

MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



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

PhD értekezés

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.

Nyilatkozat

Alulírott Borodavko Beáta kijelentem, hogy ezt a doktori értekezést magam készítettem és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem. A dolgozat bírálatai és a védésről készült jegyzőkönyv a későbbiekben, a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának Dékáni Hivatalában lesz elérhető.

Miskolc, 2024. október 28.

Borodavko Beáta

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet és hálámat mindazoknak, akik támogatásukkal hozzájárultak az értekezés elkészítéséhez. Különösképpen szeretnék köszönetet mondani tudományos vezetőmnek, Dr. Illés Béla Professzor Úrnak, akinek szakmai iránytatása és erkölcsi támogatása nélkülözhetetlen segítséget jelentett a kutatómunkám sikeres elvégzéséhez. Ugyancsak köszönetemet fejezem ki Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágotának, aki társtémavezetőként támogatta a kutatómunkámat.

Szeretném megköszönni a Logisztikai Intézet teljes kollektívájának a tőlük kapott szakmai és erkölcsi támogatást. Továbbá szeretném megköszönni a Gépészmérnöki és Informatikai Kar, valamint a Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola vezetőségének, hogy nekem, mint már nem pályakezdő szakember számára lehetőséget biztosítottak a magas szintű kutatómunka elvégzésére. A munkámban emellett lényeges és több szempontból meghatározó segítséget jelentett, hogy támaszkodhattam a Logisztikai Intézet széleskörű nemzetközi és ipari kapcsolatrendszerére. Nagyon hálás vagyok azért, hogy részt vehettem a magdeburgi Otto von Guericke Egyetem Doktorandusz Fórumain, valamint a Santa Clara Marta Abraeu Egyetem konferenciáin, ahol lehetőségem volt több alkalommal előadást tartani és kutatási eredményeimet a konferencia kiadványokban publikálni.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak, akik mindvégig bíztattak és mellettem álltak az elvégzett munka során.

Témavezetői ajánlás

Borodavko Beáta „A beszállítói hálózatok optimalizálása az Ipar 4.0 eszközeivel a klaszter hálózatokra vonatkozóan” című PhD értekezéséhez

Borodavko Beáta a Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerületéhez kapcsolódóan folytatta PhD tanulmányait. Kutatásai során az ellátási láncok, klaszterek és Ipar 4.0 megoldások a logisztikában témakörök kapcsolódási rendszereit vizsgálta.

A kutatási téma iránti érdeklődése már hallgató korában is megnyilvánult, hiszen közgazdászként is komoly érdeklődést mutatott a logisztika tématerülete iránt, ezért a későbbiekben a mesterképzésben is logisztikai menedzsment szakon folytatta tanulmányait. Több éves gyakorlati logisztikai ismereteket szerzett nagy nemzetközi vállalatok németországi székhelyein töltött munkavállalói tevékenysége által (Robert Bosch GmbH Karlsruhe, Mercedes Benz GmbH Stuttgart, stb.). A logisztikában és az iparban szerzett gyakorlati ismeretekre, valamint tanulmányai során a logisztikában és informatikában tanultakra alapozva készítette disszertációját.

Borodavko Beáta nagy munkabírási, érdeklődő, motivált hallgatóként végezte PhD tanulmányait. A Logisztikai Intézet tevékenységébe aktívan bekapcsolódott, ötleteivel, javaslataival hozzájárult az intézeti kollektíva sikeres kutatási tevékenységéhez. Kutatási eredményeit hazai és nemzetközi konferenciákon és folyóiratokban publikálta.

Az értekezés Borodavko Beáta önálló kutatási eredményeit tartalmazza és minden szempontból megfelel a Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola szabályzatában előírt követelményeknek.

A fentiek alapján a jelölt számára a PhD cím odaítélését messzemenően támogatjuk.

Miskolc, 2024. október 30.

Prof. Dr. Illés Béla
témavezető

Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágota
társtémavezető

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	7
2. Kutatási téma ismertetése, indokoltsága	9
3. Klasztereken alapuló ellátási láncok működésében előforduló problémák feltárása.....	12
3.1 Problématerületek általános megfogalmazása	12
3.2 Problématerületek az ellátási láncon belül.....	13
4. A disszertáció célkitűzése	16
5. A kutatás módszertana	18
6. A szakirodalom áttekintése	20
7. Az irodalomkutatás során meghatározott cikkek szakmai tartalmának elemzése	24
7.1 A logisztika fogalomköre	24
7.1.1 Történeti háttér.....	24
7.1.2 A logisztika szakirodalmi megfogalmazása	25
7.1.3 A logisztika 5M, 7M, 9M megfeleléségi elve	27
7.1.4 Logisztikai folyamatok osztályozása	28
7.1.5. Ellátási láncra vonatkozó szakirodalmi megfogalmazások	30
7.1.6. Ellátási lánc sikerességének kulcsa	31
7.1.7. Logisztika és az ellátási lánc közti kapcsolat.....	33
7.2 Ipar 4.0 fogalomköre	36
7.2.1. Történeti háttér.....	36
7.2.2. Az Ipar 4.0-nál alkalmazott eljárások és eszközök.....	38
7.2.3 Mesterséges intelligencia kategóriái	40
7.2.4. Mesterséges intelligencia (MI) és digitalizáció felhasználási területei	41
7.3 Klaszter és hálózati együttműködések.....	42
7.3.1. Klaszter fogalma.....	43
7.3.2. Klaszter szerveződések	43
7.3.3. A klaszter kialakításának célja.....	44
7.3.4 Hálózati modellek.....	45
7.3.5. Egy beszállítói klaszter szervezet logisztikai rendszere	48
8. Új típusú értékteremtő láncok beszállítói hálózatának logisztikai modellje.....	49
8.1 A logisztikai értékláncok meghatározása és feladatai	49
8.2 Az általam kidolgozott logisztikai ellátási láncok komplex modellje.....	50
8.3. Klaszter alapú új értékesítési hálózat modelljének építőelemei és ezek funkciói .	53

8.3.1. Digitál integrátoron alapuló klaszter működési algoritmus	55
8.3.2. Új típusú digitál integrátorral vezérelt klaszter modell résztvevői	56
8.4 Optimalizált digitális klaszter integrál által vezérelt lánc feltételei, lehetőségei	65
9. A kidolgozott modell vizsgálata rizikófaktorok alapján	69
9.1 Az alkalmazott matematikai modell leírása	69
9.2 Az alkalmazott módszer matematikai leírása	70
9.3 Példa a módszer alkalmazására	74
10. Az eredmények reflektálása és javaslatok ipari alkalmazásokhoz	81
10.1 Az eredmények reflektálása	81
11. Összegzés	85
12. Summary	86
13. Az értekezés tézisei	87
14. New scientific thesis	88
15. Irodalomjegyzék	89
15.1. Értekezés témakörében használt saját publikációk	89
15.2. Értekezés témakörében használt további publikációk	90
16. Mellékletek	94

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.

A doktori értekezésem a kutatási téma ismertetésével, a választott tématerület időszerűségének bemutatásával kezdődik. A bevezető fejezetet követően a második fejezet a disszertáció

témájának indokoltságát ismerteti, beleértve a gazdasági és társadalmi aktualitást. A harmadik fejezetben feltárom a klasztereken alapuló ellátási láncok tevékenységében előforduló problémákat. A problémák meghatározását követően a negyedik fejezetben megfogalmazom a kutatási munkám során kitűzött célokat és a célokkal kapcsolatos releváns kérdéseket, amelyeket figyelembe veszek a célok elérése során. Az ötödik fejezetben a kutatási tevékenység módszertanát ismertetem.

A hatodik fejezet tartalmazza a szakirodalom kutatás áttekintését és összefoglalóját. A hetedik fejezet részletesen kitér a szakirodalom feldolgozására a témakörömhöz kapcsolódóan. Ez a fejezet három alfejezetre tagolódik, amely a három érintett és egyben a kutatási területhez szorosan kapcsolódó irodalomfeldolgozás. Az érintett területek közé tartozik a logisztika és az ellátási láncok fejlődése, az Ipar 4.0 eszköztárának ismertetése, valamint a hálózati klaszter együttműködés feltételeinek bemutatása.

A nyolcadik fejezetben kerül bemutatásra az új típusú értékteremtő láncok elemei, résztvevői, felépítése és lehetőségei. A kilencedik fejezet részleteiben kitér az ellátási láncra vonatkozó rizikók ismertetésére. Bemutatásra kerül az alkalmazott matematikai módszer a rizikók felismerésére, osztályozására és értékelésére, illetve a módszer matematikai levezetése egy konkrét esettanulmány és példa alapján.

A tizedik fejezet összefoglalja a matematikai elemzések alapján kapott eredményeket, és javaslatokat fogalmaz meg a vállalati, ipari alkalmazásokhoz. A tizenegyedik fejezet az összefoglalás, a tizenkettedik fejezet az angol nyelvű összefoglalás. A tizenharmadik fejezet tartalmazza a téziseket.

2. Kutatási téma ismertetése, indokoltsága

2020-ban az ellátási lánc menedzsment globális piacát 15,85 milliárd dollárra értékelték, és 2026-ra várhatóan majdnem 31 milliárd dollárt fog elérni [1]. Ez újszerű logisztikai és beszerzési szolgáltatásokat hoz létre.

De mielőtt elemezném a globalizáció és a logisztika kapcsolatát, előtte tisztázzuk pontosan mit is jelent az a fogalom, hogy globalizáció. Ha röviden szeretnénk leírni, akkor a következőképpen foglalhatjuk össze: A globalizáció lényegében összefogja a világ különböző kultúráit, gazdaságát és infrastruktúráját. Ez a jelenség a demokratizálódás, a transznacionális beruházások és a kommunikációs technológiák terjedése által megy végbe [2].

Jelentős számú szakirodalom áttanulmányozása alapján megállapítottam, hogy napjaink fejlődési irányvonalát a következők jellemzik a gazdaság és logisztika területén. Ezek a következők:

- globális beszerzési, ellátási piacok alakulnak ki,
- a termelés globalizálódik, amelyet az jellemez, hogy különböző helyeken található különböző vállalati tevékenységek [3],
- globalizált termelés és globalizált szolgáltatás működésének alapvető feltételei a globalizált ellátási láncok megléte,
- egy-egy vevői igény a globalizált világban különféle módon elégíthető ki, amely azt jelenti, hogy különböző költséggel és különböző átfutási idővel valósulhat meg,
- a kiberfizikai rendszerek és a mesterséges intelligencia nagy mértékben segíti a globalizált ellátási láncok működését.
- globalizált információs hálózatok szükségesek a működéshez,
- globalizált termelési folyamatok elválaszthatatlanok a globális üzleti folyamatoktól.

Sok vállalat számára a piacok globalizációja és liberalizációja nagyon komoly versenyhelyezettséghez vezet. A vállalatok úgy érzik, hogy kénytelenek alapvető kompetenciáikra összpontosítani [4]. Ennek során tevékenységük középpontjába azon feladatok elsajátítását helyezik, amelyek a vállalat specifikációjához a legjobban alkalmazkodnak. Azon folyamatok esetében, amelyek nem képezik részét a tényleges alaptevékenységnek, mérlegelniük kell, hogy ezen tevékenységeket más vállalatoknak kiszervezzék [5].

A keményebb versenyfeltételek és a megnövekedett piaci követelmények miatt az egyes cégeken belüli folyamatok optimalizálása önmagában már nem elegendő. A siker érdekében és a versenyelőnyök hosszú távú biztosítása érdekében szükség van az értéklánc vállalatközi

tervezésére és irányítására. Ugyanakkor szükség van együttműködési kezdeményezésekre az értéklánc többi vállalatával. Az értéklánc mentén folytatott együttműködés a logisztikai menedzsment számára is egyre fontosabb tevékenységi körré válik [6].

Amint látható a globalizáció sokféle megközelítésből elemezhető. Hatásuk attól függően változik, hogy milyen közegben vannak jelen [S1]. Mindazonáltal mindig szükség van együttműködésre mikro- és makroszinten, sőt globális szinten is, hogy kihasználhassuk az előnyöket. A logisztikai tevékenységek napjainkban meghatározó szerepet játszanak a gazdaságban és versenyképesség növelésében [7].

A globalizáció mellett az internet elterjedése egy párhuzamos virtuális világot teremtett meg. Az adatmennyiség növekedése és az adatokat generáló és másoló fizikai objektumok növekedése annak köszönhető, hogy a valós és a digitális világ egyesül egy kiberfizikai rendszerben (CPS: Cyber Physical System), ami különösen az iparban érzékelhető. A két világ egyesülését Ipar 4.0-nak tekintjük, amely magában foglalja a CPS technikai integrálását a termelésbe és a logisztikába, valamint a dolgok internete és a szolgáltatások alkalmazását az ipari folyamatokban - beleértve az ebből származó következményeket az értékteremtésre és az üzleti modellekre [8].

A globalizáció fontos szerephez jutott a gazdaság területén az elmúlt évtizedekben. Ennek alapját a logisztika biztosította, amely megoldotta a jelentkező anyag- és információáramlási kapcsolatokat, a beszállítók, a felhasználók, a piaci és az újrahasznosítási szereplők között. A logisztika segítségével lehetséges a globalizált gazdaságban a széles és gyorsan változó termékstruktúra, rövid életciklusú termékek, csökkenő termelési mélység és make or buy kérdésének kezelése. Ebben a folyamatban meghatározó szerepet kaptak a különböző ellátási láncok, az abban szereplő különböző vállalattípusok (multinacionális és nagyvállalatok, KKV-k) és a vállalaton belüli, illetve a külső ellátási láncban jelentkező logisztikai feladatok.

Napjainkban a logisztikai többek között azért került meghatározó szerepbe a gazdaság területén, mert a logisztikai tevékenységek megoldásai alapvetően befolyásolják a vállalatok gazdasági helyzetét, a piacon elfoglalt pozíciójukat, a piaci versenyhelyzet alakulását. A logisztikai tevékenységek, valamint az ellátási láncok szorosan kapcsolódnak az értékteremtő folyamatokhoz, illetve az értékteremtő láncokhoz. Gyakran előfordul, hogy egy adott termék piacon történő árának meghatározásánál a logisztikai költségek jelentősebbek, mint a technológiai költségek. A versenyhelyzetben fontos paraméterek egy adott termék életében az előállítással kapcsolatos technológiák mellett, a felhasznált logisztikai kapacitások. Ezek a kapacitások alapvetően két részből tevődnek össze: az anyagáramlással kapcsolatos

kapacitások, és az információáramlásra vonatkozó kapacitások. A logisztikai költségek alakulásában meghatározó szerepet játszanak nem csak a rendelkezésre álló logisztikai kapacitások, hanem a logisztikai tevékenységek végrehajtásának minőségbiztosítási kérdései is. A logisztikai teljesítmények mennyiségi paraméterei mellett egyre inkább meghatározóvá válnak a logisztikai folyamatok minőségi paraméterei. Ezen témakörben, még jelentős tartalékok találhatók a logisztikai folyamatokban, vagyis lényeges fejlesztéseket lehet végrehajtani a logisztikai tevékenységek minőségének fokozása szempontjából [S2].

Mindezek alapján megállapítható, hogy az optimálisan működtetett ellátási láncok a klaszterek nyújtotta előnyök, valamint az Ipar 4.0 nyújtotta intelligens, okos eszközöknek a felhasználásával alapvetően meg fogja határozni az elkövetkező időszakban a gazdaság és a társadalom fejlődési irányát. Az előzőekben leírtak indokolják, hogy a köztük fennálló kapcsolatokat feltárjam és megadjam a bennük lévő lehetőségeket a jövő gazdasága számára.

3. Klasztereken alapuló ellátási láncok működésében előforduló problémák feltárása

A vevői igények kielégítése a gazdaság területén minden esetben elsődleges szerepet játszik és összefügg a versenyképességgel. Természetesen kiemelten kell kezelni a költségeket és a termékek, illetve szolgáltatások minőségét is. Egy beszállítói hálózat tagja a klaszter szervezeteken belül sok kihívással szembesül, ha nem rendelkezik a megfelelő felkészültséggel a mai digitális világ versenypályáján. A következő részben megfogalmazásra kerül a problématerület egyértelmű lehatárolása.

3.1 Problématerületek általános megfogalmazása

2009-ben, az általam végzett primer kutatás alapján több hazai vállalatot kérdeztem meg, hogy milyen problémákat és hiányosságokat látnak egy klaszterszervezet működése során. Az eredményeket 2009. május 20-án a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Kereskedelmi és Iparkamara által szervezett gazdaságtudományi konferencián előadás keretében ismertettem. A konferencián ismertetett eredményekből azokat az elemeket emelem ki, amelyek a mai napig is igazolva látszanak, mint problémaforrások. A Német Gazdasági Kamara is végzett az én kutatásommal egyező felmérést, a németországi klaszterekre vonatkozóan, és ezek a kutatások is alátámasztják a megállapításaimat a problémaforrásokra vonatkozóan.

