

MISKOLCI EGYETEM

GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



KÖLTSÉGHATÉKONY BESZERZÉSI LOGISZTIKA KÉSZLETGAZDÁLKODÁSI VONATKOZÁSAI

PhD értekezés tézisei

Készítette:

Korponai János

okleveles logisztikai menedzser

HATVANY JÓZSEF INFORMATIKAI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA
ANYAGÁRAMLÁSI RENDSZEREK ÉS LOGISZTIKAI INFORMATIKA TÉMATERÜLET

Doktori Iskola vezető:

Prof. Dr. Végh János

a fizikai tudományok doktora

Témavezető:

Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágota

egyetemi docens

Társ-témavezető:

Prof. Dr. habil. Illés Béla

egyetemi tanár

Miskolc, 2018

A BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG TAGJAI

Elnök:

Prof. Dr. Szigeti Jenő, DSc Miskolci Egyetem, egyetemi tanár

Titkár és tag:

Dr. Telek Péter, PhD Miskolci Egyetem, egyetemi docens

Tagok:

Dr. Czap László, PhD Miskolci Egyetem, egyetemi docens

Prof. Dr. Véha Antal, CSc Szegedi Tudományegyetem, egyetemi tanár

Dr. Ladányi Richárd, PhD Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft., tudományos munkatárs

Pótelnök:

Prof. Dr. Végh János, DSc Miskolci Egyetem, egyetemi tanár

Póttagok:

Dr. Gál József, PhD, dr. habil. Szegedi Tudományegyetem, egyetemi docens

Dr. Kovács Szilveszter, PhD, dr. habil Miskolci Egyetem, egyetemi docens

Hivatalos bírálók:

Dr. Bohács Gábor, PhD, dr. habil. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, egyetemi docens

Dr. Gubán Ákos, PhD Budapesti Gazdasági Egyetem, főiskolai tanár

Pótbíráló:

Dr. Hartványi Tamás, PhD Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens

TARTALOMJEGYZÉK

A BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG TAGJAI	I
TARTALOMJEGYZÉK	II
1. BEVEZETÉS.....	1
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	3
2.1. Beszerzési logisztikához kapcsolódó tervezési módszerek.....	3
2.2. A gazdaságos rendelési tétel nagyság modellt érintő szakirodalom feldolgozása	4
2.3. A készletgazdálkodás költségelei.....	11
2.4. A disszertáció célkitűzései, megfogalmazott kutatási kérdések.....	12
2.5. A disszertáció módszertana.....	12
2.6. Vizsgálni kívánt rendszerváltozatok lehatárolása	13
3. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	15
3.1. Összefoglalás	15
3.2. Az értekezés tudományos eredményeinek gyakorlati hasznosíthatósága, továbbfejlesztés lehetőségei.....	17
3.3. Az értekezés tézisei.....	19
3.4. Summary.....	20
3.5. Theses of the dissertation.....	22
4. IRODALOMJEGYZÉK	24
4.1. Nyomtatott és elektronikus formában megjelent publikációk.....	24
4.1.1. Lektorált idegen nyelvű folyóiratcikk	24
4.1.2. Lektorált magyar nyelvű folyóiratcikk.....	24
4.1.3. Konferencia kiadványban megjelent lektorált idegen nyelvű cikk.....	25
4.1.4. Konferencia kiadványban megjelent lektorált magyar nyelvű cikk	25
4.2. Felhasznált irodalom.....	27

1. BEVEZETÉS

A logisztika története az emberiséggel egyidős, egyes résztevékenységei, pl. a szállítás és raktározás már a modern civilizáció formálódását megelőzően megjelentek. A történelem során egyre összetettebb feladatok ellátására volt szükség, így a beszerzési és ellátási valamint raktározási funkciók széles körben történő elterjedését követően a logisztika a hadviselésben jelentett stratégiai fontosságú feladatok ellátását [L20] [L32] [L33] [L36] [L49].

Napjainkra a logisztika feladatköre ezen már túlmutat, a logisztika a vállalati szintű és vállalatok közötti anyagáramlással és információáramlással kapcsolatos folyamatok koordinálásával foglalkozó interdiszciplináris tudomány. Egyrészt jelenti a vállalkozás szervezetén belüli részterületek közötti logisztikai folyamatok kezelését, másrészt a szervezetek, mint beszállító és vevő közötti információ és anyagáramlás koordinálását. A logisztika a vállalati résztevékenységek azon összessége, amely biztosítja a vállalat zavartalan működéséhez szükséges megfelelő anyagoknak és információknak a megfelelő időben és költségszint mellett, a megfelelő mennyiségben és minőségben a megfelelő személyekkel a megadott rendeltetési helyre történő eljuttatását [L19] [L20] [L31] [L32] [L33] [L36] [L49].

A vállalati logisztika részterületei zártfolyamat mentén a beszerzési, más néven ellátási logisztika, a termelési, más néven gyártási logisztika, az értékesítési, más néven elosztási logisztika, és a hulladékkezelési, más néven reverz logisztika [L12] [L21] [L36].

A logisztika célrendszere és tevékenységei az adott részterületek mentén tovább bonthatók és teljesítésük mérhető, így a logisztika feladatköre magában foglalja az igény-előrejelzés, a beszerzéssel és termeléssel összefüggő szükséglet-tervezés, a termelésstervezés, szállítás, raktározás, készletgazdálkodás, csomagolás, elosztás és áruterítés, hulladékkezelés, stb. feladatok lebonyolítását [S20] [L12] [L19] [L32].

A globális és lokális tér földrajzi távolságának áthidalásában a logisztikai szervezetnek jut kiemelt szerep. Az áruknak a piacok közötti mozgatása az időtényező mellett költséget is jelent, az egyes beszerzési források közötti különbség így nem csupán az adott beszerzendő termék árában nyilvánul meg, hanem a teljes beszerzési folyamat során felmerülő költségek összességében [S09]. Az optimális beszerzési forrás azonosításában a beszerzési szervezet lát el fontos feladatokat [L14] [L59].

Míg a technológiai fejlődés lehetőséget jelent, addig a globalizáció kihívásokat fogalmaz meg a vállalkozások számára. A termelési illetve összeszerelési tevékenységet végző vállalatok valamint az ellátási láncban a vállalkozással kapcsolatban álló beszállítók eltérő földrajzi elhelyezkedése és gyakran az eltérő intenzitású termelési kapacitása és az igények különböző mértékben lehetséges változásainak együttes hatása következtében az ellátási lánc folyamatai súrlódásmentesen csak valamilyen mértékű készletek képzésével hangolhatóak össze [L26]. A készletek ugyanakkor költséget jelentenek a vállalkozás

számára, mozgatásuk, tárolásuk és kezelésük összetett logisztikai feladatok ellátását teszik szükségessé.

A minimális összköltséget jelentő készletek optimális szintjének, valamint a készletek képzésének a beszállító és a vállalkozás közötti megosztásának meghatározásában a beszerzési logisztika hatékonyan hangolja össze a beszerzés és a logisztika feladatait, eszközeit és célrendszerét [L12]. A beszerzési logisztika a beszerzés és a logisztika részfolyamatait integráló tevékenységsorozat, mely az áru beszerzésétől annak a rendeltetési helyére történő szállításáig – leggyakrabban a raktárba történő betárolásig vagy a termelés kiszolgálásáig – terjedő folyamatlánc összessége. A beszerzési logisztika összekapcsolja a vizsgált szervezet beszállítójának elosztási logisztikáját a szervezet termelési logisztikájával. Feladata a beszerzett áru mennyiségének, minőségének és a szállítások ütemezésének meghatározása, valamint a beszerzett áru mennyiségi és időbeni szállítási pontosságának és az előírt minőségnek az elvárt szinten történő biztosítása. A költséghatékony beszerzési folyamat nagymértékben hozzájárul a szervezet hosszú távú versenyképességéhez. A költségek optimalizálása többek között a gazdaságos rendelési tételemnagyság meghatározásával, vagyis a beszerzett áru mennyiségének és a szállítások ütemezésének optimalizálásával érhető el [L19] [L20] [L32] [L59].

Napjainkban fontos versenytényezőnek tekinthető a beszerzési logisztika folyamatainak hatékony működtetése, melynek eredményeképpen optimalizálható a készletszint, minimalizálható a beszerzéssel, készlettartással és a készletek hiányával összefüggésben felmerülő összköltség szintje és biztosítható a belső vevő (termelés) és a vevő egy előre meghatározott szinten történő kiszolgálása.

A Miskolci Egyetem Logisztikai Intézetében több évtizede folynak kutatások a beszerzési logisztika tervezéséhez kapcsolódó témakörben. Ezen kutatómunkába való bekapcsolódás valamint az elmúlt 16 évben több iparvállalatnál logisztikai vezetőként szerzett gyakorlati tapasztalat eredményeként született meg a disszertáció.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A disszertáció témájául választott, a beszerzési logisztika optimális működtetése révén megvalósítható hatékony készletgazdálkodás egy nagyon fontos eleme a költséghatékony vállalati működésnek.

A vásárolt alkatrészeink optimális készletszintjének meghatározása során a készletszint mellett fontos szempontot jelentenek a beszerzéssel és a készletek tartásával illetve a készletek hiányával kapcsolatosan felmerülő költségek is. A különböző működési környezethez igazított gazdaságos rendelési tétel nagyság modellek alkalmazásával meghatározhatjuk azt az optimális rendelési mennyiséget, mely mellett a készletgazdálkodásunk a legkedvezőbb költségszinten biztosítható.

A beszerzési logisztika hatékony készletgazdálkodásának megvalósítása során jelentkező feladatok megoldása feltételezi a szakirodalom alapos tanulmányozását. Az irodalomkutatás során alapvetően három területtel foglalkoztam részletesen:

- a beszerzési logisztikához kapcsolódó tervezési módszerek;
- a beszerzési logisztika hatékony készletgazdálkodásának megvalósításával kapcsolatos kutatási eredmények, matematikai modellek és módszerek történeti áttekintése és aktuális kutatási irányok tanulmányozása;
- a készletgazdálkodás költségelemei.

2.1. Beszerzési logisztikához kapcsolódó tervezési módszerek

A 70-es évek elejére tehető a logisztikának a gazdasági életben való megjelenése Nyugat-Európában. Ekkor ismerték fel, hogy a logisztika nem csak a katonai, hanem a gazdasági életben is nagyon fontos szerepet játszik. Ezután kezdődtek el a logisztikai vonatkozású kutatások, melyek keretében először a logisztikai alapkutatások, majd később a logisztikai rendszerek tervezési és irányítási kérdései kerültek előtérbe [L19] [L20] [L25] [L32] [L33] [L49].

A nemzetközi szakirodalom tanulmányozása során elsőként a logisztikai rendszerek – különös tekintettel a beszerzési logisztikai rendszerek – tervezési módszereit tekintetem át. A logisztikai rendszer tervezése során a szakemberek modellek segítségével, különböző módszerek és segédeszközök alkalmazásával oldják meg a felmerülő tervezési feladatokat, majd az optimális megoldást adaptálják a valós feladatra. Az alkalmazott modellek főként matematikai modellek, a módszerek és segédeszközök pedig elsősorban az operációkutatás nyújtotta módszerek, mint pl. lineáris és nemlineáris, sztochasztikus és diszkrét optimálás, heurisztikus módszerek.

