban a bizományosan értékesítő étrend kiegészítőket gyártó vállalatok ellátási láncainak disztribúciós oldalára fókuszálunk.

A fő cél egy olyan többszintű optimalizáló eljárás ismertetése, amely a készletezési és a szállítási vetületek összehangolt kezelése révén jelentős mértékben járulhat hozzá az elosztási oldal hatékonyságának növeléséhez a bizományosan értékesítő ellátási láncokban.

2. Irodalomkutatás alapján meghatározott fejlesztési irányvonalak

Az ellátási lánc szervezeteken átívelő áramlási folyamatokat ír le. A vállalatok rendelkeznek explicit módon megfogalmazott vagy a vezető fejében impliciten létező stratégiával. Mivel azonban ma már egyre inkább elterjedt nézet, hogy nem egyes vállalatok, hanem ellátási láncok versenyeznek egymással, ezért természetesen adódik, hogy ezeket a szervezeti stratégiákat összehangolják, a célkitűzéseket és a megvalósításhoz rendelt eszközöket az ellátási lánc szintjén is meghatározzák (Szász, Demeter, 2017). Ellátási lánc-stratégiát leginkább azoknak a vállalatoknak célszerű megfogalmazni, amelyek irányító szerepet játszanak, központi vállalatként működnek ellátási láncokban, hiszen hatalmi helyzetüknél fogva ők fogják az adott ellátási lánc működési szerkezetét és folyamatait elsősorban alakítani. Ugyanakkor számukra is korlátot jelent, hogy milyen környezetben, milyen feltételek mellett, milyen partnerekkel tudnak dolgozni.

A vállalatok számos kihívással szembesülnek, amikor ellátási láncuk optimalizálására, harmonizálására törekednek (Gunasekaran et al., 2004).

A terület irodalomkutatásának kiindulópontját a témához kapcsolódó kulcsszavak meghatározása képezi. Mivel az étrend-kiegészítők élelmiszereknek számítanak, amelyek szavatossági idővel rendelkeznek, így a kutatás olyan ellátási lánc stratégiákra fókuszál, amely az élelmiszerek területére korlátozódik. Az irodalomkutatásban a következő kulcsszavak kerültek felhasználásra a keresés során:

- *supply chain / ellátási lánc,*
- *operational strategy / működési stratégia,*
- *food / élelmiszer.*

A kutatási témához szorosabban kapcsolódó szakirodalom lehatárolása érdekében az eredeti kulcsszavak keresését szükséges volt szűkíteni a „supply chain AND operational strategy” kulcsszavak kombinált keresésével. Ezt követően az egyes kulcsszavak keresési eredményei már kellően releváns találatokat eredményeztek, végeredményként 3080 publikáció adódott 2000 – 2020 évek közötti szű-

résben a Wos, Scopus, ScienceDirect keresési eredmények összesítésével. A „supply chain AND operational strategy” keresési kulcsszavakat kiegészítve a „food” kulcsszóval nagymértékben redukálta a találati halmazt.