A problémaforrások a következők:

- Sok vállalat számára a problémák között kiemelt helyen található a nem megfelelően képzett logisztikai emberi erőforrás hiánya a munkaerőpiacon. A vállalatok kereslete egyre nagyobb mértéket ölt a jól képzett logisztikusok iránt.
- A kérdőíves felmérés alapján kiderült, hogy néhány bázisvállalatnál problémaként jelenik meg, hogy egyes alkalmazottak képzettségi szintje nem megfelelő a cég és az ellátási lánc elvárásaihoz. Ez esetleg egy rosszul kialakított szervezeti felépítésből eredeztethető.
- A vállalatok 40%-át érinti az a tény, hogy a versenytársakéhoz képest magasabb költséggel tud termékeket és szolgáltatásokat előállítani.
- Az ellátási láncok kialakítása különböző nehézségekbe ütközhet. Az egyes tagok anyag- és információ áramlási tevékenységeinek színvonala eltérő, különböző infrastrukturális háttérrel kerülnek be a klaszterbe.
- Nem megengedhető a klaszteren belül, hogy eltérő termékazonosítási rendszereket, információ továbbítási és feldolgozási rendszereket alkalmazzanak. Sok esetben az

ellátási lánc folyamatai még nem rendelkeznek megfelelő adatbázissal, hogy az adatok lekérdezése megfelelő gyorsasággal történjen.

- Hiányosságok megjelennek a potenciális vevők vonatkozásában is, mivel a potenciális vevők nem ismerik eléggé, vagy a digitalizáció hiányában nem rendelkeznek kellő információkkal, vagy már túl későn reagálnak a vevői igényekre a versenytársaikhoz képest.

Nagy mennyiségű adatbankok feldolgozásánál és információk továbbításához olyan logisztikai folyamatokat kell bevezetni, ami ezen feladatokat el tudja látni. De ehhez több nehezítő tényező is hozzájárul. Manapság már egy logisztikusnak nagyon rövid időn belül kell a logisztikai rendszerben történő zavarokra és problémákra reagálni. Ez megkövetel egy olyan felhasználói rendszert, ami az adatokat és a változásokat azonnal feldolgozza.

3.2 Problématerületek az ellátási láncon belül

Ha az ellátási lánc nem megfelelő digitális és automatizációs háttérrel rendelkezik, akkor számos probléma és nehézség alakul ki. A 15 éves szakmai tapasztalatomra alapozva és a kutatásom gyakorlati elemzése alapján a következő problématerületeket lehet megfogalmazni. A gyakorlati elemzés a következő kutatási módszer alapján történt.

Húsz különböző beszállító logisztikai folyamata és rendszere került górcső alá. A meglátogatott cégek nemzetközi háttérrel és erős autóiipari kötődéssel rendelkeztek. A vizsgálat során meghatározott problémák és zavarok két csoportba oszthatók: folyamatbeli problémák, illetve a rendszer jellegű zavarok. Ezen két csoport szorosan egymáshoz tartozik.

A tíz legkiemelkedőbb **folyamatbeli probléma**:

- Kevés proaktív szállítmány követés:
 - gyenge kommunikáció a szállítmányok időbeli csúszásáról a vevők felé,
 - késleltetett válaszok a vevőknek.
- Minden szállítócsomag nyomkövető rendszere különálló:
 - külön hozzáférést igényelnek,
 - nehéz megszerezni az aktuális helyzetjelentést.
- A vevői előzetes szállítási értesítések (ASN) a legtöbb ügyfél esetében nem automatizáltak:
 - több módszer van manapság ASN előállítására,
 - időigényes.

- Vonalkódolvasás manuálisan történik, és csak az ügyfelek számára érhető el:
 - a trend a több vonalkódra irányul,
 - a manuális folyamat növeli a hibák számát és megnehezíti a rendelések felgyorsítását.
- A fuvarlevél és a csomagjegyzék automatikusan generálódik a rendszeren keresztül, de a kézbesítést igazoló dokumentum csak nyomtatott formában létezik.
- Nehéz és időigényes az ügyfelek elérése.
- Korlátozott technológiai lehetőségek az OEM-ek és a forgalmazók új testreszabási követelményeinek teljesítésére.
- A jelenlegi megbízásteljesítési folyamat nem könnyíti meg a nemzeti számlák kezelését.
- A visszaküldési folyamat költséges és időigényes: a szállítmányok gyakran visszaküldési azonosító nélkül kerülnek visszaszállításra.
- Ellentmondó minőségi információk a visszaküldött anyagokról:
 - különféle formátumban vannak közölve az információk,
 - különféle anyaghasználati állapotok.

A tíz leggyakoribb rendszer jellegű probléma:

- A vevőnek nincs közvetlen online hozzáférése a megrendelt szállítmányra vonatkozóan.
- Nincs online rendszer a szállítás megfigyeléséhez és a felmerülő esetleges problémák automatikus felismeréséhez.
- Egy integrált nyomonkövetési rendszerre van szükség a különböző rendszerek összekapcsolásával, hogy egyszerűsítve és gyorsan tudjon információt szolgáltatni.
- Nincs egyetlen integrált rendszer a megfelelő előzetes szállítási értesítések (ASN-ek) automatikus, elektronikus küldésére.
- A vonalkód önálló rendszerként működik és nincs integrálva a gyártási vagy szállítási rendszerekkel.
- Nincs kapcsolat/integráció a szállító rendszereivel: nem lehet elektronikusan hozzáférni az összes szállítási bizonylathoz.
- A rendszerek nem rugalmasak ahhoz, hogy megfeleljenek az OEM-ek és a forgalmazók különféle testreszabási követelményeinek.
- A rendszerek nem rugalmasak a többszintű nemzeti számlák kezeléséhez.
- Nincsenek automatizált rendszerek, amelyek megkönnyítenék az áruvisszaküldési folyamatokat.

- Szükség van egy online rendszerre, amely az ügyfelek rendelkezésére áll az anyagok visszaküldésének támogatására, biztosítva a folytonos információáramlást.

A felvázolt problémakörök és tématerületek számos gyakorlati kérdést is felvetnek:

- A világgazdaságban a vállalatok számát tekintve meghatározó (75-80%) a kis- és középvállalatok száma, amelyek mint beszállítók kapcsolódhatnak be a világgazdasági folyamatokba. Egyik alapvető feltétele ennek a KKV-k belső logisztikai rendszerének fejlesztése az adott ellátási láncot jellemző külső logisztikai tevékenység szintjére. Nyilván a KKV-k a termelés volumenét tekintve nem olyan jelentősek, mint a számok alapján következtetni lehetne. Ugyanakkor a KKV-k jelentős mennyiségben különböző munkahelyeket teremtenek a régiók számára és meghatározzák a régiók gazdaságának színvonalát is. Ezért napjaink egyik meghatározó kérdése, hogy hogyan lehet a KKV-kat bekapcsolni az ipar 4.0 elemeivel megújuló ellátási láncokba, milyen finanszírozási lehetőségekkel és megoldásokkal lehet biztosítani a KKV-k megfelelő fejlesztését.
- Milyen szerepet töltenek be az ellátási láncon belül a klaszter szervezetek?
- Milyen értékteremtő szerepet tölt be a logisztika a hálózati szerveződésekben belül?
- Tudják-e a klaszterek úgy növelni a versenyképességet, hogy eközben javítják a régió összekapcsolt és kiszolgáló iparágainak szolgáltatásminőségét?
- Melyek a mögöttes kockázati források az ellátási láncban?
- Mely célfüggvények dominánsak az ellátási láncon belül?

4. A disszertáció célkitűzése

Az előző fejezetben megfogalmaztam a vizsgált terület alapvető problémaköreit. A feltárt problémakörökre vonatkozóan meghatározom a disszertáció célkitűzéseinek területét. Ezek a célkitűzések segítik az alapvető feladatnak 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 optimálási 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 egészítünk 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 optimálási eljárást, amely alkalmazásával új típusú minősítést végzem el a beszállítói hálózatoknak. A minősítés legfőképpen egy ellátási lánc kockázataira vonatkozik.

5. A kutatás módszertana

A kutatás módszertanának meghatározásánál alapvetően a 3. fejezetben meghatározott problémaköröket és a 4. fejezetben meghatározott célkitűzéseket vettem figyelembe.

A kutatás módszertana alapvetően az alábbi területeket foglalja magában:

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

A problématerületek ismertetésénél már kitértem arra, hogy korábban 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.

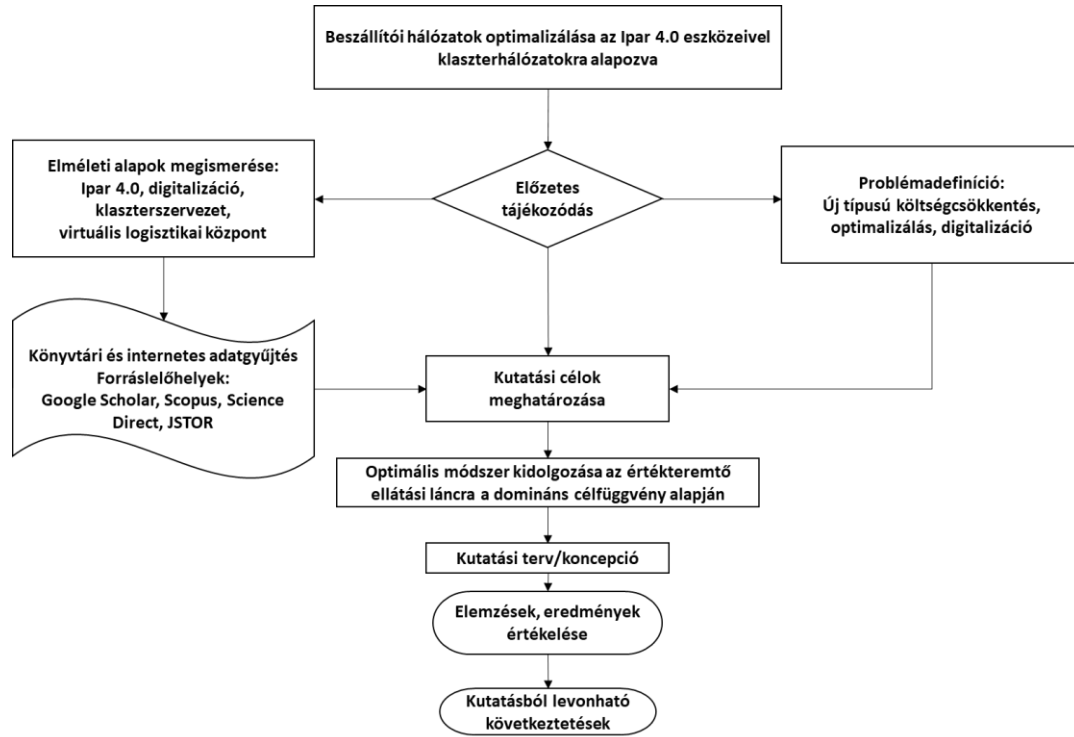
A primer kutatás alapját a következők képezték:

- Kérdőíves kutatás, több megkérdezett kis- és közepes méretű cég egy klaszter szervezetén belül (>25 cég).
- Személyes vállalat illetve gyárlátogatások, auditálások nemzetközi szinten (>30 vállalat).
- >15 éves szakmai munkatapasztalat logisztikai, gyártási, beszerzési területen. Avagy 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 (1. ábra).



1. ábra: A kutatás folyamat-modellje (saját szerkesztés)

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.

A szakirodalom feldolgozásának segítségével tudtam a későbbiekben kidolgozni azt a modellt, amely alapján a vizsgálataimat el tudtam végezni.

6. A szakirodalom áttekintése

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 táraikat tekintem. Ezek mellett megemlíthetjük még a Google Scholar és a JSTOR adatbázisokat. A hazai és nemzetközi 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>	<i>89</i>
Supplier network	12121
<i>Supplier network optimization</i>	<i>1431</i>
<i>Supplier network digitalisation</i>	<i>40</i>
Value added supply chain	2251
<i>Value added supply chain optimisation</i>	<i>196</i>
Cluster organization	31542
Industry 4.0	20947
<i>Industry 4.0 logistics</i>	<i>920</i>
<i>Industry 4.0 in Supply chain</i>	<i>1197</i>
<i>Industry 4.0 supplier network</i>	<i>69</i>
<i>Digital Supply chain</i>	<i>4144</i>

1. táblázat: Tudományos publikációk megoszlása (saját szerkesztés)

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

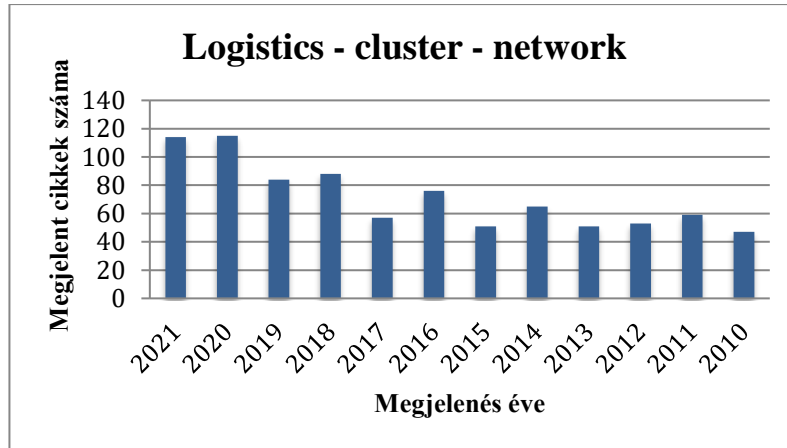
- A logisztika és logisztikai hálózatok kialakulása.
- Ipar 4.0 meghatározása, kialakulása és fontossága a logisztikai ellátási láncokon belül.

- Klaszter hálózati modellek szerepe az ellátási láncon belül.

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

Találatok száma: 1016

A kereséshez tartozó kiértékelést a 2. ábra szemlélteti.



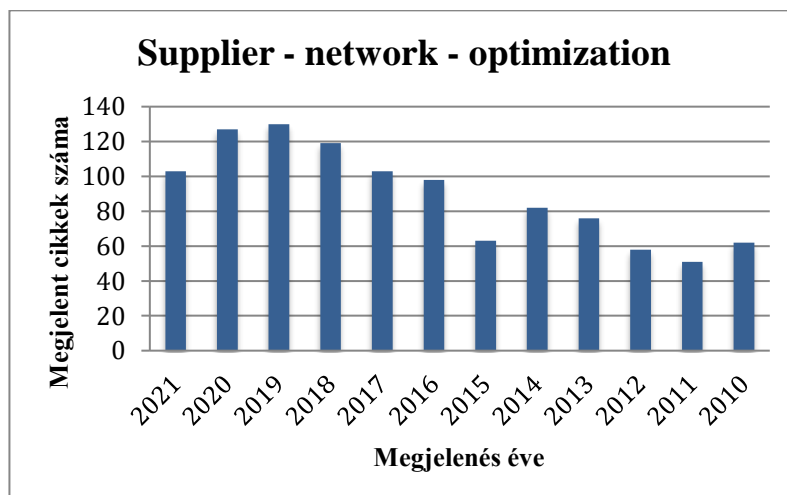
2. ábra: **Keresés 1** megjelenés éve alapján történő megoszlás (saját szerkesztés)

A 2. ábrán látható, hogy a vizsgált időszakban megjelentetett cikkek száma fokozatosan növekszik. Ez azt 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 3. ábra szemlélteti.



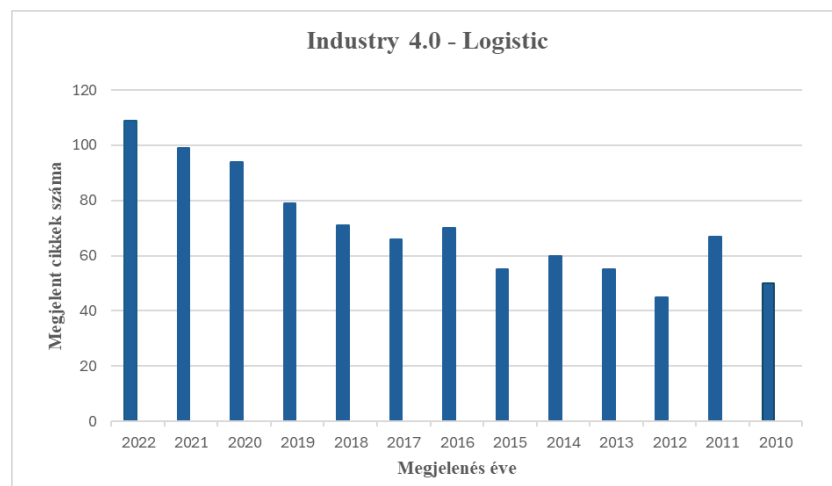
3. ábra: **Keresés 2** megjelenés éve alapján történő megoszlás (saját szerkesztés)

A 3. 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 4. ábra szemlélteti.



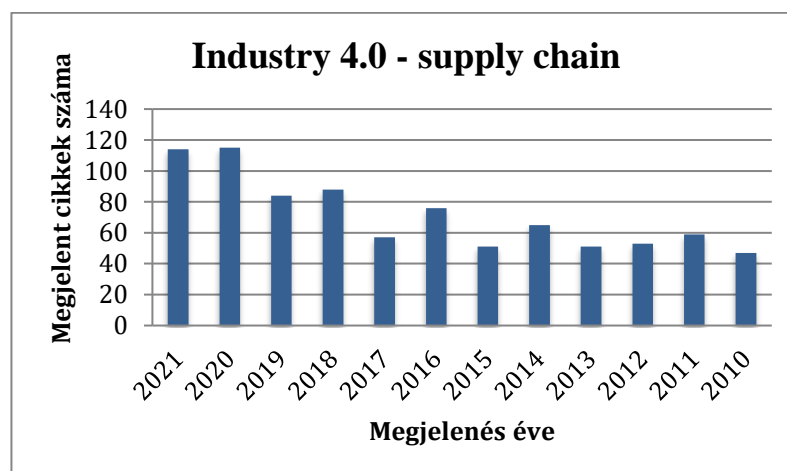
4. ábra: **Keresés 3** megjelenés éve alapján történő megoszlás (saját szerkesztés)

A 4. 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 az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra: **Keresés 4** megjelenés éve alapján történő megoszlás (saját szerkesztés)

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

A 2-5. 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 a következő fejezetben fogom a cikkek egyedi vonatkozásaiban elemezni, értékelni.