A termékféleségek számának növekedése a beszerzési folyamatokat egyre komplexebbé alakította át és a beszerzési folyamat egyre inkább egy ellátási lánc hálózattá alakul át. A komplex ellátási láncok egy olyan bonyolult, hálózatszerű beszerzési folyamatot definiálnak, melyre már nem igaz az, hogy kis termékszám és kisméretű vállalat esetében a beszerzési folyamatok könnyen kézben tarthatóak, míg a beszerzési tevékenység optimális

kialakítása igazán nagy feladatot csak nagyvállalati szinten jelent [L14] [L20] [L32] [L33] [L48].

Ugyan analitikus módszerek állnak rendelkezésre egyszerűbb, kisebb méretű tervezési feladatok megoldására, azonban egyre inkább előtérbe kerülnek a heurisztikus és metaheurisztikus módszerek, valamint a szimulációs technikák, melyek segítségével a nagyméretű, komplex, sokdimenziós állapotterrel rendelkező optimalizálási feladatok is megoldhatóak a gyakorlat számára elfogadható pontossággal [L06].

A beszerzési logisztikának több olyan területe felsorolható, melyek esetében számos módszer áll rendelkezésre a tervezés során (beszerzési stratégia meghatározása, optimális beszállítók kiválasztása, beszállítók értékelése, optimális beszállítói keretszerződések meghatározása, beszállítások időbeli és térbeli ütemezése), azonban ezeknek eredményei alapvetően a készletgazdálkodási paraméterekben mutatkoznak meg [L20] [L32] [L59].

2.2. A gazdaságos rendelési tétel nagyság modellt érintő szakirodalom feldolgoása

A gazdaságos tétel nagysággal kapcsolatos kutatások több mint száz éves múltra tekintenek vissza [L01] [L02] [L07] [L08] [L17] [L18] [L23]. Az alap gondolatot Harris fektette le 1913-ban a gazdaságos termelési sorozat nagyságok vizsgálata során [L22]. Az alapmodell olyan determinisztikus működési környezetet feltételez, ahol ismertek számunkra a jövőbeli igények, kiszámíthatók és betarthatók az átfutási idők, valamint a készletpótlás bármely pillanatban azonnal megtörténhet. Vizsgálata során a termelési sorozatot a beállítási költségek és a készlet tartás költségeinek összefüggéséből vezette le.

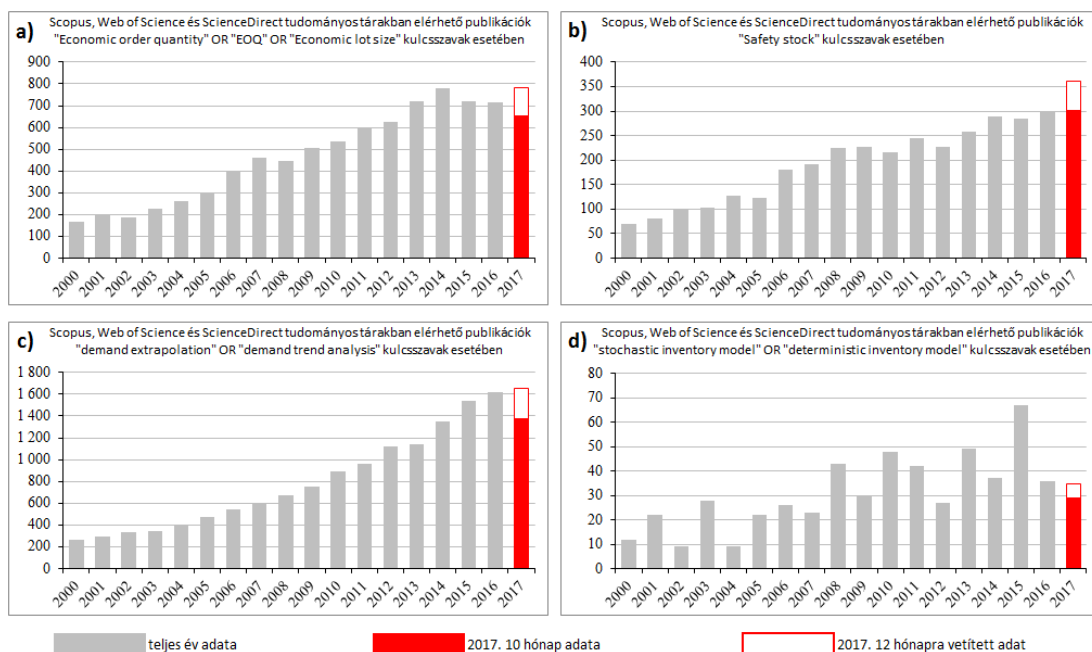
Szakirodalom kutatásomat két irányban végeztem. Bemutattam a mintegy százéves múltra visszatekintő gazdaságos rendelési tétel nagyság modell szakirodalmi fejlődésének áttekintését, majd elemeztem, milyen vizsgálati területek állnak napjaink kutatóinak érdeklődési középpontjában.

Az értekezés vizsgálati területére vonatkozó összetett kulcsszavas keresések alapján az megvizsgáltam a Scopus, Web of Science és ScienceDirect tudományos tárházakban megjelent publikációs gyakoriságokat, majd az eredményeket a kulcsszavak mentén 4 csoportba foglaltam.

A kapott eredmény azt mutatja, hogy a „*gazdaságos rendelési tétel nagyság*”, illetve a „*gazdaságos sorozat nagyság*” kulcsszavak esetében a megjelent publikációk száma a 2000-es év óta kisebb visszaesésektől eltekintve folyamatosan növekszik, ami a téma iránti érdeklődés fokozódására vezethető vissza (1.a. diagram). Az is megfigyelhető, hogy a vizsgált tudományos tárházakban elérhető publikációk száma a 2014-es évben érte el a legmagasabb értékét, azóta kisebb visszaesést követően megközelítőleg stagnálást mutat. A piros oszloppal jelölt adat a 2017-es év október végéig megjelent cikkeket ábrázolja, így a teljes évre vonatkoztatott publikációk száma várhatóan magasabb értéket fog tükrözni.

A „*biztonsági készlet*” témakörben végzett kutatások publikált eredményének száma szintén a téma iránti érdeklődés töretlenségét mutatja (1.b. diagram). A gazdasági válságot

követően valamelyest visszaesett a publikációk száma, ami valószínűleg a gazdasági szereplők érdeklődési irányultságának megváltozására vezethető vissza, de a gazdaság beindulását követően ismét fokozódik az érdeklődés, és a vizsgált időszakot tekintve a 2017-es év minden korábbi értéket meghalad.



1. diagram: Scopus, Web of Science és ScienceDirect tudományos tárákban 2000 és 2017 október vége között megjelent publikációk száma kulcsszavas keresés alapján [saját szerkesztés]

Az „igény előrejelzése” és az „igények trend elemzése” témakörben a 2000-es évtől folyamatosan, minden évben az előző értékeket meghaladó számú publikáció látott világot, és az emelkedés folyamatosan gyorsuló ütemet mutat (1.c. diagram). A 2017-es évben időarányosan megjelent publikációk teljes évre arányosításából arra lehet következtetni, hogy várhatóan a teljes év adata ismételen meg fogja haladni a korábbi évek legmagasabb értékét.

A „determinisztikus készletezési modell” és a „sztochasztikus készletezési modell” kulcsszavakra történő keresés viszonylag alacsony számú találatot eredményezett, az értékek alakulásában sem figyelhető meg egyértelmű irány (1.d. diagram). Ez valószínűleg arra vezethető vissza, hogy egyrészt ez a két tudományos kutatási terület több évtizedes múlttra tekint vissza, másrészt a kutatások eltolódtak a nem tiszta modellek elemzésének irányába.

A megadott kulcsszavas keresések eredménye azt támasztja alá, hogy az értekezésben meghatározott kutatási terület iránt összességében fokozódik az érdeklődés.

A ScienceDirect tudományos tárban a „gazdaságos rendelési tétel nagyság”, vagyis az „Economic order quantity” összetett kulcsszavas keresés eredményeként 2012 és 2017 között összesen 822 megjelent cikket kaptam. A cikkekben megjelölt kulcsszavak közül meghatároztam a leggyakrabban előforduló 40 kifejezést, majd a cikkek címére korlátozva elvégeztem a 822 cikk elemzését, azaz megkerestem az 1. táblázatban foglalt 40

kulcsszónak a címben történő előfordulási gyakoriságát. A táblázat szerint a leggyakrabban előforduló kifejezések a *modell*, a *készlet*, az *igény*, a *romlandó áru*, az *árképzés*, a *sorozat nagyság*, a *hitel*. E hét kifejezés legalább egyike megtalálható 592 cikk címében, ami arra enged következtetni, hogy a mai kutatások főként ezeknek a témaköröknek a vizsgálatára irányulnak. Érdeklődésként állapítottam meg, hogy a *költség* kifejezés a 10. helyen, az *elmaradás* szó a 21. helyen, a *kedvezmény* csak a 26. helyen, míg a *kockázat* a 37. helyen fordulnak elő, miközben a *determinisztikus* vizsgálat a 40. helyre szorul vissza. A kapott eredményből arra következtettek, hogy csökkent az egzakt modellekre irányuló kutatás, miközben az érdeklődés a heurisztikus modellek irányába mozdulhatott el. A megvizsgált 822 cikk közül 39 esetben a megadott 40 kulcsszó egyike sem szerepel a cikk címében.

model	290	production / manufacturing	53	backorder	36	study	18
inventory	268	EOQ	46	transport or freight	36	sensitive / sensitivity	17
demand	133	management / managing	45	environment	35	perishable	15
deterioration	80	stochastic	43	quality	34	efficient / efficiency	13
price / pricing	72	product	43	vendor not newsvendor	33	economic	12
lot-size	71	payment	41	discount	32	risk	11
credit	67	retail / retailer	41	shortage	29	newsvendor	8
trade	64	analysis / analyzing	38	uncertain / uncertainty	26	flexible / flexibility	7
replenishment	63	fuzzy	37	optimal / optimization	26	material	6
cost	55	supply chain	37	supplier	26	deterministic	4

1. táblázat: A ScienceDirect tudományos tárban 2012 és 2017 október vége között megjelent publikációk címében történő kulcsszavas keresés eredménye [saját szerkesztés]

Meghatároztam a ScienceDirect tudományos tárban a gazdaságos rendelési tétel nagyság témakörben 2012 és 2017 október vége között legtöbb cikket publikáló szerzők körét, majd a kulcsszavak elemzését követően megvizsgáltam, hogy napjainkban az alap modell milyen irányban történő továbbfejlesztése áll a kutatók érdeklődésének középpontjában. Szakirodalmi kutatásom során a 2012-től 2017 október végéig a ScienceDirect tudományos tárban fellelhető publikációk közül a magas citátum számmal rendelkező cikkeket elemeztem, elsősorban a kutatási témában legtöbbet publikáló szerzők munkásságára koncentrálna. A vizsgálatba vont publikációk körét az „Economy order quantity” összetett kulcsszóra történő kereséssel választottam ki.

Taleizadeh és szerzőtársai 2013-ban a gyakorlathoz igazodva a klasszikus rendelési tétel nagyság modellnek azt a kiegészítést elemezték, amikor a beszállítók elvárják a vevőktől, hogy azok előzetesen fizessék meg részükre a megrendelés költségeinek egy töredékét. Ennek három esetére tértek ki, vagyis amikor az elmaradás egyáltalán nem, vagy részben, vagy teljes mértékben megengedett [L54]. A klasszikus EOQ modell nem kezeli a késedelmes fizetéssel összefüggő eseteket, a gyakorlatban azonban számos eladási és vásárlási tranzakció esetén megfigyelhető, hogy az eladó meghatározott fizetési késedelmet kínál vagy elfogad, mely kedvezmény potenciális következményekkel járhat a megrendelés méretére nézve. A késedelmes fizetés és a megengedett késés esetére vonatkozóan határozzák meg a rendelés és a hiány optimális mértékét [L55].