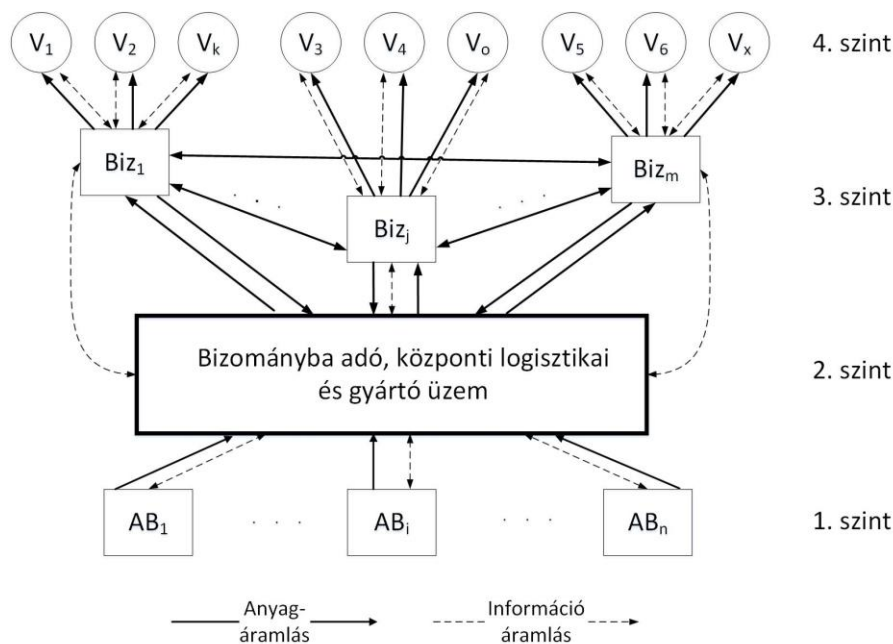
A szisztematikus irodalomkutatás eredményeként lehatárolt 3080 tudományos művet figyelembe véve, fókuszálva az élelmiszerrel foglalkozó szerzőkre és a legtöbbet idézett publikációkra a következő összefoglaló elemzés került elkészítésre. *Vlachos* 2015-ben a KKV (kis- és középvállalkozások) élelmiszer ellátási láncáról értekezik egy esettanulmányban. Megállapítja, hogy az élelmiszeripari vállalatok többsége KKV közé sorolható és kidolgoz egy lean alapú cselekvési tervet egy tea céget alapul véve. Három lépésből álló cselekvési tervet dolgoz ki, amely próbál rámutatni, hogy a költség-hatékony „karcsú” gondolkodás hogyan alkalmazható az élelmiszer ágazatokban (*Vlachos*, 2015). *Kambele és szerzőtársai* 2019-ben az Ipar 4.0 egyik eszközéről, a dolgok internetéről az IoT-ről (Internet of Things) publikál a KKV tekintetében. Megállapítják, hogy az IoT jelentős segítséget nyújthat a KKV-nak az ellátási láncban az élelmiszerminőség ellenőrzésében, a szavatossági idejük ellenőrzésében, a lejárt termékek hulladékkezelésének és recycling logisztikájának megtervezésében (*Kamble et al.*, 2019). *Afonso és Cabrita* 2015-ben a lean elvű ellátási láncról publikál. Arról értekeznek, hogy a lean elvű ellátási láncok operatív szinten törekednek az ellátási láncok folyamatainak optimalizálására, az egyszerűsítés keresésére, a pazarlás csökkentésére és az értéket nem növelő tevékenységek csökkentésére. Megállapítják, hogy az irodalomban azok az elemzések és esettanulmányok, amelyek a KKV ellátási láncának a teljesítménymutatóiról és a méréseiről szólnának. Kutatásuk célja, hogy kidolgozzanak egy élelmiszeripari KKV-ra egy lean ellátási lánc irányítási fogalmi keretrendszert (*Afonso, Cabrita*, 2015). *Pariazar és szerzőtársai* 2017-ben élelmiszer ellátási lánc kialakításához kétlépcsős sztochasztikus programozási modellt fejlesztettek ki a költségek és a kockázati tényezők közötti kompromisszumok feltárására. Számos számítási eredményt is bemutatnak cikkükben (*Pariazar et al.*, 2017). *Ortiz-Barrios és szerzőtársai* 2020-ban az élelmiszer ellátási lánc ostorcsapás effektusáról értekezik. Következményként a gyártási ütemtervek csúszásáról, gyenge vevői kapcsolattartásról, túlzott készlet felhalmozásról és téves kapacitástervezésről írnak. Cikkükben egy hibrid megközelítést javasolnak AHP, DEMATEL valamint a TOPSIS módszerek keverékét (*Ortiz-Barrios et al.*, 2020). Számos publikáció próbál más-más megközelítésből valamilyen megoldást találni arra, hogy az ellátási láncon belül hogyan valósítható meg az élelmiszer veszteségek csökkentése, illetve megszüntetése (*Magalhaes et al.*, 2021; *Kumar et al.*, 2021; *Singha, Mahanty*, 2020). *Sreedevi és Saranga* 2017-ben arról értekezik, hogy a vállalatok versenyképességük megőrzése érdekében kénytelek bővíteni a termékínálatukat, amely az ellátási lánc sebezhetőkéességét idézi elő. Az ellátási lánc bizonytalansága miatt a vállalatok egyre nagyobb kockázattal szembesülnek a termelés és a disztribúció szempontjából, amely végül a rossz működési teljesítményhez vezet. Empirikus vizsgálatukból megállapítják, hogy az ellátási és a gyártási rugalmasság segít csökkenteni az ellátási és gyártási folyamat kockázatait (*Sreedevi, Saranga*, 2017). *Dobos és Gelei* 2015-ben a vállalati készletgazdálkodásról publikál egy gyógyszeripari vállalat esetében. Megállapítják, hogy a vállalat alapvető célja a megfelelő kiszolgálási színvonalon történő működés fenntartása mellett a készletbefektetés mértékének jelentős csökkentése. Ennek elérésére a klasszikus készletezési mechanizmusok elemeit kombinálják (*Dobos, Gelei*, 2015). *Sabouhi és szerzőtársai* 2018-ban egy gyógyszeripari ellátási lánc fő céljairól, a kockázatok és költségek csökkentéséről, a piaci részesedés és a fogyasztók elégedettségének megőrzéséről publikálnak. Egy integrált hibrid megközelítést mutatnak be, amely az ellátási lánc rugalmasság tervezésében nyújt segítséget (*Sabouhi et al.*, 2018). *Li, Zhou és Huang* 2017-ben egy játékelméleti döntéshozatali módszert dolgoz ki a gyártásra és a beszerzésre egy decentralizált ellátási láncban, amely egy gyártóból és egy kiskereskedőből áll. A gyártó egyfajta szezonális terméket forgalmaz a kiskereskedőn keresztül a

vevőknek. A termék kereslete véletlenszerű és a gyártó termelési hozama sztochasztikus. Elemzést végeznek, hogy ezen tényezők hogyan hatnak egymás működési stratégiájára és teljesítményére (Li et al., 2017).