7. Az irodalomkutatás során meghatározott cikkek szakmai tartalmának elemzése

A fejezetben vizsgált szakmai témakörök a következők:

- a logisztika fogalomköre,
- az Ipar 4.0. fogalomköre,
- klaszterek és hálózati együttműködések.

7.1 A logisztika fogalomköre

A logisztika meghatározásához szükséges átnézni a mértékadó szakirodalmat, valamint a logisztika történeti fejlődését. Ebben a fejezetben a logisztika fogalomtárát mutatom be. Elsődlegesen ismertetem a logisztika kialakulásának történetét, illetve a funkcióterületek fejlődésének ívét.

7.1.1 Történeti háttér

kr.e. 3000: A logisztika története visszavezethető egészen az időszámításunk előtti időszakig. Már az antik görög korban is létezett az a szó, hogy logisztika. A logisztika visszavezethető a görög „logos“ szóra. Eredeti jelentése előre számítás, előre kigondolás, értelmezés. De formailag a görög, latin, és francia „logo“, „logik“ és „loger“ szavakból is levezethető [10].

kr.e. 146 - kr.u. 330: Az ókori világ legjobbjának a római ellátás szervezést tartották. A logisztikai feladatok főként az állami és katonai területeken voltak, mint ellátmány beszerzés, élelmiszerkészletezés illetve a hadi felszerelések szállítása (sátrak, fegyverek, személyes csomagok) a hadjárat során [11].

kr.u 330 - 1453: A bizánci császárság korában a logisztika a hadi feladatok teljes ellátására terjedt ki. „A logisztika dolga, hogy a hadsereget zsolddal ellássa, a feladatnak megfelelően felfegyverezze és elossza, védelmi és harci eszközökkel felszerelje a hadművelet minden igénye szerint, időben és jól.“ Idézet VI. Leó bizánci császárnak “A háború művészetének összefoglaló magyarázata” című művéből.

XVII. század: az első magyar vonatkozású írások a logisztikával kapcsolatban először Zrínyi Miklós katonai műveiben voltak felfedezhetők. (Tábori kis tracta, A török áfium ellen való orvosság). Ezekben az értekezésekben a logisztikai feladatok szintén a katonai feladatokkal lettek azonosítva [12]. A feladatok közé tartoztak a hadseregek megszervezése és a táborok kialakítása.

1815: United States Army's Springfield, ahol már katonai vezetők lettek kinevezve az üzemi logisztikai feladatok ellátására [13].

1955-ben először jelent meg a logisztika a hadi tevékenységek után a gazdasági területén és elkezdődtek az első kutatási munkák ezen témában [14, 15].

1970 óta a logisztika tudománnyá fejlődött és a mérnöki tudományterületek egyik interdiszciplináris kutatási ága [16]:

- 1970- automatizált, anyagáramlási technikák,
- 1980- logisztika mint keresztmetszeti funkció a vállalatnál,
- 1990- folyamatláncok és értékteremtő láncok felépítése és optimalizálása [17],
- 2000- globális hálózatok felépítése és optimalizálása.

7.1.2 A logisztika szakirodalmi megfogalmazása

A logisztikát napjainkban a kutató és gazdasági szakemberek a következőképpen definiálják

- „Az emberek és / vagy áruk mozgásának és elhelyezésének megtervezése, végrehajtása és ellenőrzése, valamint az ezzel a mozgással és elhelyezéssel kapcsolatos támogató tevékenységek egy olyan rendszeren belül, amely bizonyos célok elérését célozza meg.” [3].

- „Logisztika nélkül nem működik semmi.“ (Magyar Logisztikai és Beszerzési Társaság)

Az Egyesült Államok Logisztikai Mérnöki Társasága a logisztikát a következőképpen értelmezi:

- „A logisztika nyersanyagok, félkész termékek, és késztermékek hatékony áramlásának tervezését, megvalósítását és ellenőrzését szolgáló tevékenységek integrációja. Ezek a tevékenységek magukba foglalják a vevőszolgálatot, a kereslet előrejelzést, az elosztást, a készletgazdálkodást, az anyagmozgatást, a szállítást, a termelésprogramozást, és egyéb tevékenységeket is.” [18]
- „A logisztika azon vezetési, szervezési és műszaki tevékenységek tudománya, amelyek meghatározott célok és tervek elérésére, valamint a működés érdekében az elvárásokra, az erőforrások fenntartására és ellátására koncentrálnak.“ [18]

A német nyelvterületen a következő értelmezések terjedtek el a logisztikára vonatkozóan:

- „A logisztika anyagok, személyek, energiák, és információk rendszereken belüli áramlásának tervezésével, szervezésével, irányításával, és ellenőrzésével foglalkozó tudomány.” [7]

- Pfohl 1972-ben megfogalmazott definíciója szerint: „A logisztika tartalmaz minden olyan tevékenységet, amellyel egy hálózatban mozgásokat és tárolásokat alakítanak ki, irányítanak és szabályoznak. Az együttes működés a hálózatban tárgyak és információk áramlását indítja meg úgy, hogy a teret és az időt minél eredményesebben hidalják át.” [19]
- „A rendszer olyan kapcsolódó objektumok összessége, amelyek kölcsönhatásban vannak egy adott cél, a rendszer céljának teljesítése érdekében, és el vannak választva a környezettől.” [20]

A hazai irodalomban a következőképpen fogalmazzák meg a logisztikát:

- „A logisztika menedzsment szemlélet és módszer, amely áramlási folyamatok: az energia, információ, személyek és különösen az anyagok (alapanyagok, félkész- és késztermékek) egyes rendszereken belüli és/vagy rendszerek közötti áramlásának tervezésére, szabályozására, megvalósítására és kontrolljára irányul, és amelynek célja a teljes áramlási folyamathoz járuló optimális összköltség és vevőkiszolgálási színvonal elérése.” [21]
- „A logisztika nem más, mint a rendszerszemlélet alkalmazása az anyagáramlás területén.” [18]
- „A logisztikai rendszer meghatározó eleme a térben és időben lejátszódó anyagáramlási rendszer, amelynek hatékonyságát a hozzá kapcsolódó információs rendszer nagyban meghatározza. A rendszerben az anyaggal együtt információ, érték, energia és munkaerő is áramlik.” [3]
- „A logisztikai rendszerben állapotváltozások (transzformációk) jönnek létre, amelyeket a termelési, szolgáltatási, fogyasztási és logisztikai műveletek idéznek elő az alkalmazott ember – gép rendszer közreműködésével. Az információáramlás kiváltja, diszponálja, vezérli, nyugtázza, követi és ellenőrzi az anyagáramlást és eszközeit, továbbá kapcsolódik az érték- és pénzáramláshoz.” A logisztika jelentése így nem más, mint az anyagok és termékek időbeli illetve térbeli változásához tartozó tevékenységek összessége. [3]

A logisztikai műveletek közé számos tevékenység kapcsolódik mind a termelési, vállalati, szállítási és szolgáltatási logisztikán belül: egység- és csomagolás, rakodás, tárolás, raktározás, munkahelyi kezelés, gyűjtés, elosztás, kommunikálás, ellenőrzés, menedzsment, energiaáramlás, információfeldolgozás és pénzügyi tevékenységek.

7.1.3 A logisztika 5M, 7M, 9M megfeleléségi elve

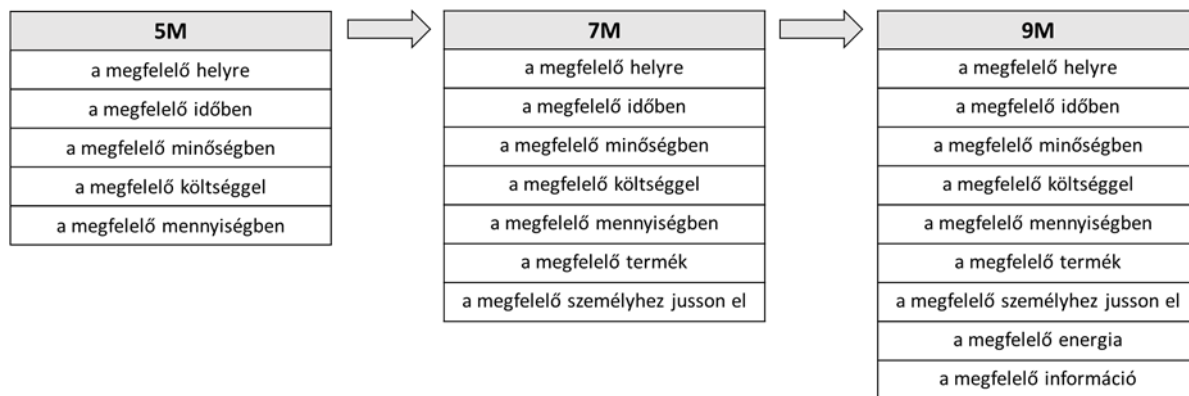
A logisztika küldetését és alapfeladatát gyakran az „M-elvek“ (M=Megfelelő) vagyis a megfeleléségi elvek, funkciók szerint határozzák meg. Ezen elvek leginkább a logisztikával szembeni elvárások minőségét foglalják össze. A legismertebb az 5M-, 7M- vagy a 9M-elv (vagy 9M-funkció). Ezen elvek egymásra épülnek és az alap 5M elv, amely a „Hova?, Mikor?, Milyen?, Mennyiért?, Milyen mennyiségben?“ alapkérdéseket válaszolja meg, kerül kiegészítésre. A „Megfeleléség“ definíciója Plowman megfogalmazása szerint:

- A logisztikai nem más, mintsem hogy „Biztosítsa a megfelelő áruk elérhetőségét, megfelelő mennyiségben, megfelelő állapotban, a megfelelő helyen, a megfelelő vevő számára, megfelelő áron.“ [22]
- „A logisztika a nyolc helyes M törekvése: megfelelő áruk, megfelelő mennyiségben, megfelelő minőségben, megfelelő időben, megfelelő áron, megfelelő helyen, megfelelő adatokkal és megfelelő ismeretekkel“. [21]
- „A logisztika terméke egy szolgáltatás. Lényegében arról lenne szó, hogy a megfelelő árut = MIT; a megfelelő mennyiségben = MENNYIT; a megfelelő helyről, a megfelelő helyre = HONNAN, HOVÁ; a megfelelő időpontban = MIKOR, MILYEN GYAKRAN, MENNYI IDEIG; a megfelelő költségekkel = MEKKORA költséggel; a megfelelő minőségben = sértetlenül, adott esetben járulékos szervízteljesítményként; környezetre ártalmatlanul = kevés környezeti terheléssel; a vevő(k)nek kiszállítani, tőlük elfogadni, ill. elszállítani tudjuk.“ [3]

5M-elv: a megfelelő helyen, a megfelelő időben, a megfelelő minőségben, a megfelelő költség, a megfelelő mennyiségben.

7M-elv: a megfelelő anyagot, a megfelelő minőségben, a megfelelő költséggel, a megfelelő helyről, a megfelelő mennyiségben, a megfelelő információval ellátva, a megfelelő vevőnek eljuttatni.

9M-elv: minden egyes tényező egyenértékű és meghatározza a logisztikai tevékenységeket, hogy a megfelelő anyagot, a megfelelő információval ellátva, a megfelelő energia felhasználásával, a megfelelő személyek révén, a megfelelő mennyiségben, a megfelelő minőségben, a megfelelő időpontban, a megfelelő helyre és a megfelelő költséggel juttassuk el. Amint a lenti összesítő 6. ábrán is látható, hogy a 9M tartalmazza a 7M és az 5M elveit. Avagy a 9M a logisztikai megfeleléségi mutatók kibővített változata.



6. ábra: M-elvek összehasonlítás (saját szerkesztés)

A logisztika minőségi és megfelelőségi kritériumai a logisztikai célok alapfeltételei [S2]. Megállapítható, hogy a logisztikai folyamat értékteremtő, és a feladatok ellátása során mindig az optimalizált megoldásra kell törekedni. A logisztika általános célkitűzései a következők [3]:

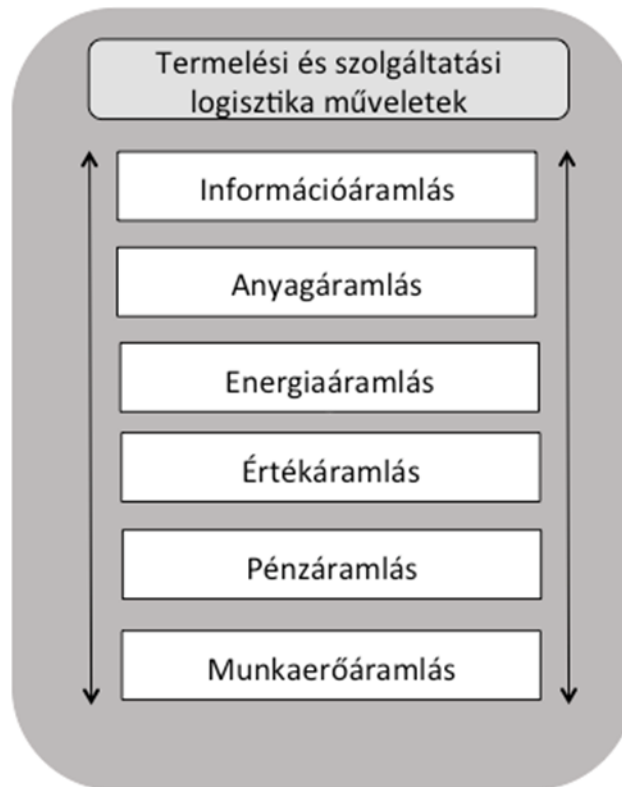
- szállítási határidők rövidítése,
- átfutási idők csökkentése,
- kapacitások maximális kihasználtsága,
- gazdaságosság növelése,
- rugalmasság megteremtése és fokozása,
- áttekinthetőség növelése,
- minőség biztosítása,
- belső- és külső újrahasznosítás fejlesztése,
- alacsony környezet-terhelés (emisszió),
- környezetbarát technológiák alkalmazása,
- nagyfokú szállítóképesség elérése,
- nemzetközi együttműködés fokozása,
- vevői elégedettség növelése,
- hatékonyság fokozása.

7.1.4 Logisztikai folyamatok osztályozása

A szakirodalom áttekintése és feldolgozása után meghatározom a logisztikai folyamat felépítésének alapelveit. A logisztika, a szakirodalom feldolgozása alapján röviden összefoglalva az anyagáramlást és a hozzákapcsolódó információáramlását jelenti.

A VDI 3600 egyik pontjában a következőképpen kerül meghatározásra a folyamat jelentése. „Egy folyamat a tevékenységek egy meghatározott mennyiségének strukturált, rendszert átfogó

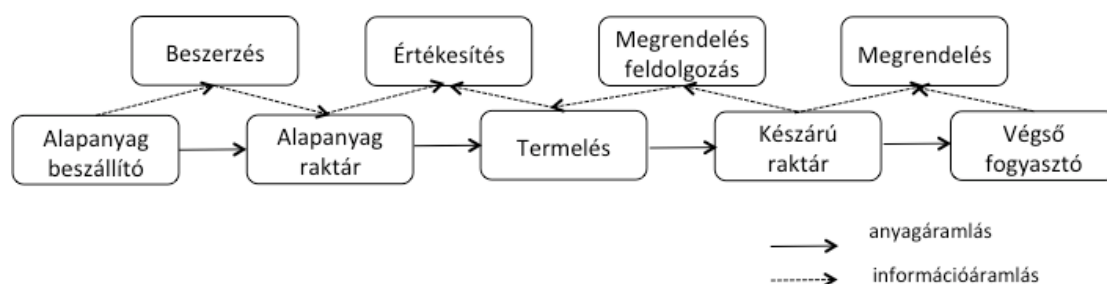
láncolata, amely egy objektum transzformálását valósítja meg a kezdő állapotból végső állapotba. Egy-egy tevékenység tetszőleges részletességi fokig ismét újabb részfolyamatokra osztható.” [23]. Ennek a definíciónak bővebb és a logisztikára vonatkozó változatát a 7. ábra mutatja.