Taleizadeh és szerzőtársai szintén 2013-ban tanulmányozták a romlandó áruk körére vonatkozóan az optimális rendelési és elmaradási mennyiségeket, kitérve a beszállítók által kínált speciális ajánlatok különböző eseteire [L50].

Taleizadeh és Nematollahi 2014-ben vizsgálták a pénz időértékének és az inflációnak a hatását az optimális rendelési politikára. Kidolgoztak egy gazdaságos rendelési tétel nagyság modellt a romlandó áruk körére vonatkozóan, állandó mértékű termékminőség romlás és állandó igény esetére, véges tervezési horizontot, elmaradást és késedelmes fizetést feltételezve [L51].

Sarkar és Sarkar 2013-ban a romlandó termékek körére vonatkozóan megvizsgálták az idő függvényében változó elmaradást és romlási rátát, meghatározták a minimális összköltség mellett az egyes termékek optimális ciklushosszát [L39] [L45]. Sarkar, Saren és Wee 2013-ban véges termelési rátát feltételezve elemezték az idő függvényében növekvő igénnyel rendelkező romlandó áruk körét [L44]. Sarkar és szerzőtársai 2014-ben áttekintést nyújtottak az utómunka folyamatokkal, egylépcsős gyártási rendszerrel, tervezett elmaradással jellemezhető gazdaságos termelési sorozatnagyság modellről. Elemzésük során a nem tökéletes termelési rendszerekre jellemző véletlenszerű hibarátát vizsgálták, munkásságuk eredményeképpen kiegészítették a modellt a véletlenszerű hiba mértékével [L40].

A beszállító–kiskereskedő–vevő szállítói láncban a beszállító gyakran kínál a kiskereskedőnek egy adott időszakra vonatkozó kereskedelmi hitelt, a kiskereskedő hasonlóképpen nyújthat kereskedelmi hitelt a vevője számára az értékesítés ösztönzése és a készletek csökkentése érdekében. Az eladó szemszögéből a kereskedelmi hitel nyújtása növeli az értékesítést és a bevételt, ugyanakkor növeli a bekerülési költségeket és a nemfizetési kockázatot is, ezért a hitelkeret meghatározásának módja egyre inkább az értékesítő nyereségességének stratégiai kérdésévé vált. Emellett számos termék, mint például a gyümölcsök, zöldségek, csúcstechnikai termékek, stb. körére jellemző, hogy értékcsökkenésük nem csak folyamatosnak tekinthető, hanem lejáratí idővel is rendelkeznek, mely utóbbi feltételt korábban csak kevés kutató vette számításba. Ezt a lejáratí időt és a hitelnyújtás különböző eseteit vizsgálták Wu és szerzőtársai 2014-ben [L62], valamint ugyanebben a kutatási témakörben folytatták elemzéseiket szintén 2014-ben Wang, Teng és Lou [L60], illetve 2014-ben Sarkar és szerzőtársai [L41].

Chen, Cárdenas-Barrón és Teng 2014-ben a kiskereskedő szemszögéből vizsgálták a gazdasági rendelési tétel nagyságot olyan környezetben, amikor a beszállító a rendelési mennyiség függvényében feltételesen fizetési haladékat nyújt. Modelljük értelmében a beszállító egy adott időszakra teljes mértékben fizetési haladékat biztosít, ha a kiskereskedő az előre meghatározott mennyiséget megrendeli. Amennyiben a megrendelés nem éri el ezt a mértéket, akkor a kiskereskedőnek részleges összeget kell fizetnie a szállítónak [L11].

Mousavi és szerzőtársai 2013-ban egységnyi és növekményes mennyiségi engedményeket, valamint kamat- és inflációs tényezőket vettek figyelembe, időszakosan változó, determinisztikus keresleti rátát feltételezve. A modell gyakorlathoz közelivé tételéhez

háromféle korlátot emeltek a modellbe, beleértve a rendelkezésre álló tárhelyet, a költségkeretet és a rendelési mennyiséget. Egyidejűleg több termékre és több periódusú készlet ellenőrző rendszerek elemeinek vizsgálatára összpontosítottak, hogy meghatározhassák a termékek optimális rendelési mennyiségét, mely érték mellett a véges tervezési horizonton a teljes rendszerköltség nettó jelenértéke minimális [L34].

Cárdenas-Barrón és Sana 2014-ben közzétett tanulmányukban olyan kétszintű, gyártóból és kiskereskedőből álló ellátási láncot vizsgáltak, ahol a kereslet érzékeny a promóciós ösztönzőkre. Olyan termelési-készletgazdálkodási modellt fejlesztettek ki, ahol az egy egységre vetített beszerzési költség a termelési ráta függvénye. Elemezték az optimális termelési rátát, a gyártási sorozat nagyságot, az elmaradás mértékét, az értékesítési csoportok promóciós ösztönzőit annak érdekében, hogy a gyártók és a kereskedők a nyereségüket maximalizálják [L09]. Cárdenas-Barrón és Sana az elemzésüket 2015-ben egy több tételre irányuló gazdaságos rendelési tétel nagyság modell vizsgálatával folytatták, továbbra is olyan kétszintű ellátási láncot feltételezve, ahol a kereslet érzékeny a promóciós ösztönzőkre. Ebben a készletezési modellben a beszállító fizetési haladékot nyújt a kiskereskedő számára a késztermékek beszerzési költségeinek finanszírozásában. A beszállító és a kiskereskedő nyereségét a felek által megosztott beállítási költségek, készlettartási költség, eladási ár és promóciós költségek határozzák meg [L10].

Sana, Chedid és Navarro 2014-ben a tökéletes és minőségileg kifogásolható termékekre vonatkozóan egyidejűleg több tételnek a beszerzési és termelési sorozatnagyságát tanulmányozták több beszállítóból, gyártókból és kiskereskedőkből felépülő háromszintű ellátási lánc esetében. Modelljükben minden gyártó minden egyes terméket több nyersanyag kombinációjával állít elő, amelyeket több beszállító szállít. A szállítóknak és a gyártóknak a hibás termékeiket az adott beszerzési árnál alacsonyabb áron küldik vissza a vevők. Az ellátási lánc szereplőinek várható átlagos nyereségét a felmerülő költségek és az eladási árak alakítják ki. A modell célja, hogy maximalizálják a teljes ellátási lánc várható átlagos nyereségét [L38].

Sarkar, Mandal és Sarkar 2015-ben folyamatos készletvizsgálatot végezve tanulmányozták a rendelési mennyiséget és rendelési időpontot, a folyamat minőséget, az átfutási időket és az elmaradás miatti árengedményt. Az igényt valószínűségi változóként tekintve két modellt dolgoztak ki, az egyik esetében normális eloszlásnak tekintve, a másik esetben az igény nem követ semmilyen specifikus eloszlást, de az átlag és a szórás ismert [L42].

Sarkar és Moon 2014-ben a nem tökéletes gyártási folyamat esetében tanulmányozták a minőség fejlesztés, a rendelési pont, az elmaradás mértéke és az átfutási idők közötti összefüggéseket. A rendszer összköltség csökkentése a beállítási költség, a sorozat nagyság, az átfutási idő, a rendelési pont és a folyamatminőségi paraméter egyidejű optimalizálásával érhető el, mely vizsgálata során feltételezték, hogy az átfutási időre eső igény normál eloszlást követ [L43].

Az ellátási láncok teljesítményének folyamatos javítása érdekében a piaci szereplők gyakran hangolják össze tevékenységeiket. Ilyen ellátási lánc koordinációs stratégiák közé tartoznak a közös ciklusidők, a mennyiségi engedmények, az optimális sorozatnagyság

meghatározása, vagy a minőség fejlesztés. Khan, Jaber és Ahmad 2014-ben a mindenütt jelenlévő emberi tényezőkre irányították figyelmüket, mint a minőségellenőrzések hibái és a tanulásból fakadó termelési javulás. Tanulmányuk során egy integrált matematikai modell keretében a minőségellenőrzési hibák és a termelésben megfigyelhető tanulási folyamatok számításba vételével meghatároztak egy optimális szállító-vevői készletezési politikát az ellátási láncban felmerülő összköltség minimalizálása érdekében [L28].

A környezetvédelmi jogszabályok és előírások miatt a gyártó cégek felismerték a környezetbarát ellátási lánc menedzsment fontosságát. Kannan és szerzőtársai 2012-ben megjelent tanulmányukban az ökológiai-lábnyom számításba vételével egy modellt fejlesztettek ki visszutas logisztikai hálózatok kialakítására [L27]. A javasolt modell célja az éghajlatváltozás minimalizálása visszutas logisztikai tevékenységek alkalmazásával, vagyis az elhasznált termékek helyszínen történő vagy a termékek elszállítását követő visszanyerésével.

A környezettudatosság folyamatos növekedése a világgazdaság számos aspektusát érintette, beleértve az ellátási lánc menedzselését. A hagyományos ellátási láncok elsősorban a költségek minimalizálásra és a nyereség maximalizálásra irányulnak, de napjainkban egyre fontosabbá válik a szén-dioxid kibocsátás csökkentés céljának az ellátási láncba történő beépítése. Diabat és Al-Salem 2015-ben kutatásuk során egy üzemből, több elosztó központból és kiskereskedőkből álló ellátási lánc esetén a bizonytalansági tényezőt is figyelembe vették egy olyan új változó bevonásával, amely tükrözi a kereslet különböző alakulásának valószínűségét [L16].

Pal, Sana és Chaudhuri 2012-ben közzétett cikkükben több tételre vonatkozó determinisztikus gazdaságos rendelési tétel nagyság modellt tanulmányoztak egy beszállító szemszögéből, amikor az alapvető árucikkek kereslete az eladási ár növekedésével négyzetesen csökken, és az árcsökkenés függvényében exponenciálisan növekszik. Kutatásuk fő célja az optimális rendelési tétel, az optimális eladási árak és a szakaszos árendedmény optimális szintjének meghatározása az összes termék átlagos nyereségének maximalizálása érdekében [L35].

Diabat 2014-ben foglalkozott a beszállító által kezelt készlet kérdésével, figyelembe véve egy egyetlen szállítóból és több vevőből felépülő ellátási lánc hálózatát [L15], szintén célként megfogalmazva a nyereséget maximalizáló optimális értékesítési mennyiség meghatározását.

Bazan, Jaber és Zaroni 2015-ben két olyan modellt mutattak be, amelyek figyelembe veszik az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásával járó gyártási és szállítási műveletek során felhasznált energiát. Az első modell egy klasszikus együttműködési politikát mutat be, míg a második pedig egy beszállító által konzignációs megállapodás keretében kezelt készletet. Az energiafelhasználás mindkét modell esetében a legfontosabb költségelemnek számít, melynek csökkentése az elsődleges prioritás [L04]. 2016-ban áttekintést nyújtottak a visszutas logisztika matematikai készlet modelljeiről és a környezetvédelmi szempontok figyelembe vételével kitekintést adtak a modellezés jövőjéről. Cikkük szerint a jövőbeni visszutas logisztikai modellek legfontosabb prioritása az üvegházhatást okozó gázok

kibocsátásának és az előállítás során felhasznált energiafogyasztásnak a modellezése [L05].