Több publikációban is arról értekeznek, hogy a növekvő termékstruktúra, az egyre fokozódó vevői igények és elvárások eddig nem várt kihívások elé állítják a vállalatok ellátási láncainak működési rendszerét. Az ilyen kihívások új és innovatív rugalmassági koncepciók és modellek kialakítását igénylik (Sreedevi, Saranga, 2017; Ivanov et al., 2018; Rojo et al., 2018; Obayi et al., 2017; Fantasy, Salem, 2016). Megállapítható, hogy a bizományosan értékesítő ellátási láncok működési stratégiával számos publikáció foglalkozik, ugyanakkor nem került kidolgozásra olyan bizományosan értékesítő ellátási lánc modell, amely a bizományosok közötti anyagáramlási-, valamint a bizományosoknál keletkező anyagok újrahasznosítási lehetőségeit is figyelembe venné a késztermék készlet szintek és szállítási költségek minimalizálása mellett.

3. A vizsgálni kívánt rendszermodell ismertetése

A bizományos értékesítésű rendszerek rendkívül sokfélék és specifikusak lehetnek, ugyanakkor a vizsgálati módszerek kidolgozásához elengedhetetlen egy olyan általános vizsgálati modell lehatárolása, mely a vállalati igényeknek megfelelően rugalmasan módosítható, teret adva ezzel szükség esetén valamennyi változat vizsgálatának. Elmondható, hogy az 1. ábrán ismertetett modell ezen követelményeknek eleget tesz, hiszen tartalmazza a bizományosok közötti szállítást, valamint a lejárt szavatosságú termékek újrahasznosításához kapcsolódó anyagáramlás lehetőségét is.



1. ábra. Vizsgálható bizományosan értékesítő éttrend kiegészítőket gyártó vállalatok anyag és információáram kapcsolati struktúrája [Forrás: Saját szerkesztés]

Az 1. ábrán használt jelölések értelmezése:

- AB az i . szállító ($i = 1, 2, \dots, n$),

- BIZ a j. bizományos ($j = 1, 2, \dots, m$),
- V a k. vevő ($k = 1, 2, \dots, x$).

Az 1. ábrán bemutatott ellátási lánc modell jellegzetes logisztikai folyamata a következőképpen összegezhető. A beszállítók közvetlenül a központi bizományba adó logisztikai- és gyártó üzembe szállítják be a gyártáshoz szükséges alapanyagokat. A bizományba adó, központi logisztikai- és gyártóüzem alapanyag raktározási, termelési, késztermék raktározási és kommissiózási területeket foglal magába, mely területek közötti anyag- és információáramlást általában vállalatirányítási rendszerek vezérelnek (pl. SAP, FOSS, stb.). A disztribúciós és visszaszállítási modellek esetén közvetlen elosztó raktározás nélküli kapcsolatok kerültek kialakításra.

4. A kidolgozott optimalizálási eljárás bemutatása

A bizományosan értékesítő étrend-kiegészítőket gyártó és forgalmazó vállalat 1. ábrán ismertett modelljét alapul véve került kidolgozásra egy olyan optimalizálást végző eljárás, melynek felhasználásával az elosztási logisztikai rendszerben található készletszint, továbbá a szállítási költségek is minimalizálhatók (Szentesi et al., 2021). Ezen túlmenően az optimalizálási folyamat a lejárt szavatosságú termékek mennyiségének csökkentésére, valamint újrahasznosítási rendszerének meghatározására is koncentrált.

Egy olyan eljárás került kidolgozásra, melynek alkalmazásával valamennyi vevői igény a teljes késztermék készletszint minimalizálása mellett kielégíthető, továbbá a bizományosok közötti szállítási lehetőség is figyelembe vehető. Az optimalizálás eredményeként minden nap vonatkozásában meghatározásra kerülnek az anyagmozgatási munka minimalizálását célzó szállítási relációk és a hozzájuk kapcsolódó szállítási mennyiségek. Az optimalizálás részletes folyamata (2. ábra) a következőkben kerül ismertetésre.