7. ábra: Logisztikai folyamat fogalmi rendszere (saját szerkesztés [3] alapján)

A 7. ábra az anyag – és információ áramláson kívül, egyéb szintén fontos áramlásokat mutat, amelyek kezelése szintén a logisztika tevékenységi körébe tartozik, de alapesetben csak az anyag- és információ áramlását értjük a logisztika fogalma alatt. A logisztikai folyamatokat szükséges tervezni, fejleszteni, üzemeltetni, ellenőrizni és irányítani [S3]. Ezen tevékenységek megvalósítását bonyolulttá teszi az, hogy a logisztika folyamata sok paraméterrel, a paraméter értékek sztochasztikus változásaival írható le. A 7. ábra alapján meghatározható a logisztikai folyamatokban bekövetkező változás. A logisztikai rendszer időben mindig új állapotba kerül, ha a rendszeren belül anyagáramlás történik, vagyis az anyagáramlást leíró paraméterekben változás áll be. Figyelembevéve a logisztikai folyamatot megállapítható, hogy a folyamat lezajlását a paraméterek időbeni leírásával tudjuk megadni, amely egy bonyolult és komplex tevékenység [3].

A 8. ábra azt szemlélteti, hogy az anyag – és információáramlás kapcsolata alapvető, az anyagáramlási folyamatot mindig egy információ áramlási folyamat váltja ki.



8. ábra: Anyag- és információáramlás az üzemi logisztikán belül (saját szerkesztés)

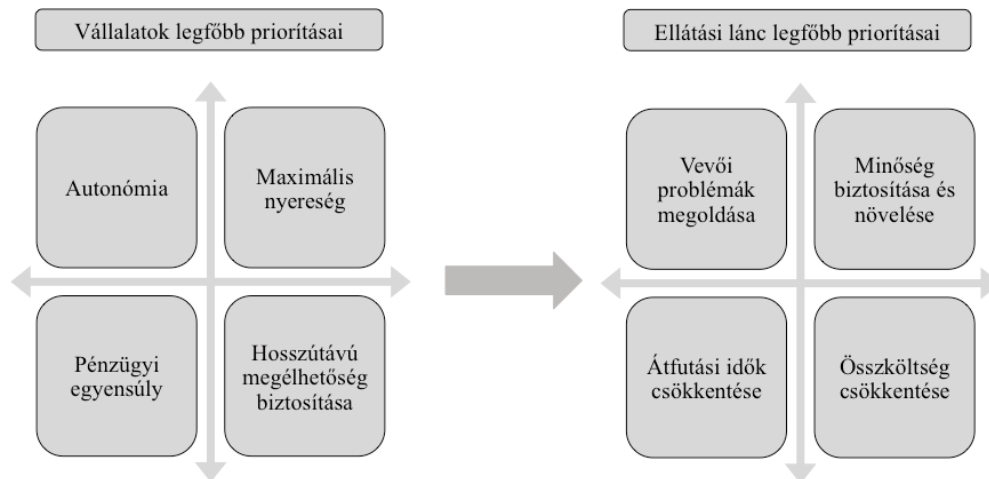
7.1.5. Ellátási láncra vonatkozó szakirodalmi megfogalmazások

A logisztika területén - mint már korábban említettem - meghatározó szerephez jutnak az ellátási láncok. Az ellátási láncok területén jelentkező logisztikai feladatok alapvetően hasonlóak. Meghatározó tevékenységek a R-S-T tevékenységek, termékazonosítási tevékenységek, egységtrakomány képzési és bontási tevékenységek, gyűjtési és osztályozási tevékenységek, csomagolási tevékenységek. Egy ellátási láncon belül jelentkező logisztikai feladatokat, tevékenységeket azonos módon és minőségben kell végrehajtani. Szeretném megjegyezni, hogy egy újabb nagy feladat jelentkezik az ellátási láncok területén azáltal, hogy előtérbe kerülnek a világgazdaság területén a zárt láncú folyamatok, amelyek az elhasznált termékek újrahasznosításánál jelentkező ellátási lánc tevékenységeket is tartalmaznak. Szintén fontos tényező a fenntartható ellátási láncok kialakítása és azok üzemeltetése. Az ellátási láncok működtetésével kapcsolatosan meghatározó szerepet játszik az ellátási láncok menedzsmentjének tevékenysége.

- „Az ellátási lánc a beszállítókkal és a vevőkkel fennálló felfelé és lefelé irányuló kapcsolatok kezelésért felel, annak érdekében, hogy alacsonyabb költségek mellett kiváló vevőértéket biztosítson az egész ellátási láncon belül.“ [24]
- „Az ellátási lánc olyan megközelítések összessége, amelyeket a beszállítók, gyártók, raktárak és üzletek hatékony integrálására használnak, hogy az árut a megfelelő mennyiségben, a megfelelő helyre és a megfelelő időben állítsák elő és forgalmazzák annak érdekében, hogy minimálisra csökkentsék a rendszerköltségeket, miközben kielégítik a szolgáltatást [25].
- Üzleti folyamatok tervezése, irányítása és ellenőrzése, amelyek vállalati hálózaton belül zajlanak az első nyersanyagszállítótól a végső fogyasztóig a hatékonyság növelésének érdekében [6].

A szakirodalom áttekintése után több szerző is a következőket fogalmazza meg: a vállalat működésénél meghatározó szerepet játszik a logisztika, az autonómia, a biztonság és a piaci versenyhelyzet.

Mindezen célok elérésben alapvető szerepet játszik a vevői igényekre való reagálás (9. ábra). A piaci versenyhelyzetet alapvetően meghatározza a vevői igényekre való gyors és aktuális reagálás. Ezen feladatot kezelik a logisztikai vevőközpontban. Ennek eredményeképpen csökkennek az átfutási idők, így optimális ellátási láncok tudnak kialakulni.



9. ábra. Az ellátási láncok és a vállalatok fő célkitűzései (Koch és Vogel alapján saját szerkesztés)

7.1.6. Ellátási lánc sikerességének kulcsa

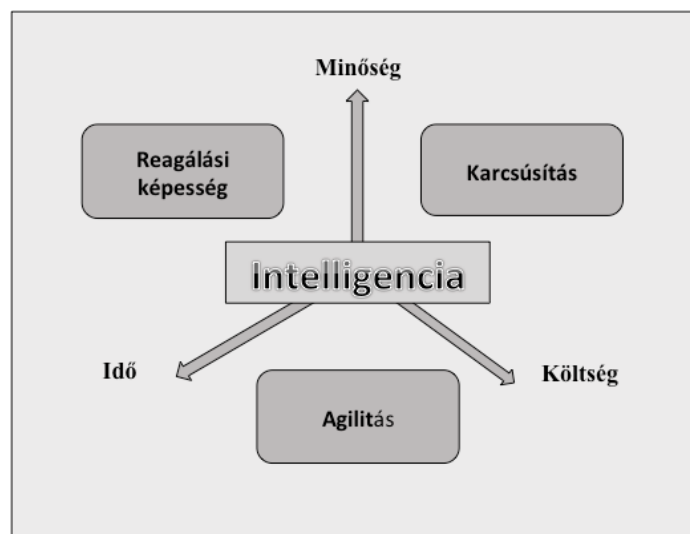
Az ellátási lánc működésénél meghatározó szerepet játszanak az ellátási láncban résztvevő partnerek és azok fejlettsége. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy az ellátási lánc kulcskérdése az, hogy azonos minőségű ellátási lánc alakuljon ki a résztvevő partnerek között, ezért törekedni kell az ellátási lánc logisztikájának optimalizálására, a megfelelő minőségbiztosításra és a működtetési költségek csökkentésére [26]. Az ellátási láncoknál törekszünk az egyenszilárdság mellett a láncok lean szemléletére, amellyel kapcsolatos definíciókat az általam szerkesztett 10. ábra szemlélteti.

A sikertényezők a következőképpen definiálom [27]:

- **Reagálási képesség** alatt értem a gyorsan változó termékstruktúra mellett a vevői igényekre való versenyképes reagálást.
- **Agilitás:** agilitás alatt definiáltam a versenyképes vezetés meglétét, amely képes a sztochasztikusan változó piaci és beszállítói igényekhez való gyors alkalmazkodásra

[28]. Ennek alapvető feltétele a megfelelő információs hálózat és technológia alkalmazása [29].

- **Karcsúsítás** alatt a szakirodalomban lean elvként emlegetett módszer feltárja és újra definiálja a logisztikai folyamatokat és ezek alapján kisebb résztvevői körrel jobb minőséget és a veszteségek csökkentését éri el [10].
- **Intelligencia:** a logisztikai folyamatokban napjainkban egyre fontosabb szerephez jutnak az Ipar 4.0 eszközeinek alkalmazása, amely a speciális hálózatokon, érzékelőkön keresztül gyűjti a rendszer naprakész adatait, amelyeket digitalizál és megfelelő vállalatokat ér el. Az ilyen típusú rendszereket szokás kiberfizikai rendszereknek nevezni.



10. ábra: Ellátási lánc új sikertényezői (saját szerkesztés)

Az ellátási lánc sikerességéről a német szakirodalomban több cikk is található [30]. Ezek alapján megállapítottam, hogy a sikeresség elérésében meghatározó szerepet kapnak a következő elemek:

- beszállítói oldal: a beszállítókkal való kapcsolattartás informatikai és anyagáramlási rendszerei,
- értékesítési oldal: az értékesítési láncban alkalmazott informatikai és anyagáramlási eszközök fejlettsége, kontrollingja és irányíthatósága,
- recycling kérdése: napjainkban egyre fontosabb szerepet játszik az újrajhasznosítás kérdése mind a társadalmi, mind a gazdasági életben, ezért a felhasznált termékek újrajhasznosítása szintén meghatározó a recyclingban.

7.1.7. Logisztika és az ellátási lánc közti kapcsolat

A szakirodalomban található definíciók áttekintése után egy összefoglaló struktúra segítségével kerül leírásra a logisztika és az ellátási lánc fogalma. E két fogalmat párhuzamba állítom a következő jellemzési kritériumok mentén: alap és kiterjesztett funkciók, a funkciók operatív és stratégiai feladatai és menedzsment szempontból. A logisztika és az ellátási lánc összehasonlítását a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra: Logisztika és ellátási lánc jellemzési kritériumok párhuzamba állítása (saját szerkesztés)

– Logisztika funkcióinak jellemzése:

A logisztika alapfunkcióinak szerepe a szükséges áruk rendelkezésre bocsátása és a nemkívánatos javak eltávolítása a szükséges mennyiségben, a szükséges időben, a meghatározott helyen, a szállítás, kezelés és tárolás révén a beszerzési, termelési és értékesítési területen.

A logisztika kibővített funkciói közé tartozik, hogy bevonásra kerül az operatív-taktikai tervezésbe és az ellenőrzési döntésekbe. Azok a vállalatok, melyeket jelentősen befolyásol az anyagáramlás, a logisztikát is nagyobb mértékben bevonják a stratégiai fontosságú döntésekbe.

– Logisztikai funkcióknál jelentkező operatív feladatok:

- tárolás, újratöltés, csomagolás, szállítás,
- optimális útvonalak meghatározása,
- rakodás és tárolás optimalizálása,
- veszélyes áruk kezelése és biztosítása,

- rendelés feldolgozása,
 - gyártástervezés és irányítás.
- Logisztikai funkcióknál jelentkező stratégiai feladatok:
- rendszerek kialakítása (raktárépületek tervezése, közlekedési rendszerek és flottaparkok kiépítése),
 - részvétel a gyári elrendezés és szükség esetén az ellátó vonalak tervezésében,
 - irányelvek és előírások kidolgozása az áruk logisztikai kezelésére,
 - részvétel a beszállítói koncepciók kialakításában és bevezetésében,
 - részvétel az ellátási lánc és hálózati menedzsment koncepciók kialakításában és bevezetésében.
- Menedzsment tevékenységek szempontjai:
- a decentralizált feladatmegosztáshoz megfelelő koordinációs struktúrák fejlesztése, végrehajtása, karbantartása és ellenőrzése,
 - együttműködés más funkcióterületekkel (fejlesztés, gyártás),
 - vezetés - beleértve az alkalmazottak képzését és motivációját -, valamint az egység vagy a logisztikai osztály szervezése,
 - logisztika specifikus információk és kommunikációs rendszerek koncepciójának kialakítása és továbbfejlesztése, valamint integrálása a vállalat saját technikai és informatikai környezetébe.
- Ellátási láncok funkcióinak jellemzői:
- Alapfunkciók: az üzleti folyamatok vállalaton belüli integrálása az értéklánc több szintjén, ez elsősorban az anyagáramlásra fókuszál.
 - Kibővített funkciók: Azon feladatokkal kapcsolatosak, amelyek az operatív-taktikai tervezéshez és az ellenőrzési döntésekhez kötődnek. Azok a vállalatok, amelyeket erősen befolyásol az anyagáramlás, a logisztikát is nagyobb mértékben bevonják a stratégiai fontosságú döntésekbe. Szintén ebbe a témakörbe tartozó tevékenység az optimális hálózati partnerek kiválasztása, valamint a stratégiai szövetségek létrehozása és kezelése.
- Ellátási lánc funkcióinál jelentkező operatív feladatok:
- gyártástervezés,
 - tervezéssel és ellenőrzéssel kapcsolatos anyagáramlási vagy keresleti és rendelkezésre állási adatok biztosítása belső források átvitele által, illetve megosztott rendszerek használatával,

- a megadott adatok felhasználása saját tervezési és vezérlési paramétereinek frissítéséhez,
 - tervkoordináció vagy egyidejű tervezés megvalósítása.
- Ellátási lánc funkcióinál jelentkező stratégiai feladatok:
- közös célok koordinálása,
 - siker elosztási mechanizmusok fejlesztése és végrehajtása, valamint adaptálása, beleértve a konfliktuskezelést is.
- Menedzsment perspektíva:
- a centralizált feladatmegosztáshoz megfelelő koordinációs struktúrák fejlesztése, végrehajtása, karbantartása és ellenőrzése, beleértve a centralizált feladatok meghatározását is,
 - központi egység struktúrájának meghatározása,
 - vezetés - beleértve az alkalmazottak képezését és motivációját -, valamint a központi egység szervezése.

Az ellátási lánc menedzsment alapvető logisztikai feladatait a következőkben foglalom össze. Lényeges szempont meghatározni, hogy az ellátási láncban résztvevők megválasztásánál milyen szempontrendszert alkalmazunk és milyen döntési mechanizmust használunk. Az ellátási láncok meghatározásánál másik alapvető szempont, hogy a beszállítók megválasztása milyen paraméterek alapján és milyen módszerrel történik. Szintén fontos szempont annak eldöntése, hogy a láncon belül az információ alkalmazásánál milyen szabványos, nagy mennyiségű adatok továbbításához, milyen információs rendszert és informatikai technológiát alkalmazunk. Az ellátási láncok működésénél meghatározó szerepet játszanak a minőségbiztosítással és az ellátási lánc teljesítményével kapcsolatos paraméterek. Ki kell jelölni, hogy milyen mennyiségi, és minőségi paraméterek alapján kívánjuk az ellátási lánc kontrollíngját ellátni. Itt érdemes megjegyezni, hogy a szakirodalom szerint napjainkban az ellátási láncoknál a mennyiségi teljesítményjellemzők mellett sokkal fontosabb szerepet játszanak a teljesítmények minőségi paraméterei. A menedzsment perspektíva kialakításánál fontos szempont az ellátási láncban szereplő vállalatok belső logisztikai rendszerének paraméterei, valamint a vállalatok között a láncon belül a külső logisztika paraméterei. Itt lényeges feladat, hogy a vállalatok belső logisztikai paraméterei és a külső logisztika paraméterei egyenszilárdságúak legyenek. Mindezen feladatok ellátásánál a menedzsment legfontosabb szerepe az ellátási láncokhoz kapcsolódó logisztikai tevékenységeket megvalósító rendszer kialakítása és annak felügyelete és fejlesztése. A jelentkező feladatok megoldásánál

általában a központosított döntéshozatalt létesítik előnyben, mivel a lánc egyik pozitív tulajdonsága, hogy egységesen menedzselhető. Természetesen vannak döntések, amiket a lánc elemei egyénileg hoznak meg. Az ellátási lánc menedzsment feladatainak ellátása során napjainkban előtérbe kerülnek a virtuális vállalatok, amelyek a lánc minden egyes elemére vonatkozóan rendelkeznek megfelelő információkkal és a virtuális vállalat mögött található tudásbázis felhasználásával adott korlátozások és célfüggvények mellett, optimális döntéseket képes meghozni az egész láncra vonatkozóan.

7.2 Ipar 4.0 fogalomköre

Az elmúlt években az autóipar meghatározó gazdasági és technikai fejlődésen ment keresztül. A digitalizáció, az automatizálás, a dolgok internete, a Big Data alkalmazások alkotják a jelenlegi üzleti modelleket, és kihívást jelentenek a vállalatok számára, hogy alkalmazkodjanak az új korszakhoz. Az Ipar 4.0-ból fejlődött ki a Logisztika 4.0, avagy az Ellátási Lánc 4.0. A Logisztika 4.0 sokkal többet jelent, mint a megfelelő terméknek, a megfelelő időben és megfelelő helyre való szállítása. A különböző mesterséges intelligencia felhasználási esetek és megoldások áttekintése bemutatja az ellátási lánc és a logisztika összetettségét [S4].

7.2.1. Történeti háttér

A rendelkezésre álló erőforrások és a technológiai fejlődés megváltoztatja a termelő és szolgáltató rendszerek struktúráját és működését. A korábbiaktól teljesen eltérő gyártási technológiára való áttérést ipari forradalomnak is nevezik. Az új gyártási technológiák alapvetően megváltoztatták a munkakörülményeket és az emberek életmódját. Melyek voltak a korábbi ipari forradalmak és hol tartunk most? "Az első ipari forradalomtól az Ipar 4.0-ig". Az ipari forradalmak szakaszokra bontása a rendelkezésre álló energiaforrások és információs technológiák fejlődését követi [31].

