

**MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR**



**A BESZÁLLÍTÓI HÁLÓZATOK OPTIMALIZÁLÁSA AZ IPAR 4.0
ESZKÖZEIVEL A KLASZTER HÁLÓZATOKRA VONATKOZÓAN**

PhD értekezés tézisei

Készítette:

Borodavko Beáta
okleveles közgazdász
okleveles logisztikai menedzser

Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola
Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület
Logisztikai Intézet

DOKTORI ISKOLA VEZETŐ

Prof. Dr. Szigeti Jenő
egyetemi tanár

TÉMATERÜLET VEZETŐ

Prof. Dr. Illés Béla
egyetemi tanár

TÉMAVEZETŐ

Prof. Dr. Illés Béla
egyetemi tanár

TÁRSTÉMAVEZETŐ

Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágota
egyetemi docens

Miskolc
2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	2
2. Alkalmazott módszertan, szakirodalmi áttekintés, célkitűzések ..	3
3. Kutatási eredmények	10
3.1 A logisztikai értékláncok meghatározása és feladatai	10
3.2 Az általam kidolgozott logisztikai ellátási láncok komplex modellje	11
3.3 Az általam kidolgozott rendszermodell ismertetése	14
4. Összefoglalás.....	17
5. Új tudományos eredmények.....	18
6. Summary	19
7. New scientific results	20
8. Irodalomjegyzék.....	21
8.1 Értekezés témakörében használt saját publikációk.....	21
8.2 Értekezés témakörében használt további publikációk	22

1. BEVEZETÉS

Az ellátási láncok fejlődését napjainkban alapvetően befolyásolja a globalizáció, a vásárlóorientált piac, az információs társadalom létrejötte, valamint a speciális technológiák terjedése. Mindezek a fejlődést kiváltó tényezők az ellátási lánc logisztikai tevékenységeire vonatkozóan speciális követelményrendszert állítanak. Ilyen követelmények a logisztikai rendszerhatárok összehangolása globális folyamatokkal, új típusú beszállító-felhasználó kapcsolatok kialakítása, nagy teljesítményű informatikai rendszerek széleskörű alkalmazása, horizontális és vertikális együttműködések kialakítása, többszintű kommunikációs rendszerek létrehozása vállalatokon belül és vállalatokon kívül is.

A piaci versenyhelyzet új követelményeket állít a piaci szereplők elé, fontos szempont a logisztika minőségi paramétereinek előtérbe kerülése, az átfutási idők csökkentése, a károsanyag kibocsátás mértékének csökkentése, a szolgáltatások körének bővítése és az újrahasznosítás lehetősége. Napjainkban az Ipar 4.0 és a Logisztika 4.0 lehetőségeinek alkalmazása teljesen új versenypozíciót nyújt a vállalatok számára. A logisztikai folyamatokban alkalmazott intelligens berendezések, kiberfizikai rendszerek, valós idejű paraméterek alapján történő döntéshozatal teljesen új léptékbe helyezi a logisztikai folyamatokat és a logisztikai tevékenységeket.

Az általam vizsgált tématerület az értékteremtő elosztási láncok, amelyek az ellátási láncok alapvető jellemzőire épülve, felhasználva a klaszterek szervezeti felépítéséből eredő lehetőségeket, valamint az Ipar 4.0 által biztosított speciális eszközöket és módszereket, lehetőséget biztosít arra, hogy egy újszerű ellátási lánc koncepciót és kialakítási módot tudjak meghatározni.

Az előzőek figyelembevételével végeztem el a hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintését és értékelését. Ezen szakirodalmi adatok alapján, valamint a gyakorlatban szerzett tapasztalataimra és egyetemi tanulmányaim során szerzett ismereteimre alapozva végeztem el kutatásaimat és készítettem el a disszertációm. Célom az volt, hogy egy újszerű logisztikai ellátási lánc folyamatot tárjak fel, amely épít a klaszterek nyújtotta lehetőségekre, valamint az Ipar 4.0 eszközök használatával elérhető versenyelőnyre. Ezek alapján kidolgozható egy gyorsabb, biztonságosabb, jobb minőségű, költséghatékonyabb ellátási folyamat kialakításának elvi menete.

2. ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN, SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS, CÉLKITŰZÉSEK

Módszertan

A kutatás módszertana alapvetően az alábbi területeket foglalja magában:

- primer kutatás: felhasználói vélemények kutatása,
- szekunder kutatás: a szakirodalom kutatása, feltárása és értékelése.

A Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Kereskedelmi és Iparkamara által irányított kutatási projekt keretében személyesen végeztem el több mint 25 cég –kis- és közepes méretű vállalatok– klasztertevékenységekkel kapcsolatos működésének elemzését. Ezen kutatási eredményekre alapozva fogalmaztam meg a problématerületeket és ezzel kapcsolatosan a célkitűzéseimet is.

Németországi munkavállalásom során a stuttgarti Mercedes-Benz gyárnál munkahelyi feladataim között szerepelt a klaszter tevékenységgel megvalósítható logisztikai folyamatok elemzése. Ezen feladat elvégzése során lehetőségem volt a Német Iparkamara megbízásából végzett és ezzel a szakmai területtel összefüggő eredmények megismerésére és felhasználására. A kutatómunkámban meghatározó szerepet játszott a németországi több mint 15 éves szakmai tapasztalatom a logisztika területén, amelyet a gyártási és beszerzési tevékenységekkel szereztem.

Külön szeretném megemlíteni, hogy egyetemi tanulmányaim során – gazdaságtudományi területen BSc/MSc, és logisztikai tudomány területen MSc – jelentős szakmai ismereteket szereztem a tématerületen. A logisztika tudományterületén a kutatáshoz kapcsolódó tématerületen OTDK díjat is nyertem.

A primer kutatás alapját a következők képezték:

- Kérdőíves kutatás, több megkérdezett kis- és közepes méretű cég egy klaszter szervezeten belül (>25 cég).
- Személyes vállalat, illetve gyárlátogatások, auditálások nemzetközi szinten (>30 vállalat).
- >15 éves szakmai munkatapasztalat logisztikai, gyártási, beszerzési területen. A nagy széleskörű szakmai gyakorlat és szakmai ismeret az ellátási láncok területén.

A szekunder kutatás alapját az általam végzett irodalomkutatás adja. A kutatás során:

- feldolgozásra került a kutatási témakörre vonatkozó releváns nemzetközi és hazai szakirodalom,
- a modellből kapott eredményeket, összevettem élenjáró vállalatok gyakorlatával,
- kidolgoztam a problémahelyzetet leíró kutatás folyamat-modellt.