A hagyományos készletgazdálkodási modellek a sorozat nagyság optimalizálását az ellátási lánc teljes éves költségeinek minimalizálásából vezetik le. A környezeti problémákkal kapcsolatosan növekvő aggodalmak azonban szükségessé teszik a gazdasági célok mellett a környezetvédelmi céloknak is a készletgazdálkodási döntésekbe történő integrálását. Battini, Persona és Sgarbossa 2014-ben megállapították, hogy a felelősségteljes készletezési rendszerek kialakítása érdekében további kritériumokat kell beépíteni a hagyományos készletgazdálkodási modellekbe. A tétel megrendelésétől a vevő belső folyamataig végig követték a termékkel kapcsolatosan felmerülő valamennyi fenntarthatósági tényezőt, pl. a szállítás környezeti hatását, a belső és külső szállítási költségeket, a beszállító és vevő földrajzi elhelyezkedését, valamint a különböző teherfuvarozási eszközök kihasználtságának mértékét [L03].

Glock, Grosse és Ries 2014-ben szakirodalmi áttekintést adtak a Harris által megfogalmazott sorozat nagyság modell jelentősebb változtatásairól annak érdekében, hogy a kutatókat segítsék a saját munkájukat a szakirodalomban elhelyezni, valamint további támpontot nyújtsanak a jövőbeli másodlagos kutatások irányához [L18].

A gazdaságos rendelési tételnagyság témakörben további értékes publikációk jelentek meg vizsgálat alá véve a többszörös periódusú készletfelügyeleti problémákat [L52], több termék sztochasztikus készletgazdálkodási kérdéseit dinamikus kereslet és a részleges elmaradás mellett [L53], valamint a romlandó áruk körére vonatkozóan az idő függvényében négyzetesen növekvő igény és részleges elmaradás esetén [L46].

A fellelhető szakirodalom elemzésének eredménye azt tükrözi, hogy a kidolgozott modellek alapvetően három alrendszerbe sorolhatók [L02]:

- determinisztikus modellek – minden bemeneti tényező előzetesen és teljes mértékig ismert;
- sztochasztikus modellek – néhány bemeneti tényező csak valószínűségi változókkal írható le;
- bizonytalansági modellek – azon a feltevésen alapulnak, hogy a bemeneti paraméterek mindegyike egyidejűleg teljes mértékig változhatnak.

A kutatásokat csoportosítva megállapítható, hogy a szerzők egy része a klasszikus rendelési tételnagyság modellből kiindulva ceteris paribus elvet követve egyetlen tényező változását vizsgálták, míg a kutatások előrehaladtával egyre több tényező együttes vizsgálata került az elemzések középpontjába. A főbb kutatási irányok az alábbiak szerint rendszerezhetők [L02]:

- minőségi probléma;
- romlandó áruk köre;
- költségtényezők változása;
- igények változása;
- készlethiány különböző megengedett mértéke;

- finanszírozási feltételek változása, stb.

A változások mértéke és előre jelezhetősége is különböző változatokban jelennek meg az értekezésekben. Egy részük, többnyire a szakirodalom fejlődésének első felére jellemzően előre jelezhető, determinisztikus változások vizsgálatát jelentik, főként lineáris vagy ugrásszerű változásokat követve. A kutatások előrehaladásával egyre több szerző vizsgálja determinisztikus környezetben a bemeneti tényezők különböző mértékű és ütemű változásait, majd szükségszerűen a kutatások központjába kerülnek az előre meg nem jósolható mértékű és ütemű változások, vagyis a sztochasztikus működési környezet feltárása is. Napjainkban egyre elméletibb környezeti feltételeket figyelembe véve minden bemeneti tényező bármilyen mértékű és ütemű változása, valamint a tényezők bármilyen kombinációjának együttes vizsgálata és modellezése lehetséges [L13] [L24] [L37] [L47] [L56] [L61].

A Harris által az optimális termelési sorozatnagyság számszerűsítésére egy évszázada megalkotott modell a publikálása óta azonnal a termelési és gazdasági szakemberek figyelmének középpontjába került. A modell folyamatos kiegészítése, a gyakorlatban megfigyelhető jelenségek lekövetése, a hatások elemzése egyrésztől pontosabb modellezést tesznek lehetővé, másfelől azonban egyre bonyolultabb és a gyakorlatban egyre nehezebben alkalmazható összefüggéssé nőtte ki magát. Komplexitása és napjainkban is megfigyelhető folyamatos fejlődése azt mutatja, hogy a modell iránti érdeklődés töretlen, melynek magyarázata, hogy a vállalatirányítási és készletgazdálkodási rendszerek némi fáziskéséssel ugyan, de beépítik a modellbe a kutatási eredményeket, így versenyelőnyt jelentenek az adott program felhasználói számára, akik hajlandóak befektetni a legfrissebb eredmények hasznosításáért.

2.3. A készletgazdálkodás költségelei

Profitmaximalizáló üzleti viselkedést feltételezve a vállalatvezetés, így a logisztikai menedzsment elsődleges érdekkörébe tartozik a mindenkori igény maradéktalan kiszolgálása a lehető legalacsonyabb költség szint mellett [L57].

A klasszikus készletgazdálkodás a készletszint optimalizálását a költségek oldaláról közelíti meg, vagyis az optimális készletszintet a legalacsonyabb összköltségből levezetett készlet jeleníti meg. A készletgazdálkodási rendszer költségei között alapvetően három költségkategóriát különböztethetünk meg, melyek:

- a készletek pótlásából eredő, vagyis a beszerzési tevékenységgel összefüggésben felmerülő költségelemek;
- a készlettartásból adódó költségek;
- valamint a készlethiány következményeinek költség vonzata [L21] [L26] [L29] [L32].

E három költségcsoport egymás rovására változtatható [L12] [L20] [L21] [L33]. A készlettartás költsége a tétel nagyság növekedésével egyenletes ütemben – szakaszosan eltérő szint mellett – megközelítőleg lineárisan nő, míg a beszerzéssel összefüggésben

felmerülő költségek a rendelési tétel nagyság növekedésével csökkennek [L58]. Hasonlóképpen a készlet tartás költsége ellentétes irányú a készlethiány következtében felmerülő költségekkel. A logisztika feladata annak az optimális készletszintnek a meghatározása, amely mellett a legkedvezőbb ráfordításokkal biztosítható a vállalat tevékenységének zavartalan működése [L48]. Ehhez szükséges a költségminimalizáló célt teljesítő összköltségfüggvény optimumának meghatározása, és az abból levezethető rendelési tétel nagyság valamint rendelési periódusköz számszerűsítése [L26].

2.4. A disszertáció célkitűzései, megfogalmazott kutatási kérdések

Kutatómunkám során kitűzött célom a beszerzési logisztika készlet- és költséggazdálkodási vonatkozású összefüggéseinek elemzésével olyan logisztikai-matematika modellek megalkotása, melyek alkalmazásával számszerűsíthetők a külső és belső vevők igényeinek előre meghatározott szolgáltatási szinten történő kiszolgálásához szükséges készletszintek és azok költségvonzatai, valamint a készletgazdálkodást érintő bemeneti tényezők változásainak költségre és készletekre gyakorolt hatása.

Kutatásom során a gyakorlati problémák megoldására irányulva az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- A gazdaságos rendelési tétel nagyság összefüggéseinek gyakorlati alkalmazásakor a készlethiányt megengedő modell leegyszerűsíthető-e egy beszerzési és egy készlet tartási költségből álló alapmodellre?
- Létezik-e korlátja a készletgazdálkodási költség optimalizálásának?
- Megadható-e az összköltség minimalizálására egy optimalizációs mozgástér?
- Hogyan változik az összköltség az egyes bemeneti tényezők változásának függvényében?
- Hogyan és milyen költségek mellett lehet kivédeni az igény nem várt ingadozásából valamint a készlet pótlási idő nem várt ingadozásából eredő készlethiány kockázatát?
- Előrejelezhető-e az igény alultervezéséből adódó esetleges készlethiány, és hogyan lehet azt elkerülni, illetve a kockázatot csökkenteni?

2.5. A disszertáció módszertana

A kutatásom során a klasszikus készletgazdálkodási elveket követve a készletszint optimalizálását a költségek oldaláról közelítem meg, vagyis az optimális készletszintnek a legalacsonyabb összköltségből levezetett készletszintet tekintem.

Összetett kulcsszavas kereséssel, szisztematikus szakirodalom feldolgozással bemutatom a kutatási területet érintő szakirodalom fejlődését és az aktuális kutatási területeket, pozícionálva a választott kutatási irányomat.

Az értekezés folyamán ciklikus iteratív inkrementális fejlesztési módszert alkalmazok. Két ciklust hajtok végre, egy determinisztikus és egy sztochasztikus ciklust, mindkettőben egy

belső inkrementális modellépítést alkalmazva. Mindkét ciklusban több lépésben egy-egy növekményt emelek az egész rendszerbe, kezdve az egyszerűbb esetek bemutatásával.

Módszertani elemekként alkalmazom a matematikai analízis eszközeit, szélsőérték keresési eseteket, statisztikai elemzéseket, valamint alkalmazom a valószínűség számítás eszközeit, majd az eredményeket adat vizualizációval jelenítem meg.

Induktív módon a modellek gyakorlatban is adaptálható speciális eseteiből általános törvényszerűségek meghatározását tűztem ki célul.

A modellek ábrázolása során a komplex folyamatokat és összefüggéseket egymásra épülő több diagram összekapcsolásával, illetve több síknegyed egy diagramban történő grafikus modellezéssel mutatom be, a teret egy síkra képezve le.

Az értekezésben kidolgozott modellek újszerűsége az interdiszciplinaritásból ered, azaz más tudomány területeken használt megoldásokat alkalmazom a logisztika, és ezen belül a készletezés problémáinak vizsgálatára.

Az értekezésben elemzett modellek összefüggéseit a gyakorlatban is hasznosítható példákon keresztül vezettem le.

A szakirodalom áttanulmányozásából levonható következtetés, hogy nincs egységes jelölés a képletek és ábrák meghatározása során, így az értekezésem összeállításakor a leggyakrabban használt jelöléseket alkalmaztam.

Az értekezésben bemutatott ábrák, diagramok és táblázatok mindegyike saját szerkesztés.

2.6. Vizsgálni kívánt rendszerváltozatok lehatárolása

A kutatómunka megtervezése és a szakirodalom tanulmányozása során körvonalazódott, hogy a beszerzési logisztika készlet- és költséggazdálkodása rendkívül sok irányban szerteágazhat, vizsgálni lehet a gazdaságos rendelési tétel nagyság bemeneti tényezői közül a fajlagos költségek alakulását, az egyszeri beszerzési költség módosulásait, a különböző hosszúságban megválasztott készlethiányos és készlettel lefedett időszakokat, a vizsgált termék árát, minőségét, az igények változását, az átfutási időkből bekövetkező ingadozásokat, stb.

A kutatásom során megvizsgált változatokat és a szakirodalomban leggyakrabban megtalálható lehetséges vizsgálati irányokat a teljesség igénye nélkül a 2. táblázat foglalja össze. A táblázatból kitűnik, hogy a bemeneti tényezők különböző mértékű és különböző kombinációban történő változtatásai számos további kutatási irányra nyújtanak lehetőséget.

A szakirodalmi háttér bemutatásából megfigyelhető, hogy Harris modelljét követően az elemzések számos kiegészítéssel keresztül fejlődtek, ugyanakkor az alapmodellben feltárt leegyszerűsített összefüggés valamilyen formában minden modellben visszatükröződik. Ezért veszem én is kiindulási alpnak Harris gazdaságos tétel nagyság modelljét, majd a determinisztikus működési környezet kiindulási feltételei közül ceteris paribus elvet követve minden egyéb feltétel változatlanul hagyása mellett lépésenként haladva egy-egy bemeneti tényezőt változtatva eljutok a sztochasztikus működési környezet vizsgálatáig.