1769-1850: Az első ipari forradalom a 18. század második feléhez köthető, amikor a gépesített gyártóberendezések hoztak forradalmi előrelépést. Ekkor kezdődött a gőzenergia használatba vétele is. James Watt nevéhez köthető a gőzgép feltalálása. A gőzgép teljesen megváltoztatta a termelés és a közlekedés addigi fejlettségét.

1850-1915: A második ipari forradalom a 19. század második feléhez köthető. Ekkor kezdődött a villamosenergia felhasználása és a gyártósorok termelése. Ez utóbbi Henry Ford (1863-1947) nevéhez köthető, a tömegtermelés ötlete és az autógyártásba való átültetése. A tömegtermelést egy chicagói vágóhíd sertésfeldolgozása ihlette, ahol az állatok feldolgozása egy-egy

részfeladatra lett felosztva, amit a hentesek a szállítószalagok mellett végeztek el. Henry Ford ezen elmélet alapján egészében változtatta meg az autógyártást [31].

1918-2010: A harmadik ipari forradalom a 20. században kezdődött. Az IT és az elektronika felhasználásával programozható memóriájú vezérlőket állítottak elő, amivel megvalósult a gyártósorok részleges automatizációja. Megjelentek a robotok, amelyek előre beprogramozott feladatokat hajtottak végre emberi beavatkozás nélkül.

2011-től: Jelenleg a negyedik ipari forradalmat éljük, mely a harmadik ipari forradalom eszközeit tekinti fundamentumának. Az információs és kommunikációs technológiák ipari alkalmazása történik, másképpen „Ipar 4.0”-ként is nevezik. A számítógépes gyártási rendszereket most hálózati kapcsolattal bővítik ki. Ezáltal a rendszerek digitális elérhetősége valósul meg. Ez lehetővé tette, hogy a különböző rendszerek egymás között új átfogó kommunikációra legyenek képesek azáltal, hogy a rendszerek saját szervezetükről küldtek ki adatokat. Ez megalapozta az automatizált gyártási folyamatok kiberfizikai rendszerének alkalmazását [31].

Kiberfizikai rendszerek alatt azt értjük, hogy különféle valóságos fizikai folyamatok paramétereinek a mérésére szenzorokat alkalmaznak. Ezek a szenzorok percre készen pontos információt nyújtanak a rendszer fizikai állapotáról. Ezen fizikai állapotjellemzők alapján kezdenek el döntéseket hozni a logisztikai rendszer működtetésével kapcsolatosan [32].

Minden gyárnak és gyártó üzemnek rugalmas és megbízható erőforrásellátásra van szüksége a termelési folyamatok hatékony kiszolgálásához. A gyártási rendszerek számos elemből, munkaállomásból, gépekből és logisztikai erőforrásokból állnak. A gyártósor összetett rendszer a bonyolult gyártási folyamat, a sokféle típus, a nagy megmunkálási nehézségek és a benne lévő sok speciális folyamat miatt. Az intelligens gyártásra épülő Ipar 4.0-ban elengedhetetlen az intelligens érzékelő hálózatokkal történő folyamatok támogatása [33].

Brian Householder, a Hitachi Vantara elnöke és vezérigazgatója a következőt mondta a digitalizációról: „A mindent digitalizáló koncepció valósággá válik. Az automatizálás, a mesterséges intelligencia, az IoT, a gépi tanulás és más fejlett technológiák gyorsan képesek megragadni és elemezni rengeteg olyan adatot, amely korábban elképzelhetetlen mennyiségű és típusú információt nyújt számunkra. Kihívásunk a következő módon változik - megváltoztatjuk a gondolkodásmódot, a képzést és az adatok felhasználásával végzett munkát -, hogy értéket teremtünk a fejlett technológiákkal nyert eredményekből.” [34]

A Fraunhofer IML szerint központi szerep jut a logisztikának a negyedik ipari forradalmon belül. A logisztika új szerepben mutatkozik meg és így alakul ki a logisztika 4.0. A „Logisztika 4.0” alapvetései [35]:

- A negyedik ipari forradalom megvalósulásában fontos szerepet kapnak a logisztikai tevékenységek, az anyagáramlási és információáramlási folyamatok;
- A logisztikát a negyedik ipari forradalom bázisaként is lehet értelmezni.
- A logisztikai tevékenységek stratégiájának kialakításához szükségesek a műszaki, gazdasági, jogi és informatikai ismeretek és ezek együttes kezelése.
- Az logisztikai folyamatokban nélkülözhetetlen az objektumok és az áramló anyagok, energiák percre kész követése és ismerete, amelyek lehetővé teszik a rendszer pillanatnyi állapotának pontos meghatározását.

Az Ipar 4.0-t az összekapcsolódás határozza meg. Az Ipar 4.0 gyárban az eszközök egymással és az emberi interfészekkel vannak összekapcsolva, és valós idejű adatokat szolgáltatnak számos érzékelőből. Az emberek bármikor „csatlakozhatnak” illetve hozzáférhetnek ezekhez az adatokhoz. Rövid összegzésként megállapítható, hogy az Ipar 4.0 víziója a következő négy elem teljesülésére épül [36]:

- **Horizontális integráció:** az okos gyár önmagában képes optimalizálni a termelési folyamatokat és automatikusan alkalmazkodik környezetéhez és a változó körülményekhez.
- **Vertikális integráció:** Kiberfizikai rendszer biztosítja a kommunikációt az okos gyárban az ember, gép és egyéb erőforrások között.
- **Okos termékek:** adatokat és információkat tárolnak a saját gyártási folyamatukról és életciklusuk fázisairól.
- **Ember:** az értékteremtés központi vezérlője.

7.2.2. Az Ipar 4.0-nál alkalmazott eljárások és eszközök

Ma a legtöbb gépjárműgyártó és beszállító önként elindult az Ipar 4.0 irányába, és ez az út magasabb jövedelmezőséghez vezet. Az Automotive World szerint az érzékelők nagyon hasznosak voltak az ellátási láncban. Például a Bosch 25%-os termelésnövekedést ért el az automatikus fékstabilizáló (ABS) és az elektronikus stabilitásprogram számára azáltal, hogy egyszerűen intelligens, összekapcsolt vezetékeket vezetett be.

Az ellátási lánc digitalizálása lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy igazodjanak az új vevői igényekhez és elvárásokhoz, miközben növekszik a hatékonyság és csökkennek a költségek. A McKinsey előrejelzése szerint a Supply Chain 4.0 nemcsak jelentősen növelheti az ellátási lánc

agilitását, hanem potenciálisan 30%-kal csökkentheti a működési költségeket, és 75%-kal csökkentheti a készleteket és az értékesítési veszteségeket. Ellátási lánc 4.0 legfőbb célja az optimális folyamatok elérése az ellátási láncon belül ellátási lánc folyamatok elérésére [37]. Ezt a 12. ábra szemlélteti.



12. ábra: Ellátási lánc 4.0 folyamat-területei (saját szerkesztés)

A 12. ábrán szereplő jellemzők értelmezése [38]:

- **Kiszámítható:** továbbfejlesztett előrejelzési módszerek, például belső és külső adatokon alapuló prediktív elemzések segítségével sokkal pontosabb előrejelzéseket nyújt a keresletről és a kínálatról.
- **Agilis:** a valós idejű tervezés folyamatos alkalmazása annak érdekében, hogy gyorsan tudjunk reagálni a változó igényekre és a korlátozásokra.
- **Szegmentált:** az ügyfelek termékei egyre specifikusabbá vagy testre szabottabbá válnak, ami megnöveli az ellátási lánc mikroszegmentálásának szükségességét.
- **Átlátható:** az ellátási lánc rendszerek és technológiák új generációja valós idejű adatokat és a végpontok közötti átláthatóságot nyújt a holisztikus ellátási lánc folyamat során.
- **Hatékony:** növeli a folyamatok hatékonyságát automatizálással, robotszoftver-technológiák vagy más automatizálási technikák alkalmazásával.

Ezen ambiciózus célok elérése érdekében a vállalatoknak olyan új technológiákat kell bevezetniük, mint a mesterséges intelligencia (MI), a dolgok internete (IoT), a felhőalapú számítástechnika, a blockchain technológiák, a Big Data analízis.

Az MI az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kap a szervezetekben. A Gartner 2019-es CIO felmérése szerint a válaszadó vállalatok 92%-a használ mesterséges intelligenciát vagy olyan projekteket indítottak, amelyek használni fogják az MI-t.

A mesterséges intelligencia alkalmazása az ellátási láncokban kézzelfogható előnyökkel jár a vállalatok számára. A McKinsey legfrissebb kutatása szerint a vezetők 61%-a csökkent költségekről, 53%-a pedig megnövekedett bevételről számol be, ami közvetlenül annak köszönhető, hogy MI-t bevezették ellátási láncukba.

7.2.3 Mesterséges intelligencia kategóriái

Az MI használata manapság nagyon elterjedt, de az MI terminológiájának megértése kihívást jelenthet, mivel előfordul, hogy a terminológiát helytelenül használják. Az MI jelentésének meghatározása minden eddiginél fontosabb a jobb megértés érdekében [39].

Az MI meghatározható olyan tudományágként, amely fejlett elemzéseket és logikán alapuló technikákat, autonóm tanulást alkalmaz az események értelmezésére, a döntések támogatására és automatizálására, valamint a cselekvések megtételére. Az alkalmazott technikáktól függően több terület is azonosítható az MI ernyője alatt. A különböző részterületek ma már nem csak az iparágakban és a szervezeteknél fordulnak elő, mivel számos vállalatnál és iparágban megtalálhatók a valódi felhasználási esetek.

A leggyakrabban használt területek a következők:

- Gépi tanulás (machine learning): A gépi tanulást az alkalmazásokban vagy megoldásokban használják, hogy tanuljanak az adatokból, és idővel javítsák azok pontosságát és hatékonyságát anélkül, hogy erre be lenne programozva. A gépi tanulás olyan algoritmusokat használ, amelyek képesek arra, hogy jelentős mennyiségű adatban találjanak adatomintákat a döntéshozatal megkönnyítése vagy az eredmények előrejelzése érdekében. Minél jobbak az algoritmusok és minél képzetebbek, annál pontosabb döntéseket lehet hozni.
- Szabályalapú rendszerek: Szabályalapú rendszereket használnak az implicit és explicit know-how és az emberek tudásának kiterjesztésére. Ezek a technikák strukturált módon fordítják az ismereteket az emberek által létrehozott szabályokká az adatok tárolására, rendezésére és manipulálására. Triggeret használnak a rendszerek közötti cselekvés és interakció elindítására. A szabályalapú rendszerek utánozzák az emberi intelligenciát, de a gépi tanulással ellentétben, önmagukban nem javítják az algoritmusokat, és egy rendszer nem „tanul” a hibáiból.
- Robotika: A robotika az elmúlt években a mesterséges intelligencia nagyon érdekes részterületévé vált. A robotikai folyamat automatizálás (RPA) meghatározza a szoftverrobotok tervezését, megvalósítását, üzemeltetését és használatát olyan feladatok végrehajtásához, amelyek munkaigényesek lehetnek az emberek számára, vagy amelyeket nehéz magas minőségi színvonalon folyamatosan megismételni. Az RPA nem teszi feleslegessé az embereket, hanem virtuális asszisztensként jár el, akik számára az egyszerű és megismételhető feladatokat át lehet adni, és ezáltal időt szabadít fel a több hozzáadott értéket képviselő tevékenységre.

- Nyelvi feldolgozás: A nyelvi feldolgozás a számítástechnika és az MI része, és a természetes nyelv használatával elősegíti a számítógép és az ember közötti kommunikációt. A rendszer képes lesz feldolgozni az emberi nyelvet és képessé tesz egy számítógépet az adatok olvasására és megértésére az emberi természetes nyelv utánzásával.

7.2.4. Mesterséges intelligencia (MI) és digitalizáció felhasználási területei

A pontos készletgazdálkodás a Supply Chain Management döntő fontosságú alapja, mivel közvetlen hatással van a vállalat cash flow-jára és haszonkulcsára. A hatékony készletgazdálkodás megakadályozza a túteljesítést vagy az alutelteljesítést [S5]. A készletgazdálkodás a gépi tanulási egyik tipikus felhasználási területe az ellátási lánc menedzsmentben. Az MI képessége a valós idejű adatok nagy adatkészleteinek kezelésére, elemzésére és értelmezésére hozzájárul a kereslet és kínálat hatékony előrejelzéséhez [40].

A hatékony készletgazdálkodás jelentős hatással van az ügyfelek elégedettségére is. A nem megfelelő készletgazdálkodás termékhiányhoz és megnövekedett szállítási időkhöz vezethet, ami negatívan befolyásolja az ügyfélkapcsolatokat. Az MI segíthet az állománykezelés optimalizálásában és az ügyféligények megfelelő kezelésében [41].

Az IoT-vel kombinálva az MI segíthet az áruk nyomon követésében a végpontok közötti logisztikai folyamaton keresztül [42, 43]. Ez segíthet az ellátási lánc szakembereinek az áruk elhelyezkedésének nyomon követésében. Az érzékelő-technológia betekintést nyújthat olyan fontos tényezőkre, mint a szállítás közbeni hőmérséklet vagy páratartalom. Az időjárás és forgalmi viszonyok nyomon követésével az MI felhasználható valós idejű útvonal optimalizálási feladatok megoldására, és így csökkenthető a szállítási idő és a költségek [40].

Az összekapcsolt logisztikai hálózatokban a műveletek integrálódnak a beszállítóktól a harmadik fél logisztikai szolgáltatóin keresztül az ügyfelekig. Az elmúlt években az ügyfelek széles köre hajlandó extra díjat fizetni ugyanazért a szállításért vagy azonnali szállításért. Ez a tény a last-mile szállítási megoldások optimalizált tervezésének és irányításának fokozott jelentőségéhez vezetett. A kiberfizikai rendszeralapú szolgáltatási innovációk lehetővé teszik a last-mile kézbesítés hatékonyságának javítását a nagy adatkörnyezetben. A tervezési és üzemeltetési problémákat NP-hard optimalizálási problémáknak nevezhetjük. Ezeket a problémákat kifinomult modellekkel, heurisztikus és metaheurisztikus algoritmusokon alapuló módszerekkel lehet megoldani [44].

Az autonóm autók képesek átalakítani a logisztikát és csökkenteni az emberektől való függőséget. Az olyan vállalatok, mint a Tesla, a Google és a Mercedes-Benz évek óta komoly beruházásokat hajtanak végre az autonóm járművek koncepciójában. Az autonóm teherautók jelenthetik a következő nagy mérföldkövet a közlekedési ágazat számára. A BCG becslései szerint 2030-ig a könnyű teherautóknak csak körülbelül 10%-a fog önállóan közlekedni.

Az MI segítségével azonosítani lehet a termékminőséggel kapcsolatos problémákat a gyártási folyamat korai szakaszában. A számítógépes látás használatával a termék összehasonlítható egy ideális modellel, és felmérheti a szükséges minőségi szintet, mielőtt az eljutna az ügyfélhez. Az Audi például a gépi tanulást használja fel a fémlemez alkatrészek legfinomabb repedéseinek felismerésére és megjelölésére automatikusan, megbízhatóan és pillanatok alatt. Ezzel a projekttel az Audi forradalmasítja az MI segítségével a gyártás tesztelési folyamatát [45].

A mesterséges intelligencia másik felhasználási területe a gyártásban a berendezések előrejelző karbantartása, valós idejű adatok alapján, nem pedig előre meghatározott karbantartási naptár alapján. Az eszköz karbantartás javításával az ellátási lánc szakemberei jelentősen csökkenthetik a fenntartási költségeket. A General Motors például úgy döntött, hogy MI-technológiát ad hozzá összeszerelési láncaihoz annak érdekében, hogy észlelje az alkatrészek meghibásodásait és ennél fogva a karbantartási igényeket) [46].

7.3 Klaszter és hálózati együttműködések

A logisztikában szereplő anyagáramlási és információáramlási folyamatok megvalósulásában különböző tevékenységet folytató vállalatok vesznek részt. Napjaink fejlődési tendenciája, hogy adott célok elérésében és megvalósításában közösen dolgozó vállalatok együttműködését egy informatikai háttérrel rendelkező irányítási központtal hangolják össze. A szakirodalomban szokták az ilyen típusú rendszereket virtuális vállalatoknak is nevezni. A virtuális vállalatok kiterjesztése az ún. klaszter rendszerek, amely rendszerekben különböző vállalatok tevékenykednek együtt a piacon elérendő sikerek és versenyképesség megvalósításáért [S6].

Természetesen a virtuális vállalatoknak a kialakulása nagymértékben befolyásolta a kereskedelmi rendszereket is, ahogy a gyártók, és a vevők közvetlen kapcsolatban állnak, és ki lehet választani a megfelelő vállalatot és logisztikai szolgáltatót is [S7].

Külön szeretném kiemelni, hogy a klaszterek működésénél meghatározó szerepet játszanak napjainkban a tudáscentrumok, amelyek a működés során felhasznált algoritmusokat szolgáltatják a helyes döntések meghozatalához. Az ilyen tudáscentrumok kötődnek az egyetemi képzésekhez és - kutatásokhoz.