A szekunder kutatást mind a hazai mind a nemzetközi szakirodalom áttekintésével, értékelésével kezdtem az adott témára vonatkozóan. Három különböző területet külön kiemeltem az ellátási láncok elemzése, értékteremtő láncok modellezése, ipar 4.0 elemek alkalmazása a logisztikában. Az irodalmi háttér kutatása során nemzetközi folyóiratokban és konferencia kiadványokban megjelent szakkikkek (SCOPUS, Web of Science, Google Scholar), elemzések, PhD disszertációk és szakkönyvek feldolgozását végeztem el. Ez azért volt szükséges, hogy az általam kidolgozandó modell, valamint annak elemei és meglévő kapcsolati rendszerei kidolgozásánál figyelembe tudjam venni a szakirodalomban már meglévő eredményeket és ezeket tovább tudjam fejleszteni kutatómunkámban.

A disszertáció témájául választott beszállítói hálózatok optimalizálása egy klaszter szervezetén belül az Ipar 4.0 eszközeivel, egy nagyon fontos témát ölel át. A vállalati versenyképesség növelése érdekében kulcsfontosságú a kapacitások, a logisztikai költségek és paraméterek optimális szinten tartása. Számos esetben jelennek meg a szakmai publikációkban elemzések a logisztikai rendszerekről, vagy klaszter hálózatokról, legfőképpen informatikai területen, illetve az Ipar 4.0 elméleti és gyakorlati hasznosításáról. Ugyanakkor a publikációk elérhetősége igencsak korlátozott, amely ezen kulcstémákat együttesen vizsgálná.

A legelterjedtebb és legnépszerűbb keresési felületeknek a Scopus és a Web of Science tudományos tárákat tekintem. Ezek mellett megemlíthetjük még a Google Scholar és a JSTOR adatbázisokat. A szakirodalom vizsgálatát az 1. táblázatban megadott kulcsszavak felhasználásával végeztem el.

Kulcsszavak	Találatok
Logistics	591889
Logistics cluster	12169
<i>Logistics cluster network</i>	<i>1016</i>
Supply chain network	21188

Supply chain network optimization	4299
<i>Supply chain network optimization cluster</i>	89
Supplier network	12121
<i>Supplier network optimization</i>	1431
<i>Supplier network digitalisation</i>	40
Value added supply chain	2251
<i>Value added supply chain optimisation</i>	196
Cluster organization	31542
Industry 4.0	20947
<i>Industry 4.0 logistics</i>	920
<i>Industry 4.0 in Supply chain</i>	1197
<i>Industry 4.0 supplier network</i>	69
<i>Digital Supply chain</i>	4144

1. táblázat: Tudományos publikációk megoszlása (saját szerkesztés)

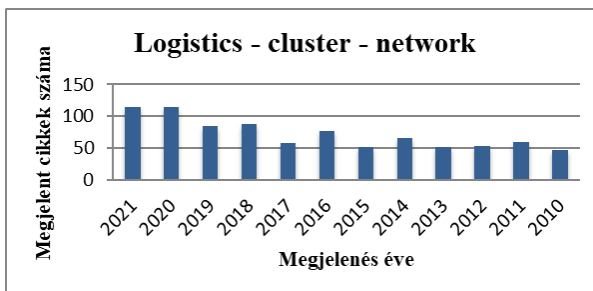
A találatok szűkítése érdekében érdemes az összetett kulcsszavas keresési metódust alkalmazni [9]. Az irodalomkutatás során a következő fő területekkel foglalkozok részletesen:

- A logisztika és logisztikai hálózatok kialakulása.
- Ipar 4.0 meghatározása, kialakulása és fontossága a logisztikai ellátási láncokon belül.
- Klaszter hálózati modellek szerepe az ellátási láncon belül.

Keresés 1: „logistics“ AND „cluster“ AND „network“

Találatok száma: 1016

A kereséshez tartozó kiértékelést az 1. ábra szemlélteti.



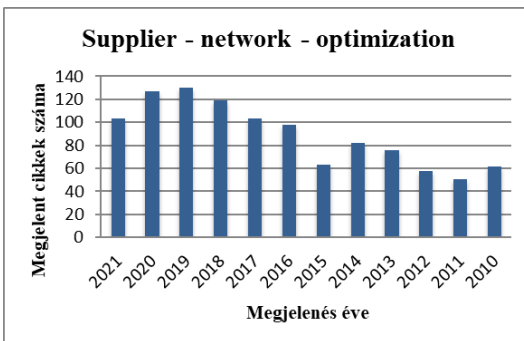
1. ábra: Keresés 1 megjelenés éve szerinti megoszlás (saját szerkesztés)

A 1. ábrán látható, hogy a megjelent cikkek száma folyamatosan növekszik a vizsgált időszakban. Ez bizonyítja, hogy a logisztika, a klaszter és a hálózat tématerület egyre fontosabb és egyre többen foglalkoznak ezzel a témával.

Keresés 2: „supplier“ AND „network“ AND „optimization“

Találatok száma: 1431

A kereséshez tartozó kiértékelést a 2. ábra szemlélteti.



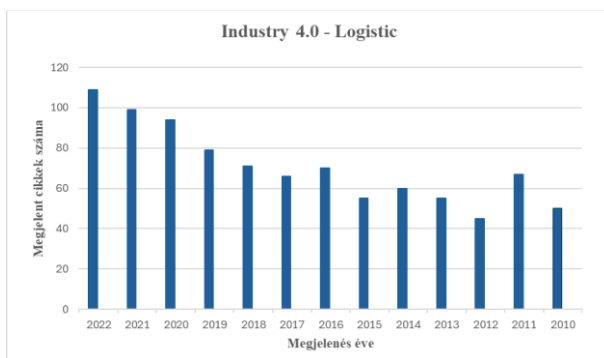
2. ábra: Keresés 2 megjelenés éve szerinti megoszlás (saját szerkesztés)

A 2. ábra azt mutatja, hogy az utóbbi néhány évben jelentős számú cikk született a témában.

Keresés 3: „industry 4.0“ AND „logistics“

Találatok száma: 920

A kereséshez tartozó kiértékelést a 3. ábra szemlélteti.