Folyamat leírása:

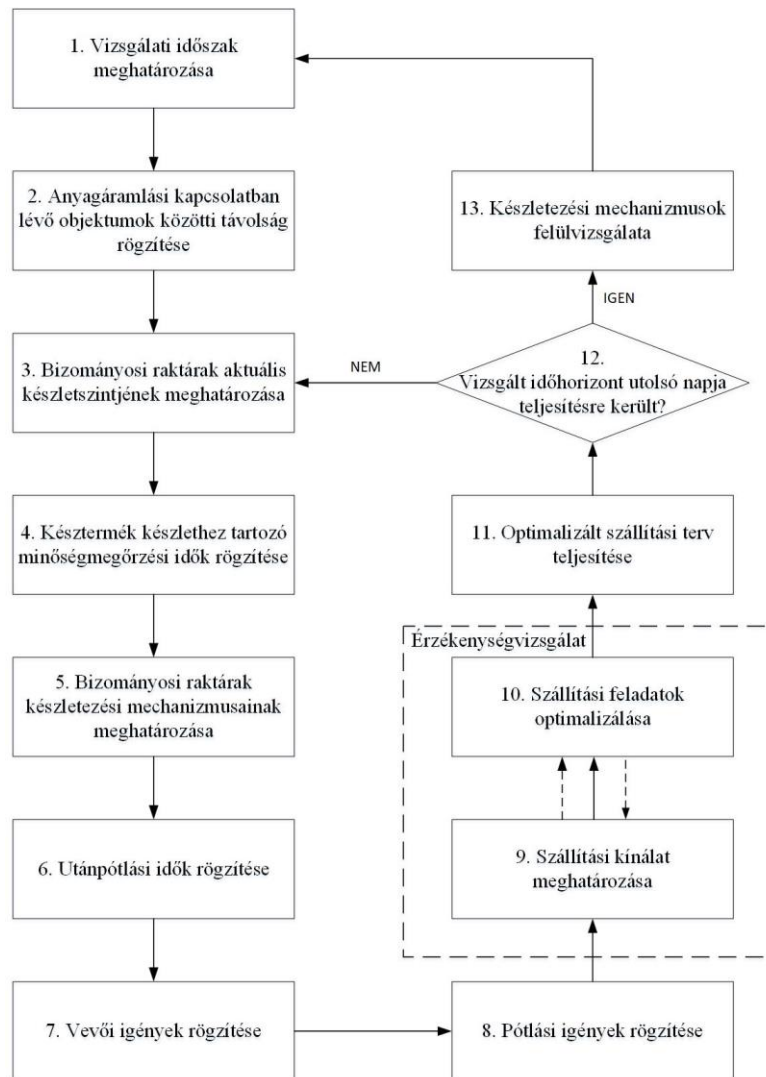
1. Vizsgálati időszak meghatározása: A vizsgálat időhorizontjának meghatározása kell, hogy megtörténjen ebben a lépésben. Feltételezzük, hogy a kijelölt jövőbeni időhorizont alatt az időhorizont kezdetén definiált készletezésési mechanizmusok nem változhatnak, ugyanakkor a vizsgált időszak végén ezek a tényadatok alapján korrigálásra kerülhetnek, melynek eredménye a következő vizsgálati időszakban már figyelembe vehető.

2. Anyagáramlási kapcsolatban lévő objektumok közötti távolság rögzítése: A központi bizományosi raktár ($k=1$) és a bizományosi raktárak, valamint a bizományosi raktárak (k, k') közötti szállítási útvonalak hosszát az (1) útmátrix tartalmazza.

$$U^E = [u_{k,k'}^E], \text{ ahol } k=1, 2 \dots p; k'=1, 2 \dots p. \quad (1)$$

3. Bizományosi raktárak aktuális készletszintjének meghatározása: A vizsgált időhorizont aktuális napján az adott vállalat raktár-irányítási rendszeréből származó készletszint adatokat fel kell tölteni a (2) mátrixba, melynek egy eleme megmutatja, hogy a k. bizományosi raktárban, a j. terméktípusból, a z. nap milyen mennyiségi termék tárolása valósul meg.

$$A^E = [a_{k,j,z}^E], \text{ ahol } k=1, 2 \dots p; j=1, 2 \dots m, z=1, 2 \dots y. \quad (2)$$



2. ábra. Bizományosan értékesítő ellátási láncok elosztási logisztikai optimalizálási folyamata
[Forrás: Saját szerkesztés]

4. Késztermék készlethez tartozó minőségmegőrzési idők rögzítése: A raktárakban tárolt készletek szavatossági ideje a (3) struktúrában kell, hogy rögzítésre kerüljön. A mátrix egy eleme megmutatja a k. bizományos raktárban, a j. terméktípus f. szavatossági idejéhez tartozó termékmennyiséget. Az f. szavatossági idő az étrend-kiegészítőket gyártó vállalatok esetén jellemzően 0-24 hónap között változik, ahol 0 a lejárt szavatosságú termékeket jelöli.

$$SZ^E = [sz_{k,j,f}^E], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m, f=1,2 \dots 24. \quad (3)$$