7.3.1. *Klaszter fogalma*

A klaszter „olyan horizontálisan, vagy vertikálisan kapcsolódó önálló jogi személyiségű cégek integrációja, melyek a kapcsolódó társadalmi intézményekkel együtt, ugyanabban az ágazatban dolgoznak, ...Regionálisan közel állnak egymáshoz, ...piaci versenyzők és együttműködők, ...összeköti őket a hosszú távú üzleti dinamika, az innováció, a közösen racionalizált tevékenységek költségcsökkentő és hatékonyságot növelő üzletvitele“ (OECD).

„A klaszter nonprofit szerveződés. Munkájának költségeit a tagok fedezik abból a megtakarításból és piaci többlet eredményből, amit a klaszter tevékenysége számukra megteremt. Tevékenységét a klaszter közösen kialakított és elfogadott szerződés alapján végzi. Egy klaszter piaci szegmenstől, iparágtól, céloktól, függően lehet vertikális, (egymásra épülő tevékenységek esetén) vagy horizontális szerveződésű (párhuzamos tevékenységek esetén). Területileg általában regionális jellegű.” [46]

A klaszterek működésénél fontos kérdés, hogy a klaszterrel kapcsolatos különböző anyag és információáramlási folyamatokban képesek legyenek bekapcsolódni a gazdaságban nagy számban jelenlévő KKV-k. Sok esetben nem a KKV-k technológiai folyamatai, hanem az azzal kapcsolatos anyag és információáramlási folyamatok tevékenységei miatt nem képesek bekapcsolódni a klaszter tevékenységbe [47].

Korábban már leírtam, hogy a hálózati logisztikai tevékenység színvonalának, és a vállalati tevékenység színvonalának közel azonosnak kell lennie. Ezen a területen még fontos fejlesztéseket kell végrehajtani a KKV helyzetének javítása érdekében.

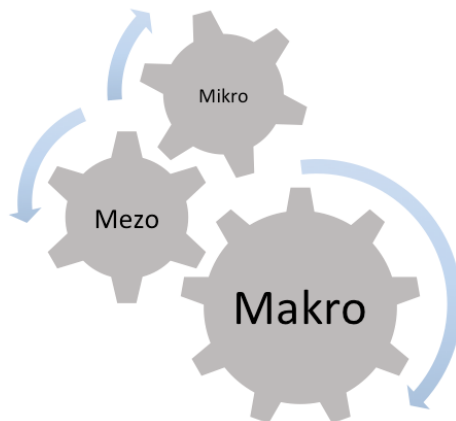
Ezt a folyamatot segíthetik a különböző benchmarking értékelések, amelyek alapján összehasonlíthatók a különböző logisztikai tevékenységek a legjobb gyakorlat megtalálásának érdekében.

Az előzőekben felvázolt alá és fölérendeltségeken túl létezik horizontális együttműködés is a klaszter tagjai között. A horizontális együttműködésben olyan típusú vállalatok vesznek részt, amelyek egy adott termék, vagy annak egy részének előállításánál közösen együttműködnek. Itt is fontos szerepet játszik, hogy horizontális együttműködés esetében is lehetséges különböző feladatok ellátása több KKV is. Ezek esetében a klaszter központ különböző célfüggvények segítségével állítja össze a horizontális vállalat szereplőit.

7.3.2. *Klaszter szervezések*

Magyarországon, ha a gazdaság szerkezetét vizsgáljuk, azt tapasztalhatjuk, hogy a kis- és középvállalatok száma és jelentőségük igen meghatározó. Ezért olyan struktúraváltozások

szükségesek, amelyek elősegítik KKV-k fejlődését, munkáját, termelőképességét és együttműködését [48].



13. ábra: Klaszterek gazdasági potenciálhoz való hozzájárulásának szintjei (saját szerkesztés)

Három szinten tud egy klaszter szervezet a gazdasági potenciálhoz hozzájárulni (13. ábra):

- Makro szint: Hozzájárul a KKV-k fennmaradásához, megerősödéséhez.
- Mezo szint:
 - adott térségben javul a foglalkoztatottság,
 - a régió kutatóközpontjainak munkát biztosít,
 - hozzájárul a régió versenyképességéhez és imázsának javításához.
- Mikro szint:
 - a vállalkozás piaci mérete növelhető, a klaszter tagjainak piaci súlya nagyobb,
 - nő a vállalkozás innovációs ereje,
 - a kis cégek ismertsége növelhető,
 - gyorsabbá válik a szakmai információcsere.

7.3.3. A klaszter kialakításának célja

A vállalatok versenyképességét napjainkban alapvetően befolyásolják a logisztikai tevékenységek. A virtuális vállalatok és a klaszterek lehetőséget biztosítanak arra, hogy a vevői igényeknek megfelelően tudjanak működni ezek a hálózatok és logisztikai folyamatok [S8]. A virtuális vállalatok, klaszterek alapfeladata az, hogy a különböző vállalatok (multinacionális cégek, hazai nagyvállalatok, KKV-k) együttműködését egy hálózaton belül úgy tudja megoldani, hogy az egyes részt vevők gazdaságosabban és sikeresebben tudjanak működni, mintha ezek önmaguk szerveznék meg önállóan a tevékenységüket [49, 50]. A virtuális vállalatok a bennük lévő valós vállalatok önállóságát olyan tekintetben nem korlátozzák, hogy egy adott vállalat bármikor kiléphet a virtuális hálózatból, ha úgy ítéli meg, hogy tevékenységeit

önállóan, jobban és gazdaságosabban végre tudja hajtani, mint a klaszteren belül. Ezáltal egy új virtuális vállalat keletkezik. Ez már nem tartalmazza a kilépett vállalatot. A klaszterek és a virtuális vállalat elsősorban a kis és közép vállalatok tevékenységét igyekeznek segíteni, mivel a kis és középvállalatoknál a logisztikához kötődő logisztikai ismeretek és szakemberek kevésbé állnak rendelkezésre, mint a klaszteren belül [51, 52]. A virtuális vállalat segítségével a KKV-k egyenszilárdságú elemei lesznek a kialakuló logisztikai láncoknak és képesek lesznek akár a multinacionális vállalatokhoz kapcsolódni. A következő előnyöket tudják biztosítani a virtuális vállalaton belül, mint a klaszteren belüli külső és belső logisztika azonos színvonalon történő fejlesztését, a beszerzések optimalizálását, raktározási tevékenységek közös szervezését, jobb raktárkapacitás kihasználását, kisebb tárolási és készletezési költségek.

7.3.4 Hálózati modellek

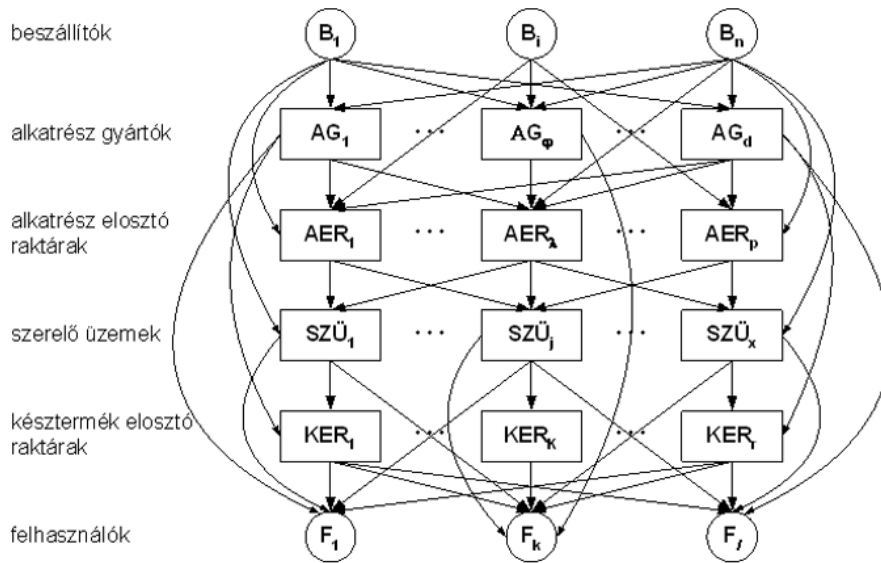
A hálózati modellek kötődnek az egyes tevékenységekhez. Ennek megfelelően a tevékenységtől függően többfajta hálózati modellt különböztetünk meg. Néhányat szeretnék bemutatni ezek közül, amelyek napjainkban kiemelt szerepet játszanak.

Az alkatrészgyártó és szerelő hálózatok, mind vízszintes, mind függőleges módon tagolt formát mutatnak. Legelső szintnek tekinthetjük a beszállítók szintjét. Meg kell jegyezni, hogy ezen a szinten is megkülönböztetünk másod és harmadlagos beszállítókat.

Az alkatrészgyártók és szerelők szintje, ahol több helyen is lehetőség nyílik az adott alkatrész gyártására és szerelésére. A következő szint az alkatrész elosztó raktár, amelynek kettős szerepe van. Alapesetben alkatrésszel látja el a szerelési folyamatot, másrészt gondoskodik a vevői részről megnyilvánuló alkatrészek biztosítására is. Nyilván itt is különféle alkatrészek gyártására és elosztásáról lehet beszélni.

Következő szint a szerelő üzemi szint, ahol részegységek és késztermékeknek a szerelését végzik különböző üzemekben. Az üzemekből kikerülő késztermékek vagy részegységek késztermék elosztó raktárakba, vagy felhasználókhöz kerülhetnek.

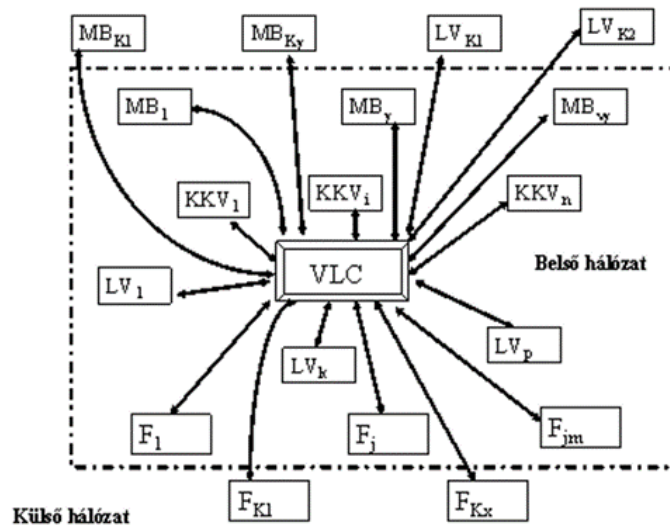
A leírtaktól egy egyszerűbb példát mutat a 14. ábra, amelyen látható a nyilakkal jelölt lehetséges kapcsolati elemek. Érzékelhetők, hogy egy adott vevői igény kielégítésénél különböző szintek különböző elemei sokféleképpen kapcsolódhatnak egymáshoz, amely azt is jelenti, hogy egy-egy adott vevői igény kielégítése különböző átfutási időkkel és költségekkel valósulhat meg [53]. Ezért is lényeges az ilyen típusú hálózatok megfelelő irányítása és ellenőrzése.



14. ábra. Alkatrészgyártó-szerelő hálózat modellje [3]

A 15. ábra a KKV-k számára kialakítható virtuális logisztikai központ elvi kapcsolati rendszerét mutatja.

A kis- és középvállalatok beszállítói tevékenységét támogató virtuális hálózat: A Virtuális Logisztikai Centrum (VLC) központi szerepet kap a hálózat működésében, melynek alapja egy számítógépes rendszer [54]. A 15. ábra mutatja be a kapcsolati rendszert.



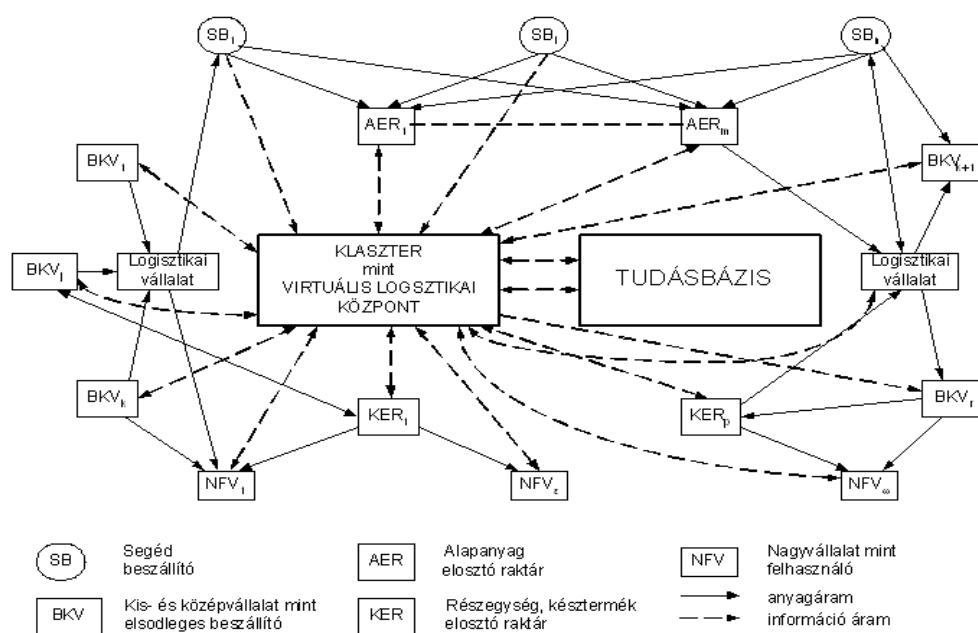
15. ábra: A kis – és középvállalatokat segítő virtuális logisztikai központ elvi struktúrája [3]

- „F” jelöli a felhasználókat (nagyvállalatokat). A VLC begyűjti a felhasználói igényeket (beszállítói igények).

- „KKV” (kis- és középvállalatok) látják el a beszállítói feladatokat. A VLC kiválasztja az felhasználói igények alapján a legmegfelelőbb KKV-t.
- „MB” (másodlagos beszállító) a beszállító beszállítója. A VLC kiválasztja a KKV igények alapján a legmegfelelőbb MB-t.
- „LV” (logisztikai vállalatok) kiválasztása az MB és a KKV logisztikai igényei alapján történik.

A hálózatnak lehetnek belső es külső tagjai. Belső tagok egy meghatározott időre szóló keretszerződéssel rendelkeznek, míg a külső tagokat időszakonként veszik igénybe, illetve esetenként vonnak be a hálózatba. A logisztikai feladatok elosztása a virtuális logisztikai hálózaton belül matematikai és optimalizálási módszereken alapszik, figyelembe véve a logisztikai alapelveket, mint a költségek es átfutási idők minimalizálása, JIT-elv szerinti szállítás és alacsony saját készletszint.

A klasztereknek virtuális logisztikai központoknak fontos szerep jut a regionális fejlesztéseknél. Erre mutat példát a 16. ábra. Az ábrán jól látható, hogy a rendszer irányítását a klaszter, mint virtuális logisztikai központ látja el. Gyakorlatilag ez a központ csak informatikai kapcsolatot tart minden egyes elemmel és a kialakuló anyagáramokat a beérkező információk alapján, valamint ezen információk feldolgozását végző tudásbázis segítségével szervezi meg a rendszer. Szeretném hozzátenni, hogy a virtuális logisztikai vállalatok a virtuális klaszterrel abban az esetben tudnak sikeresek lenni, ha minden egyes valóságos résztvevő jobb gazdasági eredményeket fog tudni produkálni, mintha a klaszteren kívül tevékenykedne.



16. ábra: Klaszter, mint virtuális logisztika központ [3]

A klaszter Virtuális Logisztikai Központja:

- INTRANET-et tart fenn a klaszter meghatározott elemei között,
- igénybe veszi az E-commerce-t, ill. EDI-t,
- felhasználja az INTERNET-et,
- kapcsolódik és együttműködik a Logisztikai Központtal,
- telekooperációkat szervez, outsourcing, ill. sourcing feladatokat hoz létre,
- kiterjedt marketing tevékenységet lát el.

A termelési szervezetekre nem jellemző az egy telephelyes elhelyezkedés, hanem úgy, mint a szolgáltatásoknál, több telephelyes, egyre fokozódó méretű hálózatok alakulnak ki. A logisztika szerepe erősen megnövekszik a hálózatszerűen működő termelő- és szolgáltató vállalatoknál, mert az anyagáramlás viszonylatai kiterjednek. Ezeket a rendszereket, csak logisztikával integráltan lehet működtetni. A hálózatszerűen működő, logisztikával integrált rendszerek jellemzői a következők:

- nő az extern (külső) logisztika szerepe, de az intern (belső) logisztikával összhangban,
- nő a logisztikai szolgáltatók száma,
- megkívánja az olyan virtuális vállalat hálózat kialakítását, melyben jelen vannak termelő, szolgáltató, felhasználó és logisztikai egységek,
- a hálózatszerű működés lehetővé teszi az ellátási lánc működtetését, előnyeinek érvényesítését.

7.3.5. Egy beszállítói klaszter szervezet logisztikai rendszere

A klaszterek alapvetően azonos tevékenységet folytató vállalatok, vagy egy adott termék előállításával kapcsolatos vállalatok összességét fogja össze. Ilyen alapon beszélhetünk logisztikai klaszterekről is, amelyben a klaszter tagok különböző logisztikai jellegű tevékenységet végeznek, mint raktározás, szállítás, tárolás, egységtrakomány készítés, bontás, gyűjtés és osztályozás, illetve csomagolási tevékenységek, stb.