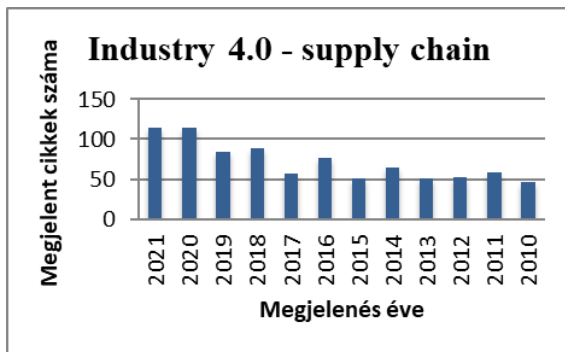
3. ábra: Keresés 3 megjelenés éve szerinti megoszlás (saját szerkesztés)

A 3. ábrán látható, hogy a cikkek megjelenésének száma folyamatosan növekszik a vizsgált időszakban. Ez is a téma indokoltságát támasztja alá.

Keresés 4: „industry 4.0“ AND „supply chain “

Találatok száma: 1197

A kereséshez tartozó kiértékelést a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Keresés 4 megjelenés éve szerinti megoszlás (saját szerkesztés)

Az 4. ábrán látható, hogy a cikkek száma időben ingadozik, de az elmúlt 5 éves periódusban a számuk megnőtt.

Az 1-4. ábrák és az azokhoz tartozó szakirodalmak alapján a következő megállapításokat tettem:

- A nemzetközi és a hazai szakirodalom alapján a logisztikában a klaszterek és a hálózatok szerepe egyre inkább előtérbe kerül és az elkövetkező időszakban ez a tendencia tovább fog erősödni.
- A hazai és a nemzetközi szakirodalom alapján megállapítom, hogy a hálózatok és az elosztási rendszerek működtetésénél különféle stratégiákat lehet alkalmazni, amelyek igénylik a működtetéssel kapcsolatos optimalizációs eljárások használatát.
- A hazai és nemzetközi szakirodalom alapján megállapítható, hogy a logisztikai tevékenységeknél egyre gyakrabban alkalmaznak Ipar 4.0 és kiberfizikai megoldásokat.
- A hazai és nemzetközi szakirodalom alapján látható, hogy a klasztereken alapuló elosztási hálózatok logisztikai folyamataiban is meghatározóak az Ipar 4.0 és a kiberfizikai alkalmazások.

A szakirodalom statisztikai feldolgozása csak egy része a szekunder kutatásnak. Ezen felül nagyon lényeges, hogy a statisztikailag vizsgált szakirodalmak tartalmi vonatkozásukban is feldolgozásra kerüljenek. Ezt a szakmai, tartalmi feldolgozást is elvégeztem a kutatásaim során, melynek eredményét az értekezés tartalmazza.

Célkitűzések

Az előzőekben megfogalmaztam a vizsgált terület alapvető problémaköreit. A feltárt problémakörökre vonatkozóan meghatározom a disszertáció célkitűzéseinek területét. Ezek a célkitűzések segítik az alapvető feladatomban tekintett, a beszállítói hálózatok optimalizálási kérdéseinek vizsgálatát. A vizsgálataim alapját egy új típusú elosztási hálózat megfelelő modelljének a meghatározása képezi, a modellelemek funkcióinak lehatárolása, valamint az egyes modellelemek közötti kapcsolatok feltárása.

A fentiek alapján a célkitűzéseim a következők:

- az új típusú beszállítói hálózat logisztikai modelljének a definiálása,
- a modell építőelemeinek a meghatározása,
- az egyes építőelemek funkcióinak meghatározása a modellen belül,
- az egyes építőelemek lehetséges kapcsolati rendszereinek a feltárása,
- a feltárt kapcsolati rendszerhez tartozó logisztikai rendszerparaméterek definiálása,
- az ellátási lánc működését alapvetően meghatározó kockázati tényezők feltárása,
- a rendszerparaméterekre vonatkozóan a lehetséges célfüggvények halmazának feltárása,
- a feltárt célfüggvényhalmazból az ellátási lánc kockázatainak csökkentésére vonatkozó domináns célfüggvények kiválasztása,
- a domináns célfüggvényekre vonatkozóan optimalizációs eljárás meghatározása, amely alkalmas a beszállítói hálózatok új típusú minősítésére,
- egy számpéldán keresztül az előzőekben vázolt célkitűzések alkalmazási lehetőségének bemutatása.

A kutatásom olyan lehetséges modellt állít fel, amely leírja az ellátási láncot a mai modern igények eszközeivel. A kutatómunka egyik fő célja az elemző munka bemutatása és hatásuk tágabb értelemben történő leírása.

A disszertáció bemutatja egy jól működő ellátási lánc strukturális felépítését, ahol az elemzés során figyelembe lettek véve a klasszikus értelemben vett stratégiai szintek, amit a hálózati működés elméletével egészíték ki.

A szakirodalom feltárására alapozva célul tűztem ki, hogy kidolgozom az új típusú beszállítói hálózat logisztikai modelljét. Erre a modellre vonatkozóan definiálni fogom a modell építőelemeit, az építőelemek funkcióit, az építőelemek kapcsolati rendszereit. Meghatározom az adott elemek, adott kapcsolati rendszeréhez tartozó logisztikai rendszer paramétereit. Meghatározom a legjelentősebb kockázati tényezőket, amelyek az ellátási láncot erősen befolyásolják. A rendszer paraméterekre vonatkozóan kidolgozom a lehetséges célfüggvények halmazát. A célfüggvények halmazából kiválasztom a rendszer működése szempontjából leginkább meghatározókat. A kiválasztott célfüggvényekre vonatkozóan kidolgozok egy optimalizációs eljárást, amely alkalmazásával új típusú minősítését végzem el a beszállítói hálózatoknak. A minősítés legfőképpen egy ellátási lánc kockázataira vonatkozik.

3. KUTATÁSI EREDMÉNYEK

Kidolgoztam az "értékteremtő lánc" vizsgálati lehetőségeihez kapcsolódó új típusú modellt, kialakítását, feltétel rendszerét és céljait.

Témaválasztásomat azzal indoklom, hogy a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is található a témához kapcsolódó tudományos elemzések, de ezeken túl szeretnék mutatni. A szakirodalom alapján a műszaki, gazdasági tanulmányok is arra hívják fel a figyelmet, hogy a tématerületen egy paradigmaváltás zajlik. A globális termelési és szolgáltatási tevékenységeknél meghatározó a versenyképesség, hogy a piaci igényeket több szempont alapján is optimális ellátási láncok felhasználásával tudják kielégíteni [55]. A termelésbe és szolgáltatásba bevont beszállítókat jellemző költségtényezők, időtényezők a piacokra történő rugalmas reagálóképesség és az ezeket megvalósító logisztikai hálózatok alapvetően meghatározzák a termelési és szolgáltatási hálózatok működőképességét, jövedelmezőségét, valamint a legfontosabb tényezőt a megrendelők elégedettségét.