Az általam vizsgált változatok a gyakorlatban széles körben előforduló működési mechanizmusokra visszavezethető modellekre korlátozódnak. A vizsgálat alá vont rendszerváltozatok kiválasztását az teszi indokolttá, hogy ezeknek a bemeneti tényezőknek és feltételrendszernek az elemzésbe vonása biztosítja a kidolgozott új és újszerű modellek túlbonyolítás nélkül történő levezetésének szükséges és elégséges feltételét.

bemeneti tényezők lehetséges vizsgálati iránya		vizsgált változat
mennyiség	igény előre meghatározott (állandó)	igen
	tervszerű változás (determinisztikus)	igen
	nem tervezett változás (sztochasztikus)	igen
kapacitás	korlátlanul elérhető	igen
	szüksős javak	nem
készletpótlási idő	készletpótlás azonnali	igen
	terv szerinti származtatási idő (determinisztikus)	igen
	nem kiszámítható származtatási idő (sztochasztikus)	igen
készlethiány	nem megengedett	igen
	megengedett	igen
	kieső jövedelem	nem
	büntetés (kötér)	nem
fix költség	rendelt mennyiség függvényében szakaszosan változik	nem
	rendelt mennyiség függvényében nem változik	igen
változó költség	rendelt mennyiséggel azonos ütemben változik	igen
	rendelt mennyiséggel eltérő ütemben változik	nem
készlet vizsgálat	periodikus készlet vizsgálat	igen
	folyamatos készlet vizsgálat	igen
beszerzési forrás	nincs alternatív beszállító	igen
	van alternatív beszállító	nem
rendelés gyakorisága	sok rendelési sor	igen
	eseti rendelések	nem
minőség	termék minőségi probléma	nem
	romlandó termék	nem
	szolgáltatás minősége	igen
	van helyettesítő termék	nem
termék ára	rögzített ár	igen
	diszkont ár	nem
	fizetési határidő engedmény	nem
	inflációs hatás	nem
kereslet	folyamatos, állandó kereslet	igen
	szakaszonként változó kereslet	igen
	szezonális igény	nem
	több termék egymástól függő kereslete	nem
	egy termék mindentől független kereslete	igen

2. táblázat: A gazdaságos rendelési tétel nagyság lehetséges és választott vizsgálati irányai [saját szerkesztés]

Célul tűztem ki a kutatási eredmények részletes és lépésenkénti bemutatását annak érdekében, hogy a logisztikai szakemberek segítséget kapjanak az egyes összefüggések és hatások értelmezésében és azok gyakorlati alkalmazása során.

3. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

3.1. Összefoglalás

Kutatómunkám kitűzött célja volt a beszerzési logisztika készlet- és költséggazdálkodási vonatkozású összefüggéseinek elemzése, logisztikai-matematika modellek megalkotása, melyek során számszerűsíthető a külső és belső vevők igényeinek előre meghatározott szolgáltatási szinten történő kiszolgálásához szükséges készletszintek és azok költségvonzatai, valamint a készletgazdálkodást érintő bemeneti tényezők változásainak költségre és készletre gyakorolt hatása.

A kutatás során a klasszikus készletgazdálkodási elveket követve a készletszint optimalizálását a költségek oldaláról közelítettem meg, vagyis az optimális készletszintnek a legalacsonyabb összköltségből levezetett készletet tekintettem.

Munkám első fejezetében ismertettem a logisztika, a beszerzés és a beszerzési logisztika szerepét és főbb feladatait, szakirodalmi kutatásokra támaszkodva bemutattam a gazdaságos rendelési téteknagyság klasszikus modelljének mintegy egy évszázadot átívelő fejlődését, részletezve a főbb elemzési irányokat és lehetséges változatukat, lehatárolva az általam vizsgált területet. Bemutattam a készletgazdálkodás szempontjából releváns költségtényezők közötti összefüggéseket, majd részletesen ismertettem a kutatási terület alapkövének tekinthető gazdaságos rendelési téteknagyság alapmodelljének determinisztikus környezetben történő működését és a modell kiindulási feltételrendszerét.

A kutatás során az alapmodell kiindulási feltételei közül lépésenként elemezve egy-egy bemeneti tényező változtatásának a készletekre és költségekre gyakorolt hatását vizsgáltam, eljutva a determinisztikus környezetet befolyásoló tényezőkön át a sztochasztikus működési környezet elemzéséig.

Bemutattam a determinisztikus működési környezetben a gazdaságos rendelési téteknagyság modell készlethiányt meg nem engedő és készlethiányt megengedő változatai közötti különbséget.

Készlethiányt meg nem engedő gazdaságos rendelési téteknagyság modell esetében a készletgazdálkodással kapcsolatosan felmerülő egyes költségtényezőket csoportosítottam aszerint, hogy a rendelési téteknagyság meghatározására hatást gyakorolnak-e. Attól függően, hogy az adott költségtényezők milyen módon befolyásolják egy adott készletezési ciklus költség szintjét illetve a készletgazdálkodással kapcsolatosan felmerülő teljes költséget, a költségelemeket három csoportba soroltam, melyek a rendelési téteknagyság függvényében változó és fix költségek, illetve a finanszírozással összefüggő költségelemek. A költségek csoportosításának megfelelően módosítottam az adott készletezési ciklusra és a teljes vizsgált időszakra vonatkoztatott beszerzési, készlettartási és teljes költség képleteit.

A készlethiányt megengedő determinisztikus modell esetét tovább elemezve bemutattam a fajlagos készlethiány és a fajlagos készlettartási költségek közötti összefüggéseket, bevezettem egy modellt egyszerűsítő feltételt, mely alkalmazásával a készlethiányt

megengedő modell leegyszerűsíthető egy beszerzési és egy készlet tartási költségből álló alapmodellre. A fajlagos készlethiány és a fajlagos készlet tartási költségeket a mikroökonómia tudományából ismert fogyasztói preferenciát leíró közömbösségi görbékhez hasonlóan egymás függvényében ábrázoltam, költségvetési egyenesként a beszerzési költséget jelenítve meg. A modell segítségével ábrázolható az összköltség különböző szintvonalon felvett optimális értéke, és az optimális állapothoz rendelhető költségtényezők egymáshoz viszonyított helyzete. Bevezettem az optimalizációs mozgástér fogalmát, mely az optimumtól való eltérés esetén a fajlagos költségtényezők határértékei közötti teret jelöli ki, lehatárolva a költségtényezők felvehető értékeit.

Továbbra is determinisztikus működési környezetet elemezve egy-egy bemeneti tényező változtatásával elvégeztem a tervezett rendelkezésre állás időtartamának és a költségtényezők összköltségre gyakorolt hatásának paraméteres hatásvizsgálatát. Megalkottam az időben történő kiszolgálás szintjében lehetséges változás működési mechanizmusát leíró modellt egy átfogó ábrán keresztül, mely ábra a közös tengelyüknél összeforgatott négy diagram pozitív negyedeit tükrözi.

Sorra vettem a determinisztikus működési környezetet befolyásoló fontosabb tényezőket csoportosítva az időtényező és mennyiségi tényezők mentén, bemutatva a lehetséges felmerülésük okát és helyét.

A kutatómunkát a sztochasztikus működési környezetben folytatva két irányban végeztem az elemzést. Első lépésként a mennyiségi tényező mentén vizsgáltam az igényváltozások hatását a vásárolt alkatrész készletekre és a költségekre, bevezetve a normális eloszlás sűrűségfüggvényét és jellemzőit. Periodikus készletvizsgálatot végeztem sztochasztikus igényváltozás esetén, meghatároztam az elfogadható hiány mértékét és a szolgáltatási szintet, majd elvégeztem az elvárt szolgáltatási szint biztosításához szükséges mértékű biztonsági készlet számszerűsítését.

Az elemzést az időtényező mentén folyamatos készletvizsgálatot folytatva megvizsgálom a szállítási pontosság vásárolt alkatrész készletekre gyakorolt hatását, végül kitérek azokra az esetekre, mely során egyidejűleg az igények is sztochasztikusan változnak, és a készletpótlási idő hosszában is bekövetkezik a tervezetthez képest eltérés.

Bemutattam a készlet szint függvényében a készlethiány és készlet tartás költségeinek összefüggéseit, ábrázoltam a különböző szolgáltatási szintekhez megfeleltethető költség szinteket, valamint a sűrűségfüggvény és inverz eloszlás függvény segítségével bemutattam a készlethiány bekövetkezésének valószínűségét.

Kutatásom utolsó lépéseként megvizsgáltam az átlagos felhasználási igény eltolódása és a vásárolt alkatrészek biztonsági készlete közötti összefüggéseket. A múltbeli időszakból a jövőre előrevetítve trendszámítással meghatároztam az igények várható értékét, összehasonlítva a vevőtől előre jelzett igénnyel, majd meghatároztam az alultervezésből eredő kockázat elkerüléséhez szükséges készlet számszerűsítését és bemutattam a kockázat csökkentésének lépéseit.

3.2. Az értekezés tudományos eredményeinek gyakorlati hasznosíthatósága, továbbfejlesztés lehetőségei

Felgyorsult műszaki- és információtechnológiai világunkban a piaci mechanizmusok világméretűvé válása új kihívások elé állítja a termelési illetve összeszerelési tevékenységgel foglalkozó vállalkozásokat. A kiélezett versenyben a vállalkozások csak a működésükre hatást gyakorló tényezők folyamatos nyomon követésével, a negatív hatások minimalizálásával, a versenyelőnyök azonnali kihasználásával tudnak hosszú távon sikeresen fennmaradni. A siker többek között mérhető a haszonnal, ugyanakkor a profitmaximalizálás nem csak a piaci részesedés és az eladási értékek növelésével, hanem a működési költségek egyidejű csökkentésével érhető el. Napjainkban fontos versenytényezőt jelent a beszerzési logisztika folyamatainak minél hatékonyabb működtetése, melynek eredményeképpen optimalizálható a készletszint, minimalizálható a beszerzéssel, készlettartással és a készletek hiányával összefüggésben felmerülő összköltség szintje és biztosítható a belső vevő (termelés) és a vevő egy előre meghatározott szinten történő kiszolgálása.

Az értekezés első felében bemutatott gazdaságos rendelési téteknagyság modell széles körben történő gyakorlati alkalmazhatósága arra vezethető vissza, hogy az optimális rendelési téteknagyságtól valamilyen irányban történő eltérés esetén a teljes költség kisebb mértékben változik, köszönhetően a készlettartási és beszerzési költségek ellentétes irányú, egymást valamilyen mértékben ellensúlyozó hatásának. Ez az összefüggés lehetőséget ad arra, hogy a gyakorlatban nehezen megadható költségelemek helyett közelítő értékkel számolhassunk, így a rendelési téteknagyságok és a rendelések gyakoriságának optimalizálásával a megfelelően megválasztott beszerzési stratégiára visszavezethetően viszonylag kis időráfordítással jelentős költségeket tudunk megtakarítani. Ehhez szükséges a vállalat működését leginkább jellemző kiindulási feltételeknek megfelelő modell kiválasztása, a költségek körültekintő csoportosítása és számszerűsítése.

Az optimalizációs mozgástér megmutatja az optimális állapottól való eltérést és az optimalizáláshoz szükséges irányt, melynek ismeretében hatékonyabbá válik az optimalizálásra fordított tevékenység.