5. Bizományosi raktárak készletezési mechanizmusainak meghatározása: A vizsgált vállalat típus esetén a leggyakrabban alkalmazott késztermék készletezési mechanizmus az adott készlet szint elérésekor (s) a maximális készlet szintre (S) való feltöltés mechanizmusa, ezért az eljárás keretében ez

kerül alkalmazásra (Erdei, 2020; Nemes, 1996; Pariazar et al., 2017). Természetesen igény esetén a modell további készletezési mechanizmusokra is kiterjeszhető. A (4) mátrix tartalmazza, hogy a k. bizományos j. késztermékéhez milyen jelző készlet szint (s), az (5) mátrix pedig azt mutatja, hogy milyen maximális készlet szint (S) tartozik. Ezen két mátrix értékei egyértelműen leírják az (s, S) készletezési mechanizmusokat. Az értékpárok a vizsgálati időhorizont végén felülvizsgálatra kerülnek a múltbeli adatok alapján.

$$K^{Es} = [k_{k,j}^{Es}], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m, \quad (4)$$

$$S^{ES} = [s_{k,j}^{ES}], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m. \quad (5)$$

6. Utánpótlási idők rögzítése: Ebben a lépésben a (6) adatstruktúra alapján a készlethiány pótlásának átfutási ideje kerül rögzítésre. A mátrix egy eleme megmutatja, hogy a k. bizományos raktár j. termékéhez kapcsolódóan az utánpótlási idő hogyan alakul a központi bizományos raktár, valamint a többi raktár között. A kidolgozott modellben a pótlási idő és a pótlandó mennyiség között nincs releváns összefüggés, így annak figyelembevételét elhanyagoljuk.

$$W^E = [w_{k,j}^E], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m. \quad (6)$$

7. Vevői igények rögzítése: A vizsgálati időszak z. napján a k. bizományos j. terméktípusa vonatkozásában megjelenő tényleges vevői igény. A mátrix értékei (7) napi szinten a vizsgálatot végző vállalat által kerülnek rögzítésre.

$$M^E = [m_{k,j,z}^E], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m, z=1,2 \dots y. \quad (7)$$

8. Pótlási igények rögzítése: Az adott napi pótlási igény a (8) adatstruktúrába kerül rögzítésre, mely a (9) ... (12) összefüggés alapján kerül meghatározásra a k. bizományos j. terméktípusának z. napja vonatkozásában.

$$O_{k,j,z}^{E'''} = [o_{k,j,z}^{E'''}], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m; z=1,2 \dots y. \quad (8)$$

$$o_{k,j,z}^E = a_{k,j,z}^E - sz_{k,j,0}^E - m_{k,j,z}^E, \quad (9)$$

$$o_{k,j,z}^{E'} = \begin{cases} 1, & \text{ha } o_{k,j,z}^E < k_{k,j}^{Es}, \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}, \quad (10)$$

$$o_{k,j,z}^{E''} = o_{k,j,z}^E \cdot o_{k,j,z}^{E'} \quad (11)$$

$$o_{k,j,z}^{E'''} = s_{k,j}^{ES} - o_{k,j,z}^{E''}. \quad (12)$$

9. Szállítási kínálat meghatározása: A napi még felhasználható készlet szint, a készletezési mechanizmus, valamint az adott napi vevői megrendelési adatok alapján kerül meghatározásra, vagyis, hogyha a k. bizományos j. terméktípusának z. napi készlet szint mennyisége a $s_{k,j}^{ES}$ -nél nagyobb, abban az esetben a (13) mátrix k. bizományos, j. terméktípusához tartozó szállítási mennyisége a (14) ... (16) összefüggés alapján határozható meg.

$$R_{k,j,z}^{E'''} = [r_{k,j,z}^{E'''}], \text{ ahol } k=1,2 \dots n; j=1,2 \dots m, z=1, 2 \dots y. \quad (13)$$

$$r_{k,j,z}^E = a_{k,j,z}^E - sz_{k,j,0}^E - m_{k,j,z}^E - s_{k,j}^{ES}. \quad (14)$$

A disztribúciós hálózat szállítási kínálatának meghatározásakor szükség van egy β darabszámú átszállítási minimum meghatározására a bizományosi készletek vizsgálatakor, vagyis a k . bizományos j . készterméke esetén csupán a β feletti darabszámú termék szállítható át.

$$r_{k,j,z}^{E'} = \begin{cases} 1, & \text{ha } r_{k,j,z}^E > \beta \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}, \quad (15)$$

$$r_{k,j,z}^{E''} = r_{k,j,z}^E \cdot r_{k,j,z}^{E'}. \quad (16)$$

A bizományosoknál szavatossági idő miatt lejárt termékeket a központi bizományba adó logisztikai és gyártó üzemnek vissza kell szállítani, ahol a minimális szállítási mennyiséget α jelöli. A (17) mátrix megmutatja a k . bizományos j . terméke esetén a z . napon tárolt - lejárt szavatosságú – és egyben elszállítható termékek mennyiségét. A mátrix értékeinek meghatározása a (18)...(19) összefüggések alapján történik.