3.1 A logisztikai értékláncok meghatározása és feladatai

Egy vállalat tevékenységei napjainkban egy értékteremtő lánc keretében valósulnak meg. az értékteremtő lánc magában foglalja a beszállítóktól induló termék és szolgáltatásokat, a vállalatnál megvalósuló termelési és szolgáltatási tevékenységeket, a késztermékek és szolgáltatások megrendelőkhöz történő eljuttatását majd az értékteremtő lánc végezetül magában foglalja az előállított termékekkel és a nyújtott szolgáltatásokkal kapcsolatos újrahasznosítási logisztikai feladatokat is. Különösen ki szeretném emelni, hogy az EU-ban a vállalatok kötelező minősítésére egy új típusú minősítésű rendszert az ESG értékelési módszert fogják bevezetni, amelyben jelentős szempont lesz a logisztikai tevékenységek végrehajtásának a minősége. Az ESG rendszereknek történő megfelelésnél fontos szerep jut az adott szempontok alapján optimális üzleti rendszer kialakításának, az alkalmazott munkaerő megfelelő képzettségének, az innovatív technológiák alkalmazásának, valamint az információs technikák és technológiák legújabb eredményeinek a felhasználásának.

Az előzőek alapján az értéklánchoz tartozó logisztikai folyamat alapvetően meghatározza az értéklánc tevékenységéhez kapcsolódó folyamatok működését, valamint jó áttekintést biztosít ezen folyamatok percre kész megfigyeléséhez és ezek alapján megfelelő döntések hozatalához [S9].

3.2 Az általam kidolgozott logisztikai ellátási láncok komplex modellje

A globalizált világ ellátási láncában különböző kontinensek különböző országainak különböző vállalatai kell, hogy együtt dolgozzanak a piaci siker elérésében. Külön szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy az ellátási értékláncokkal kapcsolatosan együtt kell, hogy dolgozzanak a multinacionális nagy cégek és a kis- és középvállalkozások. Az ellátási láncok bonyolultságát tovább fokozza, hogy mind a beszállításnál, mind az elosztásnál több lépcsős beszállítói és elosztási hálózatok funkcionálnak. Ez azt jelenti, hogy a beszállításoknál a fő beszállítónak van albeszállítója, az albeszállítónak további albeszállítói vannak és így tovább. Az elosztásnál szintén igaz ez a hálózati felállás.

A következőkben saját ipari tapasztalatomat és a szakirodalmi feldolgozásokat felhasználva egy új típusú értékteremtő lánc beszállítói hálózatának lehetséges kialakításait dolgoztam ki [S10].

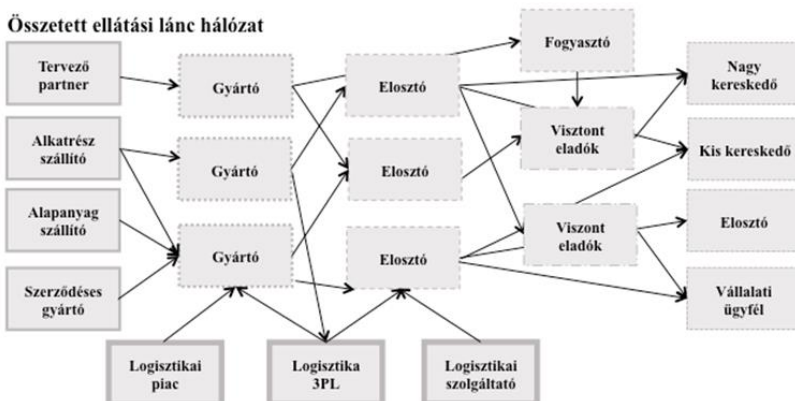
Hagyományos ellátási lánc



Kiterjedt ellátási lánc



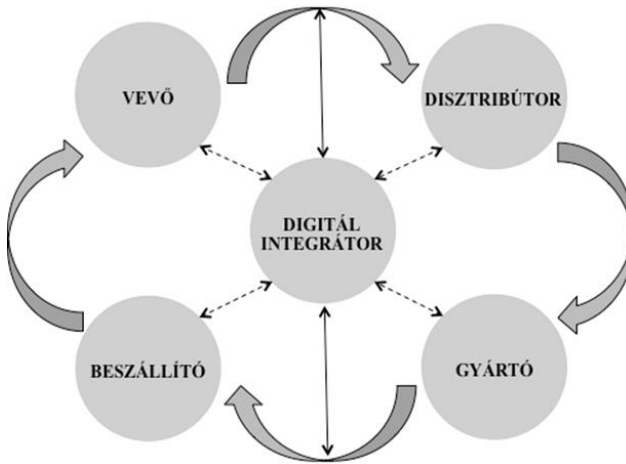
Összetett ellátási lánc hálózat



5. ábra: Ellátási lánc komplex modellje (saját szerkesztés)

Az 5. ábra szemlélteti a hagyományos ellátási láncok és az általam javasolt továbbfejlesztett összetett ellátási láncok kialakításának kapcsolati

rendszerét. A 5. ábra alapján megállapítom, hogy az általam vizsgált rendszer egy horizontálisan és vertikálisan is tagolt, alá és fölérendeltségi viszonyokat tartalmazó bonyolult hálózati struktúrát jelent. Egy ilyen típusú bonyolult hálózati struktúrát, csak megfelelő osztott intelligenciás és hierarchikus irányítási módszerrel és a hozzá kapcsolódó informatikai rendszerrel lehetséges kezelni. Napjainkban a digitalizáció megteremtette annak lehetőségét, hogy az ilyen típusú rendszerek működtetését megfelelő információs háttérrel és megfelelő működtetési stratégiákkal meg lehet oldani. Itt külön szeretném kiemelni a kibernetikai rendszerek és a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségek bekapcsolását a működtetési folyamatban. Ennek alapfeltétele, hogy a beszállítói hálózat megfelelő digitális háttérrel rendelkezzen. A rendszer elemei alkossanak egy virtuális klasztert, amelynek irányítását a virtuális klaszter központja látja el egy digitál integrátor és a hozzá tartozó információs bank felhasználásával. Ezt szemlélteti a 6. ábra.



6. ábra: Ellátási lánc ökoszisztémája (saját szerkesztés)

A virtuális vállalatok és a virtuális klaszterek fogalma a szakirodalomban jól ismert. Az általam javasolt továbblépés ezen a területen a digitalizáció, a számítástechnika napjainkban történő rohamos fejlődésével az információáramlás és anyagáramlás területén a digitalizáció alkalmazása. A digitalizáció jelentése, hogy bizonyos eszközök felhasználásával a rendszerre jellemző fizikai adatokat digitalizáljuk és ezen adatok továbbítása,

feldolgozása, kiértékelése rendkívül gyorsan megoldható és így valójában a rendszerre vonatkozó pillanatnyi állapotjelzők mindig rendelkezésre állnak. Ezáltal optimális döntések hozhatók egy adott rendszer esetében.