A logisztikai klaszteren belül a klaszterhez kapcsolódó tevékenységek végrehajtásának irányítását egy tudásbázison alapuló adott szoftver alkalmazásával végzik. Az így lebontott logisztikai tevékenységek lehetőséget biztosítanak különböző feladatok együttes végzésére is:

- közös beszerzések a fajlagos költségek csökkentésére,
- beszállítások gyakoriságának növelése (kisebb mennyiségek gyakoribb szállítása),
- központi irányítással a rendelés gyorsabb és pontosabb lebonyolítása,
- készletszintek közösen kezelhetők a klaszteren belül.

8. Új típusú értékteremtő láncok beszállítói hálózatának logisztikai modellje

Ebben a fejezetben az "értékteremtő lánc" vizsgálati lehetőségeihez kapcsolódó új típusú modell meghatározását, kialakítását, feltétel rendszerét és céljait dolgozom ki.

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 és jövedelmezőségét, valamint a legfontosabb tényezőt a megrendelők elégedettségét.

8.1 A logisztikai értékláncok meghatározása és feladatai

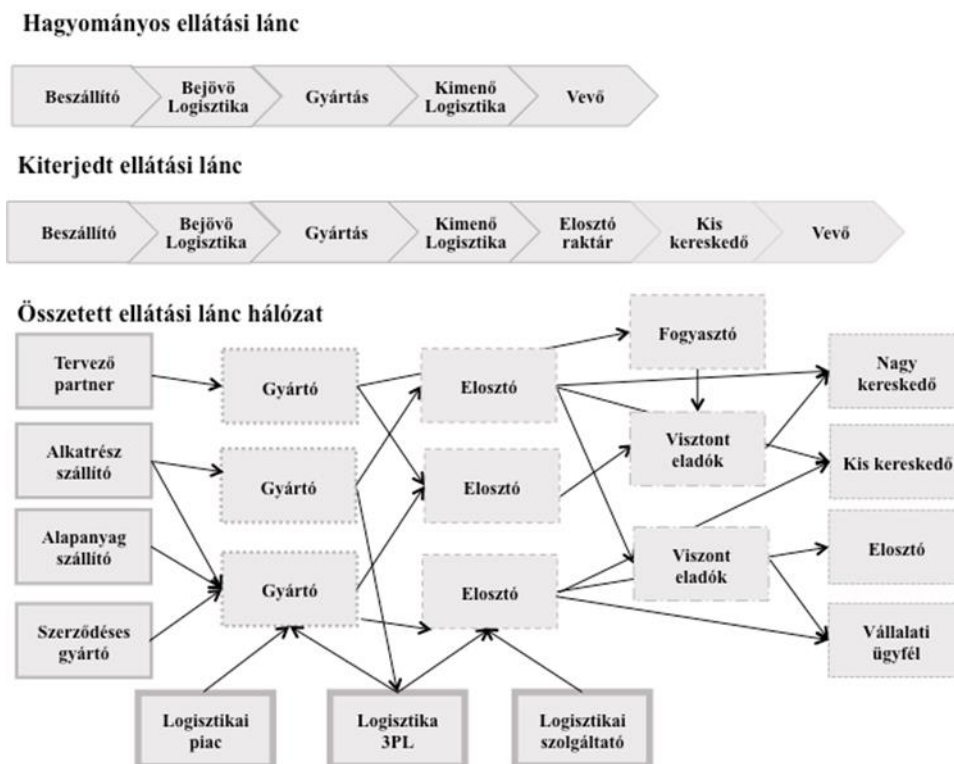
Egy vállalat tevékenységei napjainkban egy értékteremtő lánc keretében valósulnak meg. az értékteremtő lánc magában foglalja a beszállítóktól induló termék és szolgáltatásokat, a vállalatnál megvalósuló termelési és szolgáltatási tevékenységeket, a késztermékek és szolgáltatások megrendelőkhöz történő eljuttatását majd az értékteremtő lánc végezetül magában foglalja az előállított termékekkel és a nyújtott szolgáltatásokkal kapcsolatos újrahasonítási 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].

8.2 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. Napjainkban számszerűleg lényegesen nagyobb a KKV-k száma, mint a multinacionális cégeké. Ez azt jelenti, hogy a KKV-k jelentős számú ember számára biztosítanak megélhetést tevékenységükből eredően, ezáltal fontos kérdés a KKV-k szerepének megerősítése ebben a globalizált ellátási láncban. 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.

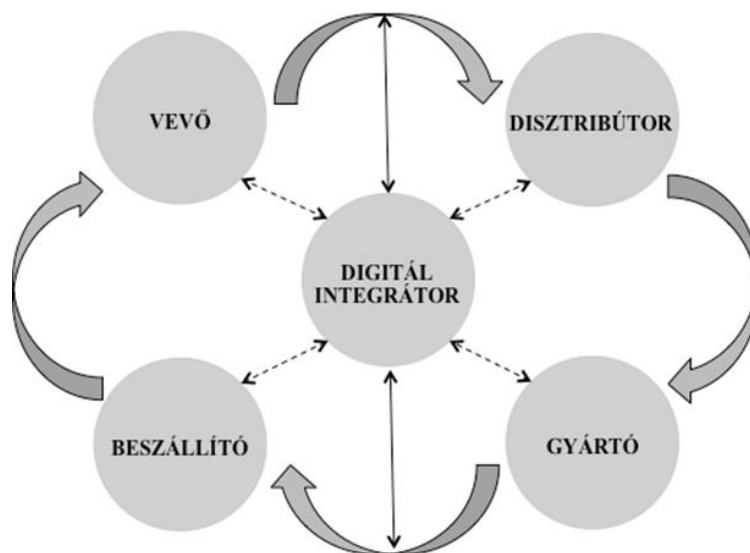
A következőkben saját ipari tapasztalatomat és a szakirodalmi feldolgozásokat felhasználva egy új típusú értékteremtő lánc beszállítói hálózatának lehetséges kialakításait dolgoztam ki [S10].



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

A 17. ábra szemlélteti a hagyományos ellátási láncok és az általam javasolt továbbfejlesztett összetett ellátási láncok kialakításának kapcsolati rendszerét. A 17. ábra alapján megállapítottam, 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 kiberfizikai 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 18. ábra.



18. 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 18. 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.

A fentiekben ismertetett kutatási eredmények igazolják a megfogalmazott első tézis hitelességét.

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.

8.3. Klaszter alapú új értékesítési hálózat modelljének építőelemei és ezek funkciói

Kidolgoztam a klaszter alapú új értékesítési hálózat egy központi digitális integrátoron alapuló összetett és erősen virtuális központilag vezérelt modelljét. A klaszter alatt jelenlegi modellem esetében a jelentkező vevői igények kielégítésére együtt dolgozó, az ellátási lánc különböző helyein található adott funkciókat ellátó vállalatok összességét értem. A klaszter jelenlegi felépítésében egy közös célért dolgozik, nevezetesen a mindenkor jelentkező változó vevői igények meghatározott célfüggvények szerinti optimális kielégítésének, ellátásának a

megvalósításán. Egy olyan modell kialakítását céloztam meg, ami bizonyítja, hogy a központi irányítással működő rendszer minden egyes résztvevője egy adott célfüggvényre vonatkozóan a bevétel szempontjából eredményesebb lesz, mintha saját maga szervezné meg a működést. Meghatároztam a virtuális rendszer hálózatot és vizsgálati területeit egy klaszterszerű kialakítás esetén. A főbb vizsgálati területeket a 19. ábra foglalja össze.



19. ábra: Új típusú klaszter orientált értékesítési lánc modell vizsgálati területei (saját szerkesztés)

Lehatároltam a legfontosabb vizsgálati célokat és paramétereket, amelyeket figyelembe veszek a digitális klaszterhálózatnál elérendő célok meghatározásánál. Ezek a következők:

- eszközök kihasználtsága,
- átfutási idők,
- gyártási költségek,
- logisztikai költségek,
- igényekre való reagálás (rugalmasság),
- sorozatok rugalmassága,
- várakozási idők,
- késési idők,
- leállási idők,
- hibás termékazonosítások,

- ellátási láncon belüli rizikók felismerése, vizsgálata és csökkentése.

8.3.1. Digitál integrátoron alapuló klaszter működési algoritmus

A következőkben megvizsgálom, hogy az általam előzőleg lehatárolt klaszterrendszer működésénél milyen működtetési algoritmusok lehetségesek, ezekhez milyen célfüggvények alkalmazhatók, valamint mely helyeken érdemes az Ipar 4.0 nyújtotta alkalmazások bevezetése.

Klaszter szervezethez tartozik egy tevékenységi kör és a tevékenységi körben résztvevő vállalatok, tagok. A tagok száma véges elemű, akik a klaszter részét képezik és azonos, illetve kiegészítő tevékenységhez kötődnek. Egy olyan rendszer megalkotása a cél, amely képes a vevői igényeken alapuló adott termékstruktúra változás követésére.

Napjainkban meghatározó a gazdaság működésénél a kis- és középvállalkozások szerepe. A klaszterek működésénél célként megfogalmazható, hogy a kis- és középvállalatok is be tudjanak kapcsolódni a klaszterbe a kölcsönös előnyök kihasználásával. A kis- és középvállalatok mellett a nagyvállalatok szerepe is lényeges a klaszter szempontjából. A klaszter működéséhez szükséges tudástranszfert a kutatóintézetek és egyetemek biztosítják. A klaszterek működésénél legfontosabb meghatározó szerep a résztvevők között lezajló anyag- és információ áramlás, valamint az egyes döntéshozatalok megvalósítása. A kis- és középvállalatok klaszterbe történő bekapcsolódásának alapvető feltétele a KKV-n belüli logisztikai rendszer, valamint a klaszteren belüli logisztikai rendszer egyenszilárdságú kialakítása. Itt elsősorban gondolok az alkalmazott szabványos információgyűjtési és továbbítási, valamint információfeldolgozó rendszerekre. Ha ezek az említett információs tevékenységek szabványos formában az egész klaszter területén és a tagok területén is rendelkezésre állnak, akkor megvalósíthatók a következők:

- percre készen követhetők a termékek a klaszteren belül,
- percre készen ismerjük a klaszteren belüli raktárkapacitások kihasználtságát,
- percre készen ismerjük a klaszterben alkalmazott anyagmozgatási és logisztikai gépek kapacitáskihasználtságait,
- percre készen ismerjük a klaszterben jelentkező technológiai és anyagmozgatási feladatokat,
- percre készen ismerjük a klaszterben rendelkezésre álló humán erőforrás nagyságát és kihasználtságát.

Természetesen egyéb más, a klaszter működésére vonatkozó paraméterek is kezelhetők. A klaszter adott célfüggvény szerinti optimális működéséhez egyre nagyobb mennyiségű

információra van szükség. Ezért érdemes megvizsgálni, hogy ha közös adatfelhőket használunk, akkor mennyiben tudjuk javítani a klaszter működésének megvalósítását és teljesítményének növelését. A benchmarking alkalmazása szintén nagyon fontos, mert a benchmarking módszerekkel a különböző tevékenységeket folyamatosan ki tudjuk értékelni, össze tudjuk hasonlítani a legjobb elmélettel és a legjobb gyakorlati módszerrel.

A klaszter rendszer működésének meghatározó eleme, hogy az egész klaszterre vonatkozó paraméterek valós időben rendelkezésre álljanak a működési stratégiai döntések számára. Ezt el lehet érni kiberfizikai rendszerek, hálózatok kialakításával, valamint Ipar 4.0. nyújtotta lehetőségek alkalmazásával a klaszter logisztikai folyamatainál.

A kis- és középvállalatok a nagyvállalatokkal együtt elmozdulnak a digitalizáció nyújtotta lehetőségek irányába. Ez azt jelenti, hogy egyre több kiberfizikai rendszer kerül kialakításra. Ezeket a meglévő kiberfizikai rendszereket kiberfizikai hálózatokba kapcsolják össze, amelyek szintén fontosak a klasztertagok és az egész klaszter működése szempontjából. A kiberfizikai rendszerek szenzorok segítségével mérik a klaszter valós paramétereit, amely paramétereket digitalizációs formába alakítanak. Ezek a szenzorok percre készen pontos információt nyújtanak a rendszer fizikai állapotáról. Ezen digitalizált fizikai állapotjellemzők alapján lehetséges döntéseket hozni a logisztikai rendszer működtetésével kapcsolatosan.

8.3.2. Új típusú digitál integrátorral vezérelt klaszter modell résztvevői

A termékstruktúra definiálása után egy klaszter modell kerül kidolgozásra. Ebben a részben meghatározásra kerül, hogy kik vannak a klaszteren belül. Ezeknek a klasztertagoknak meg vannak a célfüggvényei a működésük szempontjából. Ennek van egy központja, melynek célja a klasztertagok együtt működtetése. De ahhoz, hogy ez jól tudjon működni, rengeteg információnak kell rendelkezésre állni. Ezeket az Ipar 4.0 eszközeivel, valamint a digitalizáció útján gyűjtjük össze.

A klaszter- alapú értéklánc fő elemei a következők:

- vevők,
- beszállítók,
- alapanyag előállítók,
- alkatrészgyártók,
- összeszerelők,
- logisztikai szolgáltatók,
- termékstruktúra,

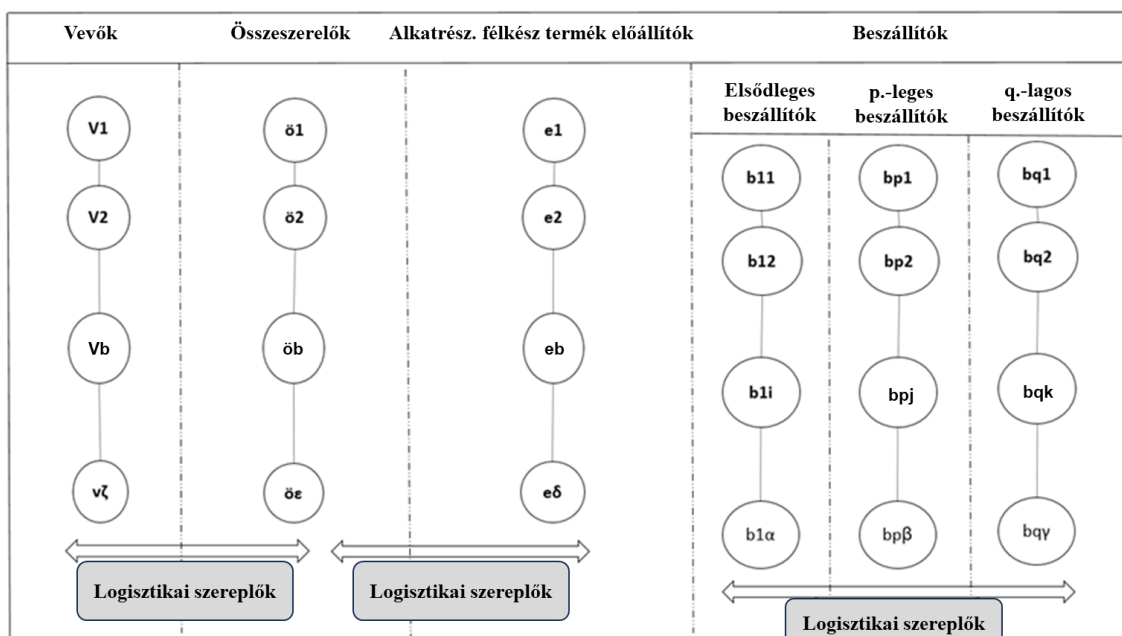
- virtuális digitális központ.

Felírásra kerül minden egyes résztvevő jellemzője. Vannak benne gyártók, szolgáltatók, logisztikai szolgáltatók, technológiai szolgáltatók, szállítók, vevők. Ezen elemek felírhatók valamilyen mátrix vagy halmaz formájában és általános alapjellemezőkkel lehet a gyártókat jellemezni.

Általában a gyártókat jellemzi:

- Milyen típusú technológiai berendezésekkel rendelkezik?
- Milyen termékeket/ terméktípusokat állít elő?
- Milyen sorozatnagyságban állítják elő az adott terméket?
- Milyen típusú alkatrészek szükségesek a gyártási folyamatokhoz?
- Milyen beszállítókra van szükség az alapanyagok beszerzéséhez?

Ennek a hálózatnak meg vannak az építőelemei. Az egyes építőelemek jellemezhetők a rájuk háruló feladatok megadásával, valamint a hálózat építőelemei között kialakuló speciális kapcsolati rendszerrel. Mindegyik elemnek meg van a saját maga célfüggvénye egyenként, de ezek alapján kialakításra kerül egy olyan célfüggvény, amely elfogadható a hálózati elemek mindegyikére vonatkozóan. Új típusú elosztási, beszállítói lánc modellje kerül kidolgozásra, a modellelemek funkcióit a 20. ábra foglalja össze.



20. ábra: Klaszterekre orientált ellátási lánc résztvevői (saját szerkesztés)

A 20. ábrán használt jelölések a következők:

a) Vevők

A vevői igények határozzák meg a klaszterek tevékenységi körét. A vevői igények optimális kielégítésére szerveződik az egész klaszteri tevékenység. A vevők a vevői igényekkel jelennek meg és „mozgatják“ a felvázolt klaszter modellt. A vevők száma ζ .