$$C_{k,j,z}^{E'} = [c_{k,j,z}^{E'}], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m, z=1,2 \dots y. \quad (17)$$

$$c_{k,j,z}^E = \begin{cases} 1, & \text{ha } sz_{k,j,0}^E > \alpha, \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases} \quad (18)$$

$$c_{k,j,z}^{E'} = c_{k,j,z}^E \cdot sz_{k,j,0}^E \quad (19)$$

10. Szállítási feladatok optimalizálása: A szállítási terv meghatározása a pótlási igények és a szállítási kínálat mátrixok adatainak felhasználásával történik. Az optimalizálás célfüggvénye az anyagmozgatási munka (Erdei, 2020), melynek minimalizálására törekszünk a legközelebbi szomszéd (Nemes, 1996) módszer vizsgált területre történő implementálásával, azzal a feltétellel, hogy a központi bizományosi raktár készletigényét közvetlenül a termelés elégíti ki. A (20) összefüggés megmutatja, hogy a k . és k' . bizományosi raktárak között a j . terméktípusból a z . nap milyen mennyiségű terméket kell szállítani.

$$E^E = [e_{k,k',j,z}^E], \text{ ahol } k=1,2 \dots p; k'=1,2 \dots p; j=1,2 \dots m; z=1,2 \dots y. \quad (20)$$

A (20) mátrix értékeinek meghatározásának lépései a következők:

1. Legnagyobb készletpótlási igénnyel rendelkező értékhez tartozó k . bizományosi raktár, valamint a hozzá tartozó j . terméktípus kiválasztása a pótlási igény mátrix felhasználásával.
2. Kiválasztott k . bizományosi raktár j . terméktípusához legközelebb található – elszállítható termékmennyiséggel rendelkező – k . bizományosi raktár meghatározása a szállítási kínálat és az útmátrix felhasználásával. Kínálatra vonatkozó hiány esetén a központi bizományosi raktár kerül kijelölésre, mely igényt fogalmaz meg a gyártási terület felé.
3. Elszállítható mennyiség meghatározása és rögzítése a szállítási terv mátrixba (amennyiben a kínálat meghaladja a pótlási igényt, akkor a pótlási igénynek megfelelő érték kerül rögzítésre, egyébként pedig a teljes kínálati mennyiség).
4. Szállítási kínálat és a pótlási igény mátrix 1. és 2. lépésben kiválasztott elemei redukálásra kerülnek a 3. lépésben meghatározott értékkel.

5. Késztermék igény kielégítésének vizsgálata: Amennyiben valamennyi késztermék igény kielégítésre kerül, úgy a 6. lépés következik, egyébként pedig az 1. lépésnél folytatódik a vizsgálat.
6. Elszállítható lejárt minőségmegőrzési idővel rendelkező termékek adatainak szállítási terv mátrixba való rögzítése a vonatkozó szállítási kínálat mátrix adatai alapján (a szállítás a központi bizományosi raktárba történik).

Az optimális szállítási terv, valamint a 2. lépésben meghatározásra került egymással anyagáramlási kapcsolatban lévő objektumok közötti távolságokat tartalmazó útmátrix (1) értékei alapján kiszámításra kerül az anyagmozgatási munka (Erdei, 2020).

11. Optimalizált szállítási terv teljesítése: A 10. lépésben ismertetett algoritmus eredményeként meghatározásra került eredménymátrix értékei alapján a szállítási tevékenység megrendelésre, majd teljesítésre kerül.

12. Vizsgált időszak teljesítésének vizsgálata: Amennyiben a vizsgált időszak befejeződik, úgy abban az esetben a 13. lépés alkalmazásával a készletezési mechanizmusok felülvizsgálatára, majd következő időhorizontban történő felhasználására kerül sor. Egyébként az aktuális naphoz tartozó készletszintek meghatározásával folytatódik a vizsgálat (3. lépés).