A virtuális együttműködés formáira jellemző:

- kompetenciák problémaorientált, dinamikus hálózatba integrálása,
- globális adathálózatok használata,
- nyitottság és rugalmasság: csökkentett formalitásnak köszönhetően, jobban megfelel a piac növekvő dinamikájának,
- win-win (győztes-győztes, matematikai értelemben nyeregpont keresés) szituáció, hiszen mind az ügyfelek, mind a partnerek számára egyértelmű és mérhető előnyökkel jár a hálózatok képzése,
- a munkamegosztásból adódó feladatok időtől és helytől független megoldása.

Virtuális vállalat jellemzői:

- a kooperáció középpontjában a magvállalat áll, amely átvállalja a szervezési felelősséget és felállít egy egységes elv-rendszert, amelyhez a leendő tagok orientálódnak,
- a működés egyik feltétele, hogy a tagok rendelkeznek egy rugalmas információs rendszerrel, amelyet a kooperáció idejére egymással összekötnek, ez teszi lehetővé a virtuális erőforrásbázis létrehozását,
- a sikeresség alapfeltétele a bizalom, a kooperáció résztvevői egymással szemben teljes bizalmat élveznek.

Egy virtuális vállalat keretrendszerén belül különböző kihívások merülhetnek fel. Ezek a következők:

- funkciómegtartás: egyes vállalatoknak el kell dönteniük, hogy milyen funkciókat tartanak meg, illetve adnak le más cégeknek,
- átláthatóság: el kell fogadniuk a teljes átláthatóságot, a hatékonyság növelése érdekében,
- folyamatorientáltság: folyamatokban kell gondolkodni, mert a szervezet határai állandóan változnak,
- széles mozgástér: lépéstartás, a munkatársak nagy mozgásteret kapnak az átalítási folyamatokban.

A virtuális klaszter feladata a klaszterbe tartozó összes klasztertag között zajló információs kapcsolatok biztosítása, valamint az egész klaszterre vonatkozó információs halmaz alapján az egyes klasztertagokra vonatkozó optimális döntések meghozatala. A digitál integrátor végzi a rendelkezésre

álló adatok gyűjtését és értékelését. Az információs adatbank pedig a rendelkezésre álló információk tárolását és hozzáférhetőségét biztosítja.

A 6. ábrán megjelenő vezérlő központot digitál integrátornak nevezem el, amely adatkapcsolatot és döntési lehetőséget teremt a hálózat elemei között. A vezérlő központnak köszönhetően a következő eredményeket tudjuk felhasználni a működés folyamán:

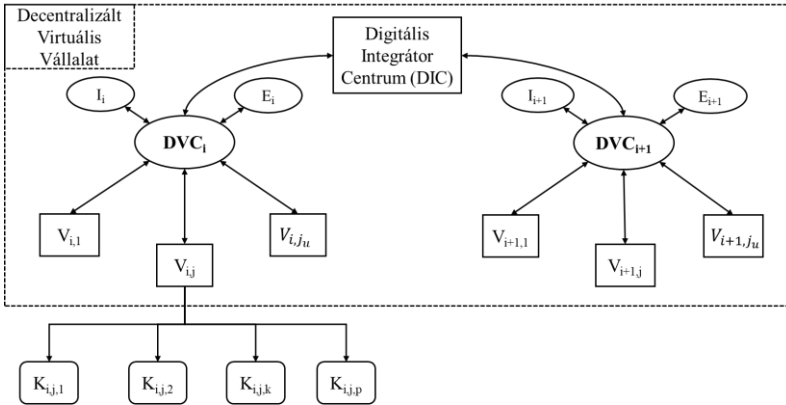
- a vevői igényekre való rugalmasság, a mindenkori igényeknek való 100%-os megfelelés elérése,
- a folyamat átláthatóságának biztosítása, a lánc áttekinthetősége az egyenszilárdságú működés szempontjából, valamint a szükséges fejlesztések közös megvalósításának meghatározása,
- folyamatos percre kész kommunikáció a lánc egyes elemei között, amely minden időben biztosítja a megfelelő döntésekhez szükséges aktuális információ mennyiséget,
- együttműködések optimális kialakítása, a klaszterelemekre vonatkozó információk alapján megfelelő működtetési stratégiák alkalmazásával,
- a rendelkezésre álló klaszterre vonatkozó összes információ alapján a klaszter működésének optimalizálása gazdasági szempontból, amely garantálja, hogy a klaszter tagok gazdasági szempontból jobban járnak, minthogyha saját maguk szerveznék az üzleti kapcsolataikat.

3.3 Az általam kidolgozott rendszermodell ismertetése

Az általam kidolgozott rendszermodellt a 7. ábra szemlélteti. Az általam kidolgozott rendszermodell a következő elemekből épül fel:

- digitális integrátor centrum (DIC),
- különböző tevékenységcsoportokhoz tartozó alklaszterek, avagy másnéven decentralizált klaszterek (DVCj),
- klasztereken kívüli, de a vizsgált klaszterekhez valamilyen tevékenység folytán kötődő külső vállalatok (Kijk).

Kidolgoztam egy virtuális hálózati együttműködésre épülő klaszter modellt. A klaszterek hasonlítanak a virtuális vállalatokhoz. Sok fajta elemről áll. Azért újszerű, mert a különböző vállalatok, beszállítók, összeszerelő vállalatok, alapanyaggyártók és logisztikai szolgáltatók össze vannak fogva egy klaszteren belül.



7. ábra: Új típusú klaszter rendszermodell (saját szerkesztés)

Minden egyes szereplő külön-külön veszi fel az igényeket. Az azonos tevékenységet folytatók egy külön decentralizált klasztert alkotnak. Így megkülönböztetünk vevői, beszállítói, alapanyaggyártó, összeszerelő és logisztikai szolgáltatói decentralizált klaszter csoportot. A minden egyes decentralizált klaszteren belül szerepel egy külön DVC – decentralizált virtuális centrum, amely összegyűjti az adott decentralizált klaszteren belül a keletkező igényeket és erőforrásokat, illetve a pillanatnyilag elérhető szabad kapacitásokat (klaszteren belüli kapacitás). A jelentkező feladatok megoldásánál a decentrumokhoz tartozó klaszter és a teljes egész klaszter együttműködése szükséges. Különböző feladatokat kell ellátni mind a klaszter teljes egészére vonatkozóan és a decentralizált klaszter csoportokon belül is [S11]. Minden egyes DVC kapcsolatban van a digitál integrátor centrummal, amely a klaszter egészére gyűjti be a valós idejű adatokat a DVC-től és a klaszteren kívüli felhasználók spontán igényeit is.