Az értekezés második felében bemutatott sztochasztikus működési környezet főbb gyakorlati kérdése a működés során felmerülő bizonytalanságok előrejelzése, hatásuk, számszerűsítése és a zavartalan működést veszélyeztető kockázatok csökkentése a megfelelő mértékű biztonsági készletek meghatározásával. A vállalkozások túlnyomó többsége sztochasztikus környezetben folytatja tevékenységét, így a felmerülő bizonytalanságok előrejelzése, hatásuk számszerűsítése és a zavartalan működést veszélyeztető kockázatok csökkentése fontos eleme a versenyképességnek.

Az igények alultervezéséből eredő kockázat előrejelzésével és megfelelő szintű biztonsági készletek képzésével tovább csökkenthető a vállalat működésének kockázata.

A beszerzési logisztika költség- és készletgazdálkodásának hatékonysága nagymértékben függ a működésükre hatást gyakorló bemeneti tényezők gyakorlatban előforduló

változatainak megfigyelésétől és a működési mechanizmusok minél pontosabb modellezésétől. Az értekezés során a legfontosabb bemeneti tényezők vizsgálatát végeztem el determinisztikus és sztochasztikus környezetet feltételezve, a vizsgált paramétereket a 2. táblázat szerint lehatárolva.

A gyakorlatban a legváltozatosabb működési környezet is megfigyelhető, a vizsgált időhorizont hosszától függően a működést befolyásoló bemeneti tényezők mindegyike tetszőleges mértékben, ütemben és irányban változhat, mely változások vizsgálata a modellek továbbfejlesztésének lehetséges irányait jelentik.

Az értekezésben bemutatott modellek egy-egy adott probléma megoldására külön-külön is értelmezhetők, ugyanakkor együttes alkalmazásukkal a kapott eredmények tovább optimalizálhatók. A leírt modellek továbbfejleszthetők több bemeneti tényező együttes változásának modellezésével, avagy a vizsgált hatások egyetlen modellbe foglalásával.

A sztochasztikus változások vizsgálatára bevezetett normális eloszlás függvény helyett az adott tényező működését pontosabban leíró eloszlásfüggvény is a modell továbbfejlesztési lehetőségét jelenti.

A felhasználási igény múltbeli tényadataiból történő előrejelzés esetén a modell kiegészíthető szezonális vizsgálattal és a véletlen hatások számításba vételével, illetve a pontosabb előrejelzés érdekében alkalmazhatók a bemutatott lineáris és exponenciális becslőfüggvények mellett további regressziós függvények is.

További tervezett kutatási irányokat jelentenek:

- a szűkös javak;
- készlethiány esetén a kötbér és a vevő elvesztéséből adódó forgalom kiesés és annak a kieső fedezeti értéke;
- a fix költségek rendelt mennyiség függvényében történő szakaszos változása;
- a változó költségeknek a rendelési mennyiséggel eltérő ütemű változása;
- alternatív beszállítási lehetőség és a termék helyettesíthetőség hiánya;
- termék minőségi probléma és a romlandó áruk köre;
- termék árát érintő diszkont ár és fizetési határidő engedmény;
- a keresletet érintő szezonális valamint több termék egymástól függő kereslete.

Minél pontosabb a bemeneti tényezők viselkedésének meghatározása és minél több paraméter kerül a modellbe, annál összetettebb és ráfordítás igényesebb lesz az elemzés, ugyanakkor annál pontosabb a kapott eredmény és a levonható következtetés. A gyakorlati modellezés megválasztásakor ezzel az ellentétes irányú összefüggéssel számolni kell.

3.3. Az értekezés tézisei

A kutatómunka eredményei az alábbi pontokban összegezhetők tézisszerűen:

1. tézis: Megalkottam egy új modellt, mely alkalmas a fajlagos költségtényezők és a szintvonalak közötti összefüggés, valamint az optimalizációs mozgástér meghatározására [S01] [S17]

Készlethiányt megengedő determinisztikus modell esetén bevezettem egy modellt egyszerűsítő feltételt, mely alkalmazásával a készlethiányt megengedő modell leegyszerűsíthető egy beszerzési és egy készlettartási költségből álló alapmodellre. Kidolgoztam egy modellt, mely révén a fajlagos készlethiány és a fajlagos készlettartási költségeket a mikroökonómia tudományából ismert fogyasztói preferenciát leíró közömbösségi görbékhez hasonlóan egymás függvényében ábrázoltam, költségvetési egyenesként a beszerzési költséget jelenítve meg. A modell segítségével meghatároztam az összköltség különböző szintvonalon felvett optimális értékét, és az optimális állapothoz rendelhető költségtényezők egymáshoz viszonyított helyzetét. Bevezettem az optimalizációs mozgástér fogalmát, mely az optimumtól való eltérés esetén a fajlagos költségtényezők határértékei közötti teret jelöli ki, lehatárolva a költségtényezők felvehető értékeit és megjelenítve az adott költség szint optimális értékhez viszonyított helyzetét, valamint az optimalizáláshoz szükséges elmozdulás irányát.

2. tézis: Függvényszerű kapcsolatot hoztam létre a rendelkezésre állási idő, a rendelési mennyiség és a költségtényezők között [S04]

Meghatároztam az időben történő kiszolgálás szintjében lehetséges változás működési mechanizmusát. Függvényszerű kapcsolatot hoztam létre a rendelkezésre állási idő, a rendelési mennyiség és a költségtényezők között. Meghatároztam a rendelési tétel nagyság változásának hatását a teljes vizsgált időszakokra vonatkoztatott beszerzési, készlettartási, készlethiány és teljes költségekre. Elvégeztem a tervezett rendelkezésre állás időtartamának és a költségtényezők összköltségre gyakorolt hatásának paraméteres hatásvizsgálatát, feltártam az egyes paraméterek költséget befolyásoló hatását.

3. tézis: Megalkottam egy új matematikai modellt, mely alkalmas a sztochasztikus készletpótlási idő és a sztochasztikus igényváltozások készletekre és költségekre gyakorolt hatásainak meghatározására [S02] [S03] [S05] [S06] [S08] [S11] [S12] [S16] [S18]

Sztochasztikus működési környezetet alapul véve meghatároztam a folyamatos működést biztosító készlet szint számszerűsítésének lépéseit, valószínűségi változóként kezelve az igényekben, a készletpótlási időben és azok értékében egyidejűleg bekövetkező változásokat. Meghatároztam a készletezés azon szakaszát, amely esetekben a készlet szintek az igények várható értékénél nagyobb, vagy azzal megegyező szintet

vehetnek fel. A készlet szint függvényében egy modellben adtam meg a készlethiány és készlet tartás költségeinek összefüggéseit. Az igényekben és a készlet pótlási időben egyidejűleg bekövetkező változások irányának és különböző erősségű kapcsolatának kifejezésére bevezettem a korrelációs együtthatót valamint az igény és a készlet pótlási idő kovarianciáját. A két jelenség között fennálló kapcsolat irányától és erősségétől függően megadtam a biztonsági készlet meghatározásának összefüggéseit.

4. tézis: Kidolgoztam az igény alultervezéséből eredő kockázat előrejelzésére és a szükséges mértékű biztonsági készlet meghatározására szolgáló új modellt [S10]

A modell a múltbeli tervezett és múltbeli tényleges idősorok összehasonlításának eredményéből következtet a jövőben várható igény tényleges mértékének a tervezett szinttől való eltérésének alakulására, és előrejelzi a nem tervezett mértékű készlethiány illetve a túlkészletezés előfordulásának esetét. A modell keretében meghatároztam az alultervezésből adódó esetleges készlethiány elkerüléséhez szükséges biztonsági készlet számszerűsítésének lépéseit és összefüggéseit. Az alultervezés esetét vizsgálva különböző típusú regressziós függvények alkalmazásával meghatároztam a múltbeli és tervezett igény idősoraira vonatkozó trendértékeket, majd illeszkedésvizsgálattal meghatároztam a legpontosabb becslést adó trendfüggvény típusát. A kiválasztott trendfüggvénnyel előre vetítettem a múltbeli idősor jövőbeni időszakra vonatkozó értékeit, illetve az extrapolációval előre vetített igény és a tervezett igény közötti értékek összehasonlításával számszerűsítettem a készlet pótlási időre eső igény alultervezésének mértékét, vagyis a szükséges biztonsági készlet szintjét.

3.4. Summary

The purpose of my research work was to analyze the inventory and cost management relationships of purchasing logistics, to create logistic-mathematical models that can quantify the inventory levels and their cost implications for the demands of external and internal customers at a predetermined service level and that can quantify the changes in input factors affecting inventory management and its impact on costs and inventory level.

In the course of the research, following the classic inventory management principles, I approached the optimization of inventory level from the cost point of view, so I considered the inventory derived from the lowest total cost of the optimal inventory level.

In the first chapter of my work I described the role and main tasks of logistics, procurement and purchasing logistics, based on literature researches I presented the development of a classical model of economic order quantity and the relation between the cost factors relevant to inventory management, and I explained in detail the economic order quantity basic model in a deterministic environment and the model's initial conditions.

In the course of the research, I analyzed the baseline conditions of the basic model by analyzing the effect of changing input factors on inventories and costs.

In the deterministic operating environment, I presented the difference between the variants of the economic order quantity model that allow and does not allow inventory shortage.

In the case of an economic order quantity model that does not allow inventory shortages, I grouped certain cost factors related to inventory management according to whether there is an effect on determining the order quantity. Depending on how the cost factors influence the cost level of a given inventory cycle or the total cost of inventory management, I categorized cost elements into three groups, which are variable and fixed costs, or finance related cost elements depending on order quantity. I adjusted the purchasing, inventory, and total cost formulas for the inventory cycle and the entire period under review to group the costs.

I further analyzed the case of a deterministic model with planned shortages, and I presented the relationship between the specific inventory shortage cost and the specific inventory holding costs, and I introduced a simplification for the model that can simplify the inventory shortage model for a basic model of purchasing and inventory holding cost. Specific inventory shortage cost and specific inventory holding cost were presented as a function of the indifference curves describing consumer preferences from the science of microeconomics, showing the purchasing cost as the budget cost. The model can be used to represent the optimal value of the total cost on different levels of the line and the relative position of the cost factors that can be assigned to the optimal state. I introduced the concept of optimization space, which, in case of deviation from the optimum, specifies the space between the specific cost factor limits, restricting the available values of the cost factors.

Analyzing a deterministic operating environment, I performed a parametric impact assessment of the estimated availability time and the impact on the total cost of the cost factors by changing one input factor. I developed a new model describing the operation mechanism of a possible change in the level of timely service through a comprehensive graph, which reflects the positive quarters of four diagrams rotated together by their common axis.

I took into account the most important factors influencing the deterministic operating environment along the time factor and quantitative factors, showing the cause and place of their possible appearance.

Continuing the research in the stochastic operating environment, I conducted the analysis in two directions. As a first step, I examined the effect of changes in demand on inventories and costs of purchased components along the quantitative factor, introducing the normal distribution density function and characteristics. Periodic inventory review was performed in case of stochastic change of demand, I determined the acceptable level of shortages and the level of service, and then quantified the safety stock level required to provide the predetermined service level.

I extended the analysis along the timeframe, examined the impact of the delivery accuracy on purchased parts inventory level, and finally, I presented the cases in which the demands are stochastic and there is also a deviation over the planned replenishment time.

I presented the correlations of inventory shortages and inventory costs depending on inventory level, depicting the cost levels corresponding to the different service levels, and the probability of inventory shortage as a function of the density function and inverse distribution function.