13. Készletezési mechanizmusok felülvizsgálata: A vizsgált múltbeli időhorizont (P) tényadatainak rögzítését követően felülvizsgálatra kerülnek a K^{ES} és S^{ES} mátrixokban rögzített készletezési mechanizmus adatok. Alapvetően a vizsgált időszak fajlagos készletfogyási adatai kerülnek felhasználásra egy a jövőbeni időszakot jellemző (A) korrekciós tényező felhasználásával (21-22). A korrigált készletezési mechanizmus értékek a vizsgálati időhorizont kezdetén csupán egyszer kerülnek beállításra, valamint a végén felülvizsgálatra. Erre főként azért is kell nagy energiát fordítani, mivel minden jövőbeni időszakra vonatkozó vizsgálati időhorizont esetén a vevői igények változhatnak (Peres et al., 2010).

$$k_{k,j}^{ES'} = \frac{\sum_{z=1}^y m_{k,j,z}^E}{P} \cdot W_{1,k}^E \cdot A_{k,j}, \quad (21)$$

ahol:

- $k_{k,j}^{ES'}$: a módosult készletezési mechanizmus (s) értéke a k. bizományos j. terméke vonatkozásában,
- P : a vizsgált múltbeli időszak hossza,
- $W_{1,k}^E$: a központi bizományos raktár, valamint a többi raktár közötti utánpótlási idő,
- $A_{k,j}^1$: a jövőbeni változásokat figyelembe vevő korrekciós tényező a k. bizományos j. terméke vonatkozásában (pl.: pandémiás időszakok, szezonális).

$$s_{k,j}^{ES'} = \frac{\sum_{z=1}^y m_{k,j,z}^E}{P} \cdot l_{k,j}^E \cdot A_{k,j} + k_{k,j}^{ES'}, \quad (22)$$

ahol:

- $s_{k,j}^{ES'}$: a módosult készletezési mechanizmus (S) értéke a k. bizományos j. terméke vonatkozásában,
- $l_{k,j}^E$: tervezett utánpótlási időköz a k. bizományos j. terméke vonatkozásában.

A kidolgozott optimalizálási módszer kapcsán analizáltuk az érzékenységvizsgálat alkalmazási lehetőségeit, melynek során megállapításra került, hogy mivel a módszer meghatározó mértékben napi szintű tényadatokkal dolgozik, melyek alakulására a vizsgálatot végző szervezetnek nincs ráhatása, így a vizsgálat elvégzésére ezen esetekben nem kerül sor. Megállapítható ugyanakkor, hogy a β átszállítási

minimum kapcsán az érzékenységvizsgálat elvégzése egy olyan döntéstámogató eszközt nyújthat a vizsgálatot végző szervezet számára, melynek segítségével az ideális β érték meghatározható (β érték alakulása hatással van az optimális szállítási tervre, valamint a hozzá kapcsolódó anyagmozgatási munkára). Ezen érzékenységvizsgálat 9. és 10. lépés kiegészítéseként végezhető el, a következő lépések alapján:

1. A 9. lépésnél található β átszállítási minimumhoz tartozó vizsgálati tartomány minimum és maximum értékének, valamint az érzékenységvizsgálat lépésközének meghatározása.
2. Az előző lépésben meghatározott vizsgálati tartomány alapján az első β érték (minimum érték) kiválasztása.
3. A β értékhez tartozó szállítási kínálat mátrix értékeinek meghatározása a 9. lépésben leírtak alapján.
4. A 10. lépés szerint az optimális szállítási terv, valamint a hozzá kapcsolódó anyagmozgatási munka meghatározása.
5. A vizsgált β érték és a hozzá kapcsolódó anyagmozgatási munka értékének rögzítése.
6. A meghatározott lépésközzel növelt β érték alapján a 3-5. lépések ismétlése a vizsgálati tartomány utolsó értékéhez tartozó vizsgálat elvégzéséig.
7. A vizsgálat elvégzésének eredményeként kapott értékpárok alapján az ideális β érték meghatározása.

5. Összefoglalás

A publikációban egy széles körű szakirodalmi elemzést követően megállapításra került, hogy a bizományos értékesítést megvalósító ellátási láncok egy lényeges területet képviselnek a logisztika területén belül, amelyek fejlődése különösképpen felgyorsult napjaink digitalizációs trendjeinek köszönhetően. Mivel a vállalatok az egymás közti verseny hatására a költségek még erőteljesebb minimalizálására törekszenek, így a folyamatok racionalizálása mellett a bizományosi késztermék készletek hatékony elosztása kulcskérdéssé vált. Jelen publikációban számos következtetés is adódik, amelyek megkönnyítik ezen speciális ellátási láncok, valamint a logisztikai folyamatok hatékonyabb működtetését. Ezen publikációban egy olyan többszintű optimalizáló eljárás került kidolgozásra, amely megoldást adhat a bizományosan értékesítő étrend-kiegészítőket gyártó vállalatok elosztási logisztikai folyamatainak hatékonyabbá tételéhez. Mivel a bizományosan értékesítésű hálózatok egyre inkább előtérbe kerülnek, különösen fontos olyan újszerű optimalizáló eljárások kidolgozása ezen a területen, amelyek lehetővé teszik a dinamikus fejlődő technológiai megoldásoknak köszönhetően előálló nagy mennyiségű információ felhasználását az elosztási folyamatok optimalizálása során a bizományosan értékesítésű hálózatok ellátási láncainak vizsgálatakor.