Digitális integrátor centrumot a következő fő tevékenységgel lehet jellemezni:

- Kapcsolatban van minden egyes decentralizált klaszter csoporttal és a külső felhasználókkal is.
- Valós idejű információáramlás történik a virtuális adatbankon keresztül.
- Begyűjti a vevői igényeket, beszállítói kapacitásokat, logisztikai erőforrásokat, összeszerelő vállalatok teljesítő képességét és az alapanyaggyártók gyártási műveletek folyamatait.

- Központosítja a különböző klasztercsoportok költség faktorait.
- A költségfaktorok és igények ismeretében meghatározza a klaszter egészére vonatkozó célfüggvények alapján a valós idejű erőforrások megfelelő, adott szempontok alapján optimális elosztását és a gyártási ütemezést.
- Allokálja és közvetíti a feladatokat a klaszterek között.
- Biztosítja a klaszterek közötti valós idejű információáramlást.
- A jelentkező feladatokkal kapcsolatos információk továbbítása valós időben, automatizált informatikai eszközök felhasználásával történik.
- Ennek előnyei a következőkben foglalhatók össze:
 - A vevői igényekre történő gyors reagálás.
 - Az információk kezelése a központi centralizált integrátoron keresztül történik.
 - A decentralizált klaszterek központi adatkezelése lehetőséget biztosít a valós idejű információk felhasználásával rövid időintervallumban valós prognózisok elkészítésére. (machine learning)
 - Ezáltal egy nivellált raktári készletet tud kezelni az egyes elemek között.
 - Ehhez az Ipar 4.0 eszköztárára van szükség.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ellátási láncok és a digitalizáció összekapcsolása megteremti a lehetőséget az értékteremtő ellátási láncok alkalmazásának, amely magában foglalja az újrahasznosítással kapcsolatos tevékenységeket is. Egy ilyen bonyolult kialakítású és funkciójú rendszernél meghatározó szerepet játszanak a működéssel kapcsolatos időbeni döntések. A döntéseknek nemcsak az időbeli része számít, hanem nagyon lényeges a döntés megfelelősége is. Az értékteremtő ellátási láncok működtetésénél meghatározó szerephez jutnak a klaszterek, amelyek magukban foglalják a kis- és középvállalatokat, nagyvállalatokat, valamint a működéshez szükséges tudásbázist biztosító intézményeket. Természetesen ilyen típusú tökéletesen működő rendszerek a valóságban nem léteznek. Jelenleg a logisztika területén a logisztikai rendszerek működtetésével kapcsolatos minőségi paraméterek megvalósulásának kérdése létfontosságú. Amennyiben ezeket a paramétereket nem tudjuk biztosítani, abban az esetben a logisztikai rendszer nem az elvárásoknak megfelelően működik és jelentős veszteségekkel üzemel. Ezek a veszteségek nemcsak a logisztikai rendszerre vonatkoznak, hanem jelentős hatást gyakorolnak az egész értékteremtő láncra, a beszállítástól kezdve a termelésen és elosztáson át az újrahasznosításig. A logisztikai rendszer nem megfelelő működése egyértelműen kapcsolatban van a nem megfelelő időben, és a nem megfelelő helyen hozott nem megfelelő döntésekkel. Ezek javíthatóságát egyértelműen az anyag- és információáramlási rendszerben alkalmazott digitális eszközök felhasználása teszi lehetővé. Az általam vizsgált digitalizált értékteremtő folyamatok a gazdaság alapjait szolgálják, aminek egyik alapfeltétele a megfelelő időben, megfelelő helyen hozott megfelelő döntések. Az elvégzett kutatásaim ezt támasztják alá, és az is kiderült, hogy ezek a folyamatok a változó igények miatt folyamatos fejlesztéseket igényelnek.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

I. Tézis

Kidolgoztam a modelljét az új típusú elosztási láncnak, amely a szakirodalom feldolgozása és értékelése alapján túlmutat az eddig alkalmazottakon [S5, S10].

- a) Klaszterhálózat, amely központosított digitális integrátorként funkcionál.
- b) Az információk a digitális integrátor alkalmazásával központilag kezeltek. Ezen információk alapján a klaszter tudásbázisra alapozva történnek a rendszer működésével kapcsolatos döntések meghozatalai adott célfüggvények alkalmazásával.

II. Tézis

A kidolgozott modell felhasználásával definiáltam az új típusú elosztási lánc építőelemeit és ezek kapcsolati rendszereit, valamint meghatároztam az ellátási lánc építőelemeinek főbb logisztikai paramétereit [S10].

III. Tézis

Kidolgoztam egy értékelési modellt, amely azonosítja a rizikófaktorokat, azok nagyságrendjét és a rizikófaktorok kiértékelésére alapozva keresi a klaszter kapcsolatrendszerének optimális működését. Ez a módszer új típusú optimumkeresést jelent ennél a feladatnál [S7, S9].

IV. Tézis

Az értékteremtő ellátási láncok logisztikai rendszereinek működésénél alátámasztottam a digitalizáció nyújtotta lehetőségek kiaknázásának fontosságát, mivel a digitalizáció nyújtotta valós idejű döntések csökkentik az értékteremtő láncok rizikófaktorainak hatásait [S9].

6. SUMMARY

The connection of supply chains and digitalisation creates the possibility of the application of value-creating supply chains, which also includes activities related to recycling. For a system with such a complex design and function, the timing decisions regarding the operation play a decisive role. Not only the time part of the decisions matters, but the appropriateness of the decision is also very important. In the operation of value-creating supply chains, clusters, which include small and medium-sized companies, large companies, and institutions that provide the knowledge base necessary for cultivation, play a decisive role. Of course, perfectly functioning systems of this type do not exist in reality. Currently, in the field of logistics, the issue of the implementation of quality parameters related to the operation of logistics systems is vital. If we cannot provide these parameters, in that case the logistics system does not work as expected and operates with significant losses. These losses not only apply to the logistics system, but have a significant impact on the entire value chain, from delivery to production and distribution to recycling. Inadequate functioning of the logistics system is clearly related to inappropriate decisions made at the inappropriate time and in the inappropriate place. Their improvement is clearly made possible by the use of digital tools used in the material and information flow system. The digitized value-creating processes I examine serve the foundations of the economy, one of the basic conditions of which is the right decisions made at the right time and in the right place. My research supports this, and it also turned out that these processes require continuous improvements due to changing needs.