As a last step in my research, I examined the relationship between the shifts of average demand and the safety stock of purchased parts. From the past period I predicted the expected value of the demand by computing the expected value compared to the anticipated demand of the customer, and then I quantified the inventory to avoid the risk of underplanning and presented the steps to reduce the risk.

3.5. Theses of the dissertation

The results of the research can be summed up in the following points:

Thesis 1: I developed a new model that is suitable for determining the relationship between specific cost factors and cost level and the optimization space [S01] [S17]

In the case of a deterministic model with planned shortages, I introduced a simplification for the model, which can simplify the model with planned shortages to be a basic model of a purchasing and inventory holding cost. I worked out a model to show the specific inventory shortage costs and specific inventory holding costs as a function of the indifference curves describing the consumer preference of microeconomics, showing the purchasing cost as the budget cost. With the help of the model I determined the optimal value of the total cost on different levels and the relative position of the cost factors that can be assigned to the optimum state. I introduced the concept of optimization space, which, when deviating from the optimum, specifies the space between the specific cost factor limits, restricting the input values of the cost factors and displaying the position of the given cost level relative to the optimum value and the direction of the shift needed to optimize.

Thesis 2: I established a functional relationship between availability time, order quantity and cost factors [S04]

I determined the mechanism of operation of a possible change in the level of timely service. I've created a functional relationship between availability time, order quantity, and cost factors. I determined the effect of the change in the order quantity on the purchasing, inventory holding, inventory shortage and total costs for the entire period under review. I carried out the parametric impact assessment of the duration of the planned availability and of the impact on the total cost of the cost factors, and I revealed the effect of the individual parameters on the costs.

Thesis 3: I developed a new mathematical model for determining the effects of stochastic replenishment time and of the stochastic changes in demand on inventories and costs [S02] [S03] [S05] [S06] [S08] [S11] [S12] [S16] [S18]

Based on a stochastic operating environment considering the changes in demand, replenishment time and their value simultaneously as probability variable, I determined the steps for quantifying the stock level ensuring continuous operation. I determined the inventory level that may be higher than or equal to the expected value of the demands. Depending on inventory level, I provided a model of the relationship between inventory shortage costs and inventory holding costs. I introduced the correlation coefficient and the covariance of demand and replenishment time to express the direction of the changes and the different strengths of the changes occurring simultaneously in the demands and the replenishment time. Depending on the direction and strength of the relationship between the two phenomena, I gave the context of determining the safety stock.

Thesis 4: I developed a new model for forecasting the risk of underestimating the demand and determining the required safety stock level [S10]

The model concludes from the result of the comparison of historical fact and historical planned series on the evolution of the actual level of expected demand in the future from the planned level and predicts the occurrence of unplanned inventory shortages and excess inventory. In the framework of the model, I defined the steps and the relationships of the quantification of the safety stock level required to avoid the potential shortages due to underestimation. Using the different types of regression functions, I determined the trend values for the time series of the past and planned demand by using the different types of regression functions. I determined the type of trend function that gave the most accurate estimate with fit analysis. By comparing the values between the forecasted demand and the planned demand, I quantified the values of the underestimation of the demand during the replenishment period thus the level of the required safety stock level.

4. IRODALOMJEGYZÉK

4.1. Nyomtatott és elektronikus formában megjelent publikációk

4.1.1. Lektorált idegen nyelvű folyóiratcikk

- [S01] **János Korponai**, Ágota Bányainé Tóth, Béla Illés: *Context of the inventory management expenses in the case of planned shortages*. Engineering Management in Production and Services, vol. 9, Issue 1 (2017), ISSN 2543-6597, pp. 26–35. DOI: 10.1515/emj-2017-0003
- [S02] **János Korponai**, Ágota Bányainé Tóth, Béla Illés: *The Effect of the Safety Stock on the Occurrence Probability of the Stock Shortage*. Management and Production Engineering Review, vol. 8, Issue 1 (2017), ISSN 2080-8208, pp. 69–77. DOI: 10.1515/mper-2017-0008
- [S03] **János Korponai**, Ágota Bányainé Tóth, Béla Illés: *Effect of the Safety Stock on the Probability of Occurrence of the Stock Shortage*. Procedia Engineering, vol. 182 (2017), ISSN 1877-7058, pp. 335–341. doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.106
- [S04] **János Korponai**, Ágota Bányai, Béla Illés: *Sensibility analysis of the planned availability period and of the impact of the cost factors on total costs*. Advanced Logistic Systems, vol. 10, No. 1 (2016), HU ISSN 1789-2198, pp. 13–28.
- [S05] **János Korponai**, Ágota Bányai, Béla Illés: *The effect of the supply accuracy and the demand-changes on the inventories and on the costs*. Advanced Logistic Systems, vol. 9, No.1 (2015), HU ISSN 1789-2198, pp. 5–16.
- [S06] **János Korponai**, Ágota Bányainé Tóth, Béla Illés: *The effect of the supply accuracy on the inventories*. Production systems and information engineering, Publication of the University of Miskolc, vol. 7 (2015), HU ISSN 1785-1270, pp. 15–31.
- [S07] **János Korponai**, Ágota Bányai, Béla Illés: *The effect of different packaging concepts on logistical costs and stocks*. Advanced Logistic Systems, vol. 8, No.2 (2014), HU ISSN 1789-2198, pp. 35–50.

4.1.2. Lektorált magyar nyelvű folyóiratcikk

- [S08] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Az igényváltozások hatása a vásárolt alkatrész készletekre és a költségekre*. Repüléstudományi közlemények, XXVIII. évfolyam, 2016. 2. szám, pp. 15–31.
- [S09] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Közúti és légi kombinált fuvarozás közötti választás a földrajzi elhelyezkedés és az átfutási idő függvényében*. Repüléstudományi közlemények, XXVII. évfolyam, 2015. 1. szám, pp. 140–147.

4.1.3. Konferencia kiadványban megjelent lektorált idegen nyelvű cikk

- [S10] **János Korponai**, Ágota Bányainé Tóth, Béla Illés: *The context between the shift of average demand and the safety stock of purchased parts*. LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING 1: pp. 275–285. (2017) Vehicle and Automotive Engineering - Proceedings of the JK2016. Miskolc, Magyarország: 2016.11.17 -2016.11.18. DOI: 10.1007/978-3-319-51189-4_26
- [S11] **János Korponai**, Ágota Bányai, Béla Illés: *The effect of the demand changes on the inventories*. Proceedings of the 8th International Doctoral Student Workshop on Logistics, Otto-von-Guericke University Magdeburg, 23.06.2015., Magdeburg, ISBN 978-3-944722-29-0, pp. 29–34.
- [S12] **János Korponai**, Ágota Bányai, Béla Illés: *The Effect of the Demand-Changes on the Inventories*. Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium, pp. 1068–1075, B. Katalinic (Ed.), ISBN 978-3-902734-07-5, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria DOI: 10.2507/26th.daaam.proceedings.150
- [S13] **János Korponai**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *The function of the replenishment time in the purchasing*. Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME 2015), University of Debrecen, 19.11.2015. Debrecen, ISBN 978-963-473-917-3, pp. 90–95.

4.1.4. Konferencia kiadványban megjelent lektorált magyar nyelvű cikk

- [S14] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Hatékony költséggazdálkodás az optimális rendelési tétel nagyság meghatározásával*. "30 éves a békéscsabai felsőoktatás" jubileumi konferencia kiadványa, Békéscsaba, Szent István Egyetem, Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar, 2016.05.05., Árpási Zoltán, Bodnár Gábor, Gurzó Imre (szerk.): A magyar gazdaság és társadalom a 21. század globalizálódó világában, 1. kötet, pp. 163–168. ISBN 978-963-269-569-3
- [S15] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Optimális rendelési pont meghatározása valós készletpótlási idő esetén determinisztikus működési környezetben*. "30 éves a békéscsabai felsőoktatás" jubileumi konferencia kiadványa, Békéscsaba, Szent István Egyetem, Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar, 2016.05.05., Árpási Zoltán, Bodnár Gábor, Gurzó Imre (szerk.): A magyar gazdaság és társadalom a 21. század globalizálódó világában, 1. kötet, pp. 169–175. ISBN 978-963-269-569-3
- [S16] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Igényváltozások, időhorizontok és a készlet szint közötti összefüggés*. XXX. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia kiadványa, Miskolci Egyetem, 2016.04.21-2016.04.22. Mechatronika és Logisztika Szimpózium, C1/11. ISBN 978-963-358-113-1

- [S17] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *A készletgazdálkodás költségeinek összefüggései*. MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁGI RÉGIÓBAN c. konferencia kiadványa, Debrecen, 2016.05.25., Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, pp. 245–252. ISBN 978-963-7064-33-3
- [S18] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Az igényváltozás és a szállítási pontosság hatása a vásárolt alkatrész készletekre*. Tudomány és innováció a lokális és globális fejlődésért c. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa, 2015.11.19., Szent István Egyetem, Békéscsaba, ISBN 978-963-269-512-9, pp. 123–129.
- [S19] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Vállalatok közötti stratégiai együttműködés*. MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁGI RÉGIÓBAN c. konferencia kiadványa, Debrecen, 2015. 06.11., Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, ISBN 978-963-7064-32-6, pp. 127–134.
- [S20] **Korponai János**, Bányainé Tóth Ágota, Illés Béla: *Mutatószámok vizsgálata a vállalati logisztikai rendszerben*. XXIX. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia kiadványa, Miskolci Egyetem, 2015.04.09-2015.04.10. Mechatronika és Logisztika Szimpózium, C1/13., ISBN 978-963-358-061-5

4.2. Felhasznált irodalom

- [L01] **Andriolo A., Battini D., Grubbström R. W., Persona A., Sgarbossa F.** (2014). *A century of evolution from Harris's basic lot size model: Survey and research agenda*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 16–38.
- [L02] **Andriolo A., Battini D., Gamberi M., Sgarbossa F., Persona A.** (2013). *1913-2013: The EOQ theory and next steps towards sustainability*, 7th IFAC International Federation of Automatic Control Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, Saint Petersburg, Russia, International Federation of Automatic Control Proceedings Volumes, vol. 46. (2013), ISBN 978-3-902823-35-9, pp. 1708–1713.
- [L03] **Battini D., Persona A., Sgarbossa F.** (2014). *A sustainable EOQ model: Theoretical formulation and applications*, International Journal of Production Economics, vol. 149. (2014), pp. 145–153.
- [L04] **Bazan E., Jaber M. Y., Zanoni S.** (2015). *Supply chain models with greenhouse gases emissions, energy usage and different coordination decisions*, Applied Mathematical Modelling, vol. 39. (2015) (Issue 17), pp. 5131–5151.
- [L05] **Bazan E., Jaber M. Y., Zanoni S.** (2016). *A review of mathematical inventory models for reverse logistics and the future of its modeling: An environmental perspective*, Applied Mathematical Modelling, vol. 40. (2017) (Issues 5–6), pp. 4151–4178.
- [L06] **Bohács G.** (2015). *Folyamatmodellezés és szimuláció*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 66 p., ISBN 978-615-5391-74-3
- [L07] **Cárdenas-Barrón L. E., Chung K-J., Treviño-Garza G.** (2014). *Celebrating a century of the economic order quantity model in honor of Ford Whitman Harris*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 1–7.
- [L08] **Cárdenas-Barrón L. E., Chung E. J., Treviño-Garza G.** (2014). *Celebrating a century of the economic order quantity model in honor of Ford Whitman Harris*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 1–7.
- [L09] **Cárdenas-Barrón L. E., Sana S. S.** (2014). *A production-inventory model for a two-echelon supply chain when demand is dependent on sales teams' initiatives*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 249–258.
- [L10] **Cárdenas-Barrón L. E., Sana S. S.** (2015). *Multi-item EOQ inventory model in a two-layer supply chain while demand varies with promotional effort*, Applied Mathematical Modelling, vol. 39. (2015) (Issue 21), pp. 6725–6737.
- [L11] **Chen S-C., Cárdenas-Barrón L. E., Teng J-T.** (2014). *Retailer's economic order quantity when the supplier offers conditionally permissible delay in*