Irodalom

- [1] Gubán, Á., Sándor, Á. (2021). A KKV-k digitálisérettség-mérésének lehetőségei. *Vezetéstudomány*, 52(3), 13-28. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2021.03.02>
- [2] Bögel, Gy. (2005). Fehérgalléros kiszervezés. *Debreceni Egyetem Competitio*. <https://doi.org/10.21845/comp/2004/3/3>
- [3] Szász, L., Demeter, K. (2017). *Ellátási lánc menedzsment* tankönyv. Akadémiai Kiadó.
- [4] Gunasekaran, A., Patel, C., Mcgaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>

- [5] Vlachos, I. (2015). Applying lean thinking in the food supply chains: A case study. *Production Planning and Control*, 26(16), 1351-1367. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238>
- [6] Kamble, S., Gunasekaran, A., Parekh, H., Joshi, S. (2019). Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 48, 154-168. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.02.020>
- [7] Afonso, H., Cabrita, M. D. R. (2015). Developing a lean supply chain performance framework in a SME: A perspective based on the balanced scorecard. *Procedia Engineering*, 131, 270-279. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.389>
- [8] Pariazar, M., Root, S., Sir, M. Y. (2017). Supply chain design considering correlated failures and inspection in pharmaceutical and food supply chains. *Computers and Industrial Engineering*, 111, 123-138. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.07.009>
- [9] Ortiz-Barrios, M., De La Hoz, M. C., López-Meza, P., Petrillo, A., De Felice, F. (2020). A case of food supply chain management with AHP, DEMATEL, and TOPSIS. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 27(1-2), 104-128. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0271>
- [10] Magalhaes, V. S. M., Ferreira, L. M. D. F., Silva, C. (2021). Using a methodological approach to model causes of food loss and waste in fruit and vegetable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124574>
- [11] Kumar, A., Mangla, S. K., Kumar, P., Song, M. (2021). Mitigate risks in perishable food supply chains: Learning from COVID-19. *Technological Forecasting and Social Change*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120643>
- [12] Singha, M. M., Mahanty, B. (2020). Policies for managing peak stock of food grains for effective distribution: A case of the Indian food program. *Socio-Economic Planning Sciences*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.100773>
- [13] Sreedevi, R., Saranga, H. (2017). Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. *International Journal of Production Economics*, 193, 332-342. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.07.024>
- [14] Dobos, I., Gelei, A. (2015). Biztonsági készletek megállapítása előrejelzés alapján, Esettanulmány egy gyógyszer-kereskedelmi vállalat gyakorlatából. *Budapest Management Review*, 46(4), 14-22. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2015.04.02>
- [15] Sabouhi, F., Pishvaei, M. S., Jabalameli, M. S. (2018). Resilient supply chain design under operational and disruption risks considering quantity discount: A case study of pharmaceutical supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 126, 657-672. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.001>
- [16] Li, J. C., Zhou, Y. W., Huang, W. (2017). Production and procurement strategies for seasonal product supply chain under yield uncertainty with commitment-option contracts. *International Journal of Production Economics*, 183, 208-222. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.10.019>
- [17] Ivanov, D., Das, A., Choi, T. M. (2018). New flexibility drivers for manufacturing, supply chain and service operations. *International Journal of Production Research*, 56(10), 3359-3368. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1487521>
- [18] Rojo, A., Stevenson, M., Lloréns Montes, F. J. (2018). Supply chain flexibility in dynamic environments: The enabling role of operational absorptive capacity and organisational learning. *International Journal of Operations and Production Management*, 38(3), 636-667. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2016-0450>

- [19] Obayi, R., Koh, S. C., Oglethorpe, D., Ebrahimi, S. M. (2017). Improving retail supply flexibility using buyer-supplier relational capabilities. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(3), 343-362. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2015-0775>
- [20] Fantazy, K. A., Salem, M. (2016). The value of strategy and flexibility in new product development: The impact on performance. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(4), 525-548. <https://doi.org/10.1108/JEIM-10-2014-0102>
- [21] Szentesi, Sz., Illés, B., Cservenák, Á., Skapinyecz, R., Tamás, P. (2021). Multi-level optimization process for rationalizing the distribution logistics process of companies selling dietary supplements. *PROCESSES*, 9(9), pp.:1480, 27 p., IF: 2,847., <https://doi.org/10.3390/pr9091480>
- [22] Erdei, L. (2020). Közúti közlekedési eszközök újrahaznosításának kapacitás-igény felmérése a járműbontó tervezése/fejlesztése logisztikai eszközökkel. *Multidiszciplináris tudományok*, 10, 219-227. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2020.2.27>
- [23] Nemes, N. (1996). *Térbeli pontalakzatok vizsgálat*. JATEPress, Szeged.
- [24] Peres, R., Müller, E., Mahajan, V. (2010). Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2009.12.012>