7. NEW SCIENTIFIC RESULTS

I. Thesis

I developed the model of the new type of distribution chain, which, based on the processing and evaluation of the literature, goes beyond the ones used so far [S5, S10].

- a) Cluster network that functions as a centralized digital integrator.
- b) The information is managed centrally using the digital integrator. On the basis of this information, decisions related to the operation of the system are made based on the knowledge base of the cluster using specific target functions.

II. Thesis

Using the developed model, I defined the building blocks of the new type of distribution chain and their connection systems, as well as defined the main logistics parameters of the building blocks of the supply chain [S10].

III. Thesis

I have developed an evaluation model that identifies the risk factors, their magnitude, and based on the evaluation of the risk factors, looks for ways to optimize the connection system of the cluster. This method represents a new type of optimum search for this task [S7, S9].

IV. Thesis

In the operation of the logistics systems of value-creating supply chains, I supported the importance of exploiting the opportunities offered by digitization, as the real-time decisions provided by digitization reduce the impact of risk factors in value chains [S9].

8. IRODALOMJEGYZÉK

8.1 Értekezés témakörében használt saját publikációk

- [S1] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: The relations of globalisation to logistics. *Advanced Logistic Systems* Vol. 7, No.2 (2013) HU ISSN 1789-2198, pp: 103-108.
- [S2] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: The sensibility inspection of supply chains based on logistics aspects. In: Kékesi, Tamás (szerk.): 28th microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolci Egyetem, 2014. Paper: C1_5
- [S3] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Role of Artificial Intelligence in Supply Chain. *Academic Journal of Manufacturing Engineering* 19:1 pp. 75-79. (2021)
- [S4] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Important steps in purchasing process. *Advanced Logistic Systems* Vol. 11, No.1 (2017) HU ISSN 1789-2198, pp: 77-83.
- [S5] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Logistic networks in cluster organisation. In: Kékesi, Tamás (szerk.) *MultiScience - XXXIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference*, Miskolci Egyetem, 2019. Paper: C2-8, 6 p.
- [S6] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Theory and concept of cluster. In: *Universidad Central de Las Villas (szerk.) 10th International Conference of Mechanical Engineering COMEC 2019: 5th Symposium of Quality Management & Logistics*, Santa Clara, Kuba, 2019. Paper: 2_8
- [S7] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Supplier ranking and possible mistakes in the purchasing process. In: *Universidad Central de Las Villas (szerk.) 10th International Conference of Mechanical Engineering COMEC 2019: 5th Symposium of Quality Management & Logistics*, Santa Clara, Kuba, 2019. Paper: 2_1, 7 p.
- [S8] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Introduction of a Hungarian Automobile Cluster and Industry 4.0. In: *Universidad Central de Las Villas (szerk.) 10th International Conference of Mechanical Engineering COMEC 2019: 5th Symposium of Quality Management & Logistics*, Santa Clara, Kuba, 2019. Paper: 1_6, 8 p.
- [S9] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Role of clusters in automobile industry. In: *Universidad Central de Las Villas (szerk.) 10th International Conference of Mechanical Engineering COMEC 2019: 5th Symposium of Quality Management & Logistics*, Santa Clara, Kuba, 2019. Paper: 1_4

- [S10] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Új értékteremtő láncok a logisztikában. In: Barabás, István (szerk.) XXX. Nemzetközi Gépészeti Konferencia - OGÉT 2022. Kolozsvár, Románia : Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), 2022. pp. 288-292.
- [S11] Borodavko, B., Illés, B., Bányai, Á.: Importance of Cluster Organization in Automobile Industry. In: Schenk, M. (szerk.): 12th International Doctoral Students Workshop on Logistics, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2019. pp. 81-86.

8.2 Értekezés témakörében használt további publikációk

- [1] Mazareanu, E. Global Air Traffic—Scheduled Passengers 2004–2021. Statista. <https://www.statista.com/>
- [2] Ellwood, W.: A globalizáció. HVG Kiadó Rt., Budapest, 2003.
- [3] Cselényi J., Illés B.: Logisztikai rendszerek. Miskolci Egyetemi Kiadó. 2004.
- [4] Cselényi J., Illés B.: A logisztika fejlődése a globalizált világban. Észak-Magyarországi Gazdaság, Kultúra és Tudomány. Vol. 7. 2003. pp. 2-6.
- [5] Weber, J., Bacher, A., Groll, M.: Balance Scorecard – Eignung des Ansatzes für das Supply Chain Management. Management und Controlling von Einkauf und Logistik – Deutsche Betriebswirte Verlag, 2003.
- [6] Buscher, U. Kostenorientierte Planung logistischer Zulieferer – Abnehmer- Beziehungen. Management und Controlling von Einkauf und Logistik – Deutsche Betriebswirte Verlag, 2003.
- [7] Jünemann, R.: Materialfluß und Logistik – Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989.
- [8] Kagermann H., Wahlster W., Helbig J.: Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft e.V., Berlin, 2013.
- [9] Wagner Gy.: Építőelemes berendezések felhőalapú számítógépes tervezése különös tekintettel a szállítószalagokra, PhD értekezés, Miskolci Egyetem, 2023.
- [10] Illés, B., Glistau, E., Machado, N. I. C.: Logisztika és Minőségmenedzsment. Miskolc, 2007. ISBN 978-963-87738-0-7
- [11] Ziems, D.: Technische Logistik I. und II. Vorlesungsmaterial, Otto-von-Guericke- Universität, Magdeburg, 2004/2005.