- payments link to order quantity*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 284–291.
- [L12] **Cselényi J., Illés B.** (szerk.) (2004). *Logisztikai rendszerek I.*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc
- [L13] **De S. K., Sana S. S.** (2013). *Fuzzy order quantity inventory model with fuzzy shortage quantity and fuzzy promotional index*, Economic Modelling, vol. 31. (2013), pp. 351–358.
- [L14] **Demeter K.** (szerk.) (2014). *Termelés, szolgáltatás, logisztika – az értékteremtés folyamatai*, Wolters Kluwer Kft., Budapest, ISBN 978 963 295 384 7
- [L15] **Diabat A.** (2014). *Hybrid algorithm for a vendor managed inventory system in a two-echelon supply chain*, European Journal of Operational Research, vol. 238. (2014) (Issue 1), pp. 114–121.
- [L16] **Diabat A., Al-Salem M.** (2015). *An integrated supply chain problem with environmental considerations*, International Journal of Production Economics, vol. 164. (2015), pp. 330–338.
- [L17] **Erlenkotte D.** (2014). *Ford Whitman Harris's economical lot size model*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 12–15.
- [L18] **Glock C. H., Grosse E. H., Ries J. M.** (2014). *The lot sizing problem: A tertiary study*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 39–51.
- [L19] **Gubán Á.** (szerk.) (2013). *Logisztika – Felvetések, példák, válaszok*. SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Zrt., Budapest, 352 p., ISBN 978-963-638-452-4
- [L20] **Gudehus T.** (2004). *Logistik: Grundlagen · Strategien · Anwendungen*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-24113-3
- [L21] **Halászné S. E.** (2003). *Logisztika – szolgáltatások, versenyképesség*, Logisztikai Fejlesztési Központ – Magyar Világ Kiadó, ISBN 963 9075 264
- [L22] **Harris F. W.** (1913). *How Many Parts to Make at Once, Factory*, The Magazine of Management, vol. 10. (1913), pp. 135–136, 152.
- [L23] **Holmbom M., Segerstedt A.** (2014). *Economic Order Quantities in production: From Harris to Economic Lot Scheduling Problems*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 82–90.
- [L24] **Huang B., Wu A.** (2016). *EOQ model with batch demand and planned backorders*, Applied Mathematical Modelling, vol. 40. (2016) (Issue 9-10), pp. 5482–5496.
- [L25] **Illés B., Glistau E., Coello Machado N. I.** (2007). *Logisztika és Minőségmenedzsment*, Miskolc, ISBN 978-963-87738-0-7
- [L26] **Illés I-né.** (szerk.) (2002). *Társaságok pénzügyei*, SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Rt., Budapest, ISBN 963-638-025-2

- [L27] **Kannan D., Diabat A., Alrefaei M., Govindan K., Yong G.** (2012). *A carbon footprint based reverse logistics network design model*, Resources, Conservation and Recycling, vol. 67. (2012), pp. 75–79.
- [L28] **Khan M., Jaber M. Y., Ahmad A-R.** (2014). *An integrated supply chain model with errors in quality inspection and learning in production*, Omega, vol. 42. (2014) (Issue 1), pp. 16–24.
- [L29] **Koltai T.** (2009). *Termelésmenedzsment*, BME GTK – Typotex Kiadó, Budapest, ISBN 978 963 279 035 0, ISSN 1787-9655
- [L30] **Kopányi M.** (szerk.) (2009). *Mikroökonómia*, Akadémia Kiadó ZRt., Budapest, ISBN 9789630585675
- [L31] **Körmendi L., Pucsek J.** (2008). *A logisztika elmélete és gyakorlata*, SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Rt., Budapest, ISBN 978 963 638 275 9, ISSN 1789–5103
- [L32] **Krampe H., Lucke H-J., Schenk M.** (2012). *Grundlagen der Logistik*, Huss-Verlag GmbH, München, ISBN 978-3-941418-80-6
- [L33] **Kummer S., Grün O., Jammernegg W.** (2009). *Grundzüge der Beschaffung, Produktion, Logistik*, Pearson Studium, München, ISBN 978-3-8273-7351-9
- [L34] **Mousavi S. M., Hajipour V., Niaki S. T. A., Alikar N.** (2013). *Optimizing multi-item multi-period inventory control system with discounted cash flow and inflation: Two calibrated meta-heuristic algorithms*, Applied Mathematical Modelling, vol. 37. (2013) (Issue 4), pp. 2241–2256.
- [L35] **Pal B., Sana S. S., Chaudhuri K.** (2012). *Multi-item EOQ model while demand is sales price and price break sensitive*, Economic Modelling, vol. 29. (2012) (Issue 6), pp. 2283–2288.
- [L36] **Prezenszki J.** (szerk.) (2006). *Logisztika I.*, BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, ISBN 963 431 796 0, ISSN 0865-3313
- [L37] **Roldán R. F., Basagoiti R., Coelho L. C.** (2016). *A survey on the inventory-routing problem with stochastic lead times and demands*, Journal of Applied Logic, Available online (2016)
- [L38] **Sana S. S., Chedid J. A., Navarro K. S.** (2014). *A three layer supply chain model with multiple suppliers, manufacturers and retailers for multiple items*, International Applied Mathematics and Computation, vol. 229. (2014), pp. 139–150.
- [L39] **Sarkar B.** (2013). *A production-inventory model with probabilistic deterioration in two-echelon supply chain management*, Applied Mathematical Modelling, vol. 37. (2013) (Issue 5), pp. 3138–3151.
- [L40] **Sarkar B., Cárdenas-Barrón L. E., Sarkar M, Singgih M. L.** (2014). *An economic production quantity model with random defective rate, rework process*

- and backorders for a single stage production system*, Journal of Manufacturing Systems, vol. 33. (2014) (Issue 3), pp. 423–435.
- [L41] **Sarkar B., Gupta H., Chaudhuri K., Goyal S. K.** (2014). *An integrated inventory model with variable lead time, defective units and delay in payments*, Applied Mathematics and Computation, vol. 237. (2014), pp. 650–658.
- [L42] **Sarkar B., Mandal B., Sarkar S.** (2015). *Quality improvement and backorder price discount under controllable lead time in an inventory model*, Journal of Manufacturing Systems, vol. 35. (2015), pp. 26–36.
- [L43] **Sarkar B., Moon I.** (2014). *Improved quality, setup cost reduction, and variable backorder costs in an imperfect production process*, International Journal of Production Economics, vol. 155. (2014), pp. 204–213.
- [L44] **Sarkar B., Saren S., Wee H-M.** (2013). *An inventory model with variable demand, component cost and selling price for deteriorating items*, Economic Modelling, vol. 30. (2013), pp. 306–310.
- [L45] **Sarkar B., Sarkar S.** (2013). *An improved inventory model with partial backlogging, time varying deterioration and stock-dependent demand*, Economic Modelling, vol. 30. (2013), pp. 924–932.
- [L46] **Sarkar T., Ghosh S. K., Chaudhuri K. S.** (2012). *An optimal inventory replenishment policy for a deteriorating item with time-quadratic demand and time-dependent partial backlogging with shortages in all cycles*, Applied Mathematics and Computation, vol. 218. (2012) (Issue 18), pp. 9147–9155.
- [L47] **Silver E. A.** (2008). *Inventory Management: a Tutorial, Canadian Publications, Practical Applications and Suggestions for Future Research*, INFOR Information Systems and Operational Research, vol. 46. (1) (2008), pp. 15–28.
- [L48] **Szegedi Z.** (2012). *Ellátásilánc-menedzsment*, Kossuth Kiadó, Budapest, ISBN 978-963-09-6944-4
- [L49] **Szegedi Z., Prezenszki J.** (2003). *Logisztika-menedzsment*, Kossuth Kiadó, Budapest, ISBN 963 09 4434 0
- [L50] **Taleizadeh A. A., Mohammadi B., Cárdenas-Barrón L. E., Samimi H.** (2013). *An EOQ model for perishable product with special sale and shortage*, International Journal of Production Economics, vol. 145. (2013) (Issue 1), pp. 318–338.
- [L51] **Taleizadeh A. A., Nematollahi M.** (2014). *An inventory control problem for deteriorating items with back-ordering and financial considerations*, Applied Mathematical Modelling, vol. 38. (2014) (Issue 1), pp. 93–109.
- [L52] **Taleizadeh A. A., Niaki S. T. A., Aryanezhad M-B., Shafii N.** (2013). *A hybrid method of fuzzy simulation and genetic algorithm to optimize constrained inventory control systems with stochastic replenishments and fuzzy demand*, Information Sciences, vol. 220. (2013), pp. 425–441.

- [L53] **Taleizadeh A. A., Niaki S. T. A., Seyedjavadi S. M. H.** (2012). *Multi-product multi-chance-constraint stochastic inventory control problem with dynamic demand and partial back-ordering: A harmony search algorithm*, Journal of Manufacturing Systems, vol. 31. (2012) (Issue 2), pp. 204–213.
- [L54] **Taleizadeh A. A., Pentico D. W., Jabalameli M. S., Aryanezhad M.** (2013). *An economic order quantity model with multiple partial prepayments and partial backordering*, Mathematical and Computer Modelling, vol. 57. (2013) (Issues 3–4), pp. 311–323.
- [L55] **Taleizadeh A. A., Pentico D. W., Jabalameli M. S., Aryanezhad M.** (2013). *An EOQ model with partial delayed payment and partial backordering*, Omega, vol. 41. (2013) (Issue 2), pp. 354–368.
- [L56] **Teng J-T.** (2009). *A simple method to compute economic order quantities*, European Journal of Operational Research, vol. 198. (2009) (Issue 1), pp. 351–353.
- [L57] **Vörös J.** (1991). *Termelésmenedzsment*, Jannus Pannonius Egyetemi Kiadó, Pécs, ISBN 963 641 284 7
- [L58] **Vörös J.** (2010). *Termelés- és szolgáltatásmenedzsment*, Akadémia Kiadó, Budapest, ISBN 978 963 05 8835 5, ISSN 2061-6430
- [L59] **Vörösmarty Gy., Tátrai T.** (2010). *Beszerezés: stratégia, folyamatok, információ*, Complex Kiadó Jogi és Üzleti Tartalomszolgáltató Kft., Budapest, ISBN 978 963 295 111 9
- [L60] **Wang W-C., Teng J-T., Lou K-R.** (2014). *Seller's optimal credit period and cycle time in a supply chain for deteriorating items with maximum lifetime*, European Journal of Operational Research, vol. 232. (2014) (Issue 2), pp. 315–321.
- [L61] **Wayne, L. W.** (2003). *Operációkutatás: módszerek és alkalmazások*, Aula Kiadó Kft., Budapest, ISBN 963 9478 60 1
- [L62] **Wu J., Ouyang L-Y., Cárdenas-Barrón L-E., Goyal S. K.** (2014). *Optimal credit period and lot size for deteriorating items with expiration dates under two-level trade credit financing*, European Journal of Operational Research, vol. 237. (2014) (Issue 3), pp. 898–908.

Köszönetnyilvánítás

Az értekezésben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.