Jelölésük: V_b , ahol $b=1 \dots \zeta$

A vevőknek két fő csoportját lehet megkülönböztetni:

1. A fogyasztói piac tagjai, akik személyes fogyasztásra vásárolnak. A fő befolyásoló tényezők: kulturális tényezők, társadalmi tényezők, személyes jellemzők, pszichológiai jellemzők.
2. A szervezeti vásárlás esetében, a vállalati tevékenység ellátására vagy tovább értékesítés érdekében vásárolnak. A szervezeti piac három formája különböztethető meg: ipari résztvevők: a termékeik előállításához vásárolnak alapanyagokat, nyersanyagokat, termelőeszközöket; viszonteladói piac; kormányzati piac.

Fő kritériumok a vevői vásárlások során:

- igények gyors felismerése és meghatározása,
- igénynek megfelelő termékspecifikációk meghatározása,
- lehetséges beszerzési forrásopciók azonosítása,
- ajánlatok begyűjtése,
- ajánlatok elemzése és beszállítók meghatározása,
- a rendelési mechanizmus meghatározása.

b) Beszállítók

A beszállítók megválasztásánál termékenként és mennyiségenként szükséges meghatározni a vizsgált időszakban az adott beszállítótól szükséges alapanyagmennyiségek ütemezését. Ez azt jelenti, hogy ismerni kell milyen típusú terméket, milyen határidőre, milyen mennyiségben, milyen minőségben tud szállítani.

A beszállítók kiválasztásánál kétféle paramétert használunk, mennyiségi és minőségi paramétereket:

1. Mennyiségi paramétereknek való megfelelés:
 - adott termékből, adott mennyiség, adott határidőre történő szállítása,
 - beszállítást jellemző anyagmozgatási munka nagysága,
 - beszállítás költség jellemzői (RST, egységgrakományképzés-bontás, termékazonosítás, gyűjtés, osztályozás stb. költségei),

- szállítási útvonalak nagysága.

2. Minőségi paramétereknek való megfelelés:

- beszállított mennyiségektől való megengedett eltérések betartása,
- szállítási határidők pontossága,
- folyamatos alkatrészellátás biztosítása,
- termelési programban történő változásokhoz történő rugalmas alkalmazkodás,
- beszállított alkatrészek minőségi paramétereinek a garantálása,
- beszállító tevékenységének minőségi értékelése.

A beszállítókat fontosságuk alapján is osztályozni kell a kiválasztás során. A fontosság a fent említett paraméterek alapján kerül súlyozásra és meghatározásra.

A legfontosabb beszállítók az elsődleges beszállítók, amelyekből α darabszám van.

Jelölésük: b_{1i} , ahol $i=1 \dots \alpha$

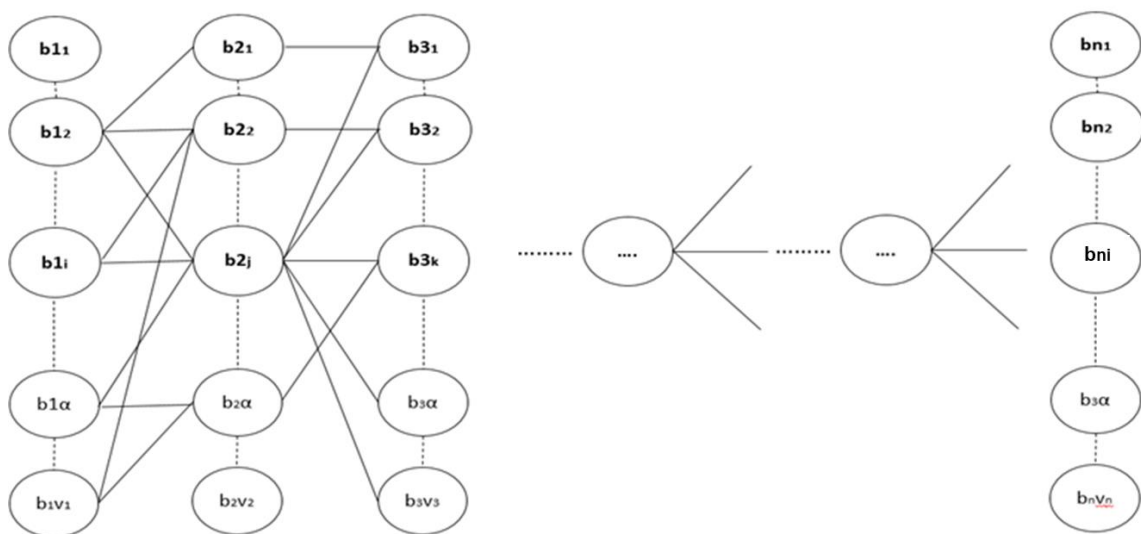
A fontosságuk szerint a p . helyen álló beszállítók a p -leges beszállítók, amelyekből β (béta) darab van.

Jelölésük: b_{pj} , ahol $j=1 \dots \beta$

A beszállítók sorában fontosságuk szerint az utolsó helyen állók a q -lagos beszállítók, amelyekből γ darab van.

Jelölésük: b_{qk} , ahol $k=1 \dots \gamma$

A beszállítók összetett kapcsolati rendszerét a 21. ábra mutatja be.



21. ábra: Beszállítók kapcsolati lánc (saját szerkesztés)

c) Termelővállalatok, avagy az alapanyag, alkatrész és félkész termék előállítók

Az alkatrész és félkész termék előállítók a beszállítóktól kapják az alapanyagokat, segédanyagokat, amelyeket felhasználnak tevékenységük során. Az alkatrész és félkész termék előállítókból δ darabot különböztetünk meg.

Jelölésük: e_l , ahol $l = 1 \dots \delta$

Az alapanyagelőállító vállalatok estében fontos különböző paraméterek és szempontok feltérképezése és vizsgálata, hogy milyen feltételek alapján történik a kiválasztás és az alapanyag beszállító meghatározása:

- Hányféle alapanyag előállítására képes?
- Egyes alapanyagok előállítása milyen költségbe kerül?
- Egyes alapanyagokból egy időegységen belül mennyit képes gyártani?
- Hol vannak helyileg a gyártási egységei?
- Milyen logisztikai paraméterekkel rendelkezik?
- Milyen gyártási és szállítási rugalmasságot biztosít?
- Mekkora a rendelések és a gyártás átfutási ideje?

d) Logisztikai szolgáltatók

A logisztikai szolgáltatók felelnek az ellátási láncon belül a lánc elemei közötti logisztikai folyamatokért. Logisztikai folyamatok és feladatok alatt a szállítás, raktározás, készletezés, tarolás és elosztás feladatait értjük. Ide tartoznak a különböző alapanyag és késztermék raktárakért felelős szolgáltatók, fuvarozó és szállítmányozó cégek, és vállalatirányítási rendszereket, szoftvereket előállító és üzemeltető cégek.

Elsődleges vizsgálati paraméterek:

- Milyen költséggel látják el az adott logisztikai feladatot?
- Milyen átfutási idővel dolgoznak?
- Milyen a szolgáltatás minősége?
- Milyen hatékonysággal végzik tevékenységüket?
- Milyen új technológia műveletet tudnak elvégezni?
- Milyen típusú anyagokat kell kezelni (por, folyékony, veszélyesanyag stb.)?

Ezután meg kell vizsgálni, hogy milyen logisztikai paraméterekkel tudja az adott vállalat a terméket szállítani. A logisztikai költség mátrix az alábbi formában írható fel:

$$LK = [LK_{tk}] \quad (1)$$

ahol

- LK_{tk} a t-edik termék k-adik logisztikai költségének értéke,
- $t=1\dots n$, a termék futóindexe.
- $k=1\dots l$, a logisztikai költség típusok futóindexe.

e) Összeszerelők

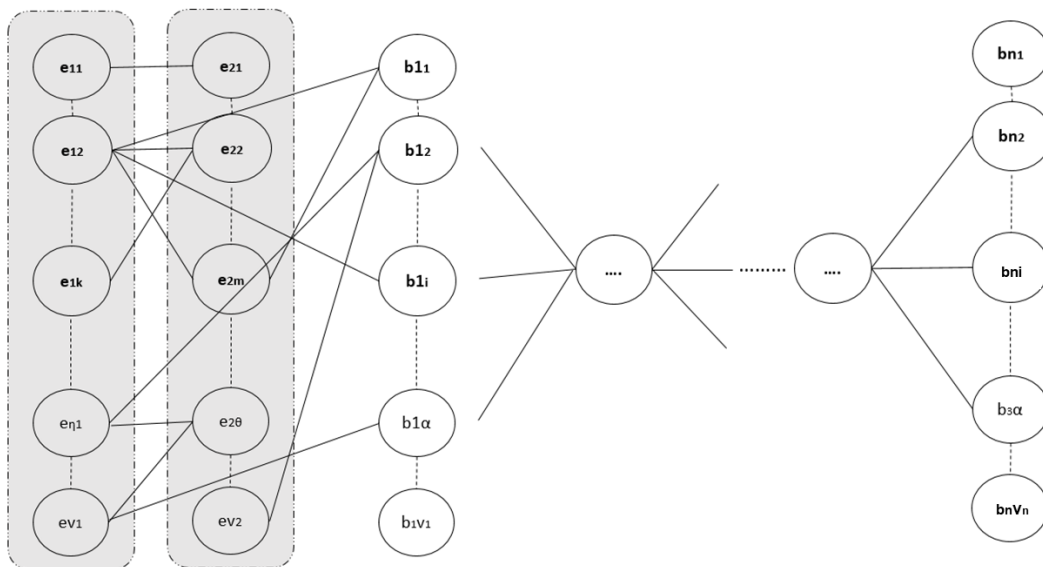
Az összeszerelők az alkatrész és félkésztermék előállítóktól kapott darabokból szerelik össze a készterméket. Az összeszerelők száma ε .

Jelölésük: δ_a , ahol $a=1\dots\varepsilon$

Vizsgálati paraméterek:

- milyen költséggel,
- mennyi idő alatt,
- milyen minőségben,
- milyen termelékenységgel,
- milyen új technológiai műveletet tud megcsinálni,
- milyen anyagok esetén.

Az összeszerelők és az alkatrészgyártók kapcsolódását a 22. ábra szemlélteti.



22. ábra: Alkatrész és félkésztermék lánc (saját szerkesztés)

f) Termékstruktúra

A termékstruktúra az aktuális vevői igény ismeretében és a klaszter rendelkezésre álló erőforráskapacitásai alapján kerül meghatározásra. A vevői igények és a rendelkezésre álló klaszter kapacitások folyamatos monitorozása szükséges a megfelelő működéshez, valamint a

meghatározható egy alkalmassági érték, amely azt mutatja, hogy a vizsgált beszállító az adott termék követelményeinek hány esetben felel meg.

$$m_{ik} = \sum_{j=1}^p K_{ijk} \leq P \quad (2)$$

Ha minden egyes termék ($i=1\dots n$) és minden egyes beszállító ($k=1\dots r$) esetén meghatározzuk az m_{ik} értékét, akkor adódik az $M(i,k)$ mátrix:

$$M(i,k) = \begin{matrix} & \begin{matrix} \xrightarrow{1 \dots k \dots r} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \downarrow \\ 1 \\ 2 \\ \vdots \\ i \\ \vdots \\ n \end{matrix} & \left[\begin{matrix} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & m_{i,k} & \\ & & & & \\ & & & & \end{matrix} \right] \end{matrix}$$

Ahol a paraméterek száma p és $M(i,k)$ maximális értéke P lehet.

$$A_k = \sum_{j=1}^p m_{jk} \cdot \gamma_j \quad (3)$$

A γ_j azt jelenti, hogy a j -edik termék milyen fontos a termelő számára. A γ_j súlyozási tényezőre jellemző, hogy a vizsgált termékparaméter jellemző γ_j nagyobb mint 0, de kisebb mint 1.

$$\sum_{j=1}^p \gamma_j = 1 \quad (4)$$

Az $A(k)$ vektor azt mutatja meg, hogy a különböző beszállítók mennyire alkalmasak az adott termékstruktúra előállítására. Az a_k esetében kijelenthető, hogy

$$0 \leq a_k \leq P \quad (5)$$

ahol minél nagyobb az a_k értéke, annál jobban megfelelő. Az $A(k) = [a_k]$ értékekre vonatkozóan előírható egy a_{min} , amely segítségével redukálható a beszállítók száma.

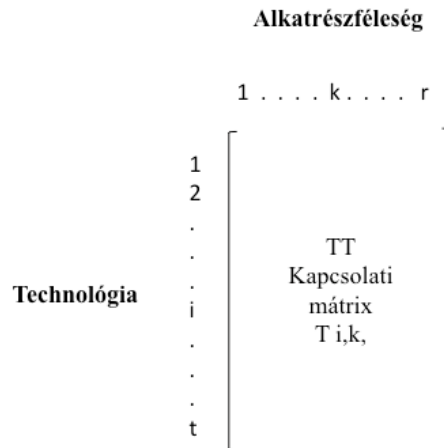
Ha az

$$a_k \leq a_{min} \quad (6)$$

akkor a k . beszállító kizárásra kerül a beszállítók közül, mivel nem felel meg a termékstruktúrának. A megfelelt beszállítók száma ezután r' , ahol $r' \leq r$.

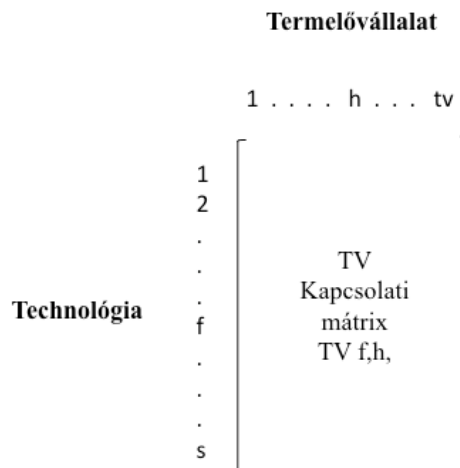
g) Technológiai háttér

- milyen költséggel,
- mennyi idő alatt,
- milyen minőségben,
- milyen termelékenységgel,
- milyen új technológiai műveletet tud megcsinálni,
- milyen anyagok esetén.



A TT technológia mátrix mutatja meg, az i-edik technológia felhasználásra kerül a k-adik alkatrészféleség esetén. Ha a k-adik alkatrész előállításánál:

- a technológiának szerepe van, akkor $T_{ik} = 1$,
- a technológiának nincs szerepe, akkor $T_{ik} = 0$.



A TV mátrix esetén, ha a h-adik vállalat

- az f-edik technológiát tudja biztosítani, akkor $TV_{fh} = 1$,
- az f-edik technológiát nem tudja biztosítani, akkor $TV_{fh} = 0$.

Ezekután megnézem ki tudja előállítani és mennyi darabot tud előállítani arra az időpontra. Ha nem tudja legyártani arra az időpontra, akkor lehet gondolkodni, hogy nem egyet, hanem kettőt vonok be. De lehet, hogy valaki le tudja gyártani arra az időre a megfelelő mennyiséget, de utána vizsgálni kell milyen költséggel, melyik tudja olcsóbban előállítani és leszállítani. Bevezethető a $K(z)$ mátrix, amely megmutatja, hogy milyen költséggel tudja előállítani az adott anyagféleséget, alkatrészt, alapanyagot az adott gyártócég, beszállító.

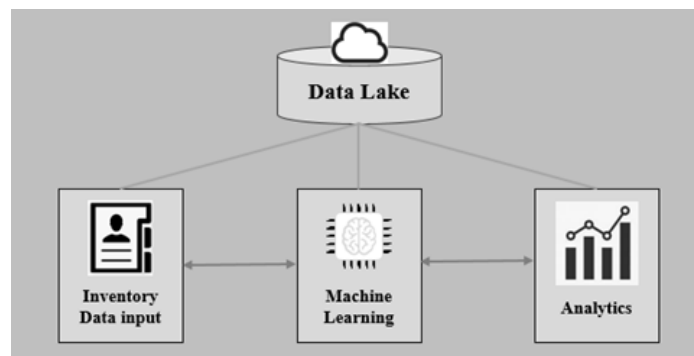
Az ellátási lánc általam kidolgozott komplex modelljét alapul véve határoztam meg a lánc építőelemeinek fentiekben bemutatott kapcsolati rendszerét és logisztikai paramétereit. Ezen kutatási eredmények összefoglalásaként került meghatározásra a második tézisem.

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].

8.4 Optimalizált digitális klaszter integrál által vezérelt lánc feltételei, lehetőségei

Mivel előzőleg szűkítésre került a lehetséges beszállítók köre, a következő lépésben a vizsgált termékstruktúra és a megmaradt beszállítók függvényében a jelentkező feladatok szétosztása szükséges. Ezt végzi a digitális klaszter integrátor (23. ábra).



23. ábra: Adatbank kapcsolatrendszere (saját szerkesztés)

Optimalizálási feltételek: Az információk centralizálva vannak egy digitális adatbankon belül. Az egészet a piac vezérli. A feladat ennek az igénynek a kielégítése.

A PwC analízise alapján egy klaszterszervezet által vezérelt digitális értéklánc meghatározó elemei [56]:

- az intelligens értéklánc szakértői,
- meghatározott értéklánc-elemzés,