-
- [12] Bodoróczy J.: A logisztika története. Hadmérnök, IX. évfolyam 4. szám, 2014. december
- [13] NATO logisztikai kézikönyv - NATO Logisztikai Vezetők Értekezletének Titkársága, NATO Központ Brüsszel, 1997.
- [14] George Cyrus Thorpe - Pure Logistics: The Science of War Preparation (Franklin Hudson publishing Co., 1917.
- [15] Piekenbrok D.: Gabler Kompakt-Lexikon Volkswirtschaftslehre. Gabler GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.
- [16] Weber, J., Baumgarten, H.: Handbuch Logistik. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999.
- [17] Chikán A., Demeter K.: Értéktérmentő folyamatok menedzsmentje. Közgazdasági és Jogi Kiadó. Budapest. 2004.
- [18] Szegedi Z., Prezenszki J.: Logisztika-menedzsment. Kossuth Kiadó, 2005., ISBN 9630947773
- [19] Pfohl, H.C.: Marketing-Logistik. Distribution-Verlag, 1972.
- [20] Jetzke, S.: Grundlagen der modernen Logistik: Methoden und Lösungen. Carl Hanser Verlag, München, 2007.
- [21] Halászné Sipos E.: Logisztika - Felvetések, példák, válaszok. Magyar Világ Kiadó, Budapest, 1998.
- [22] Plowman, E.G.: Lectures on Elements of Business Logistics. Stanford University, Graduate School of Business, Stanford, 1964.
- [23] VDI 3600 - Processes and process orientation in production logistics - Example: Automotive Industry. Engl. VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik, 2001-08.
- [24] Christopher, M.: Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks, London: FT Prentice Hall, 2005.
- [25] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E.: Managing the Supply Chain: The Definitive Guide for the Business Professional. McGraw-Hill, New York, 2004.
- [26] Kearney, A.T.: Insight to Impact. Results of the fourth quinquennial european logistics study. European Logistics Association, Brüssel, 1999.
- [27] Pfohl, H.C.: Logistikmanagement - Konzeption und Funktionen. Springer-Verlag GmbH, 2021.
- [28] Goldmann S. L., Nagel R.L.: Management, technology and agility: The emergence of a new era in manufacturing. International Journal of Technology Management, 8., 1993.
- [29] Dove, R.: The meaning of life and the meaning of agile. Production 106 (11) 14-15, 1994.
- [30] Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik: Mit best Practice im Supply Chain Management zur Optimierung der Wertschöpfungskette. Studie, BME, 2000.
-

-
- [31] 33. Dortmunder Gespräche: Zukunftskongress Logistik, Conference presentations, 2015. Dortmund, September, 8-9.
- [32] Illés, B., Trohák, A., Bíró, Z.: Can message filter algorithms for remote diagnostics of vehicles, *APPLIED MECHANICS AND MATERIALS* 309: pp. 213-220., 2013.
- [33] Bányai, T., Konyha, J.: Sensor networks for smart manufacturing processes. *Solid State Phenomena* 261:456-462, DOI:10.4028/www.scientific.net/SSP.261.456
- [34] Liker, J.K.: *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education, 2004.
- [35] Hompel, M.: *Logistik 4.0 – Vorlesungsmaterial*. Fraunhofer Institut, IML, Universität Dortmund, 2017.
- [36] Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség: *Ipar 4.0 - Iparfejlesztési stratégia*. Budapest, 2017. június 21.
- [37] Chang, C.: *Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain*. McKinsey & Company, October 27, 2016.
- [38] Balte, M.: *Artificial Intelligence (AI) in Supply Chain Planning: The future is here and now*. *European Business Review*, January 10, 2020.
- [39] Banker, S.: *20 Things To Know About Artificial Intelligence For Supply Chain Management*. *Forbes*, January 1, 2019.
- [40] Benton, L.: *6 Ways AI is Impacting the Supply Chain*. *Beyond Supply Chain*, September 27, 2018
- [41] Bibaud-Alves, J., Thomas, P., Bril, H.: Demand forecasting using artificial neuronal networks and time series: Application to a French furniture manufacturer case study. *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Computational Intelligence 2019*, 502-507.
- [42] Sridharan, S.: *Research Overview: Artificial Intelligence - A Guide To Navigating Our AI Technology Research Portfolio*. *Forrester*, May 20, 202.
- [43] Miller, P., Pelino, M.: *The Internet Of Things Delivers Value Throughout The Supply Chain*. *Forrester*, February 23, 2021.
- [44] Bányai, T. Illés, B., Bányai, Á.: *Smart scheduling: An integrated first mile and last mile supply approach*. *Complexity*, 2018. Article ID 5180156
- [45] Jentzsch, A., Janda, J., Xu, G., Wiedenhoff, P., Girisch, A.: *How New Technologies Are Transforming the Industry*. *Boston Consulting Group*, October 17, 2019.
- [46] Kollár F.: *Hálózati és klasztermenedzsment ismeretek*. TIKKI – D.A.R. projekt, Vállalkozásfejlesztési tananyag, 2012.
- [47] Imreh Sz., Lengyel I.: *A kis- és középvállalkozások regionális hálózatainak főbb jellemzői. Ipari parkok fejlődési lehetőségei* :
-

- regionális gazdaságfejlesztés, innovációs folyamatok és klaszterek, SZTE GTK, JATEPRes, Szeged, 2022. ISBN 963-482-589-3
- [48] Illés B.: A logisztika szerepe a globalizált világban. Az EU csatlakozás a gyakorlatban. II. Közgazdász Napok. Miskolc. 2004.
- [49] Kocziszky Gy.: Hálózati modellek felépítése. Miskolc, 2007.
- [50] Nagy Z.: Beszállítói hálózatok építése. Miskolc. 2007.
- [51] Prezenszki J.: Logisztika I., Budapest, BME Mérnöktovábbképző Intézet, 2004.
- [52] Trembeczky L.: A globalizáció és logisztika kapcsolata. Bolyai Szemle, 2004.
- [53] Misztina P.: Logisztikai beszállítói szintek matematikai modellezése. Miskolci Egyetem, 2017.
- [54] Illés B.: Virtuális vállalatok és hálózatok alkalmazása a szolgáltatási logisztikai feladatok megoldásában. In: MLBKT 15. kongresszus: Az idő, mint piaci sikertényező az ellátási láncban 2007. pp. 88-94.
- [55] Porter, M.E.: Competitive Advantage. The Free Press, 1985. ISBN 0029250900
- [56] PwC: How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solutions. Global Digital Operations Study 2018.
- [57] Illés B., Tamás P., Dobos P., Skapinyecz R. New Challenges for Quality Assurance of Manufacturing Processes in Industry 4.0 Solid State Phenomena ISSN: 1662-9779, Vol. 261, pp 481-486, 2017.
- [58] Pfohl, H.-Cr., Supply Chain Management: Konzept, Trends, Strategien. Berlin: Erich Schmidt, ISBN 3-503-05889-3
- [59] Mussomeli, A., Neier, M., Takayama, B., Sniderman, B., Holdowsky, J.: Building a cognitive digital supply network- Augmenting automation in an AI world. Deloitte Insights, 2019.
- [60] TRACC 2020: Report, 2020.
- [61] Accenture: Impact on the Automotive Industry: Navigating the Human and Business Impact of COVID-19. <https://www.accenture.com/us-en/insights/automotive/future-automotive-sales>
- [62] Boudette, N. E., Bennett J.: Pigment shortage hits auto makers. Wall Street Journal. 26 March 2011.
- [63] Eckert, V.: Does renewables pioneer Germany risk running out of power? Reuters, 19. July 2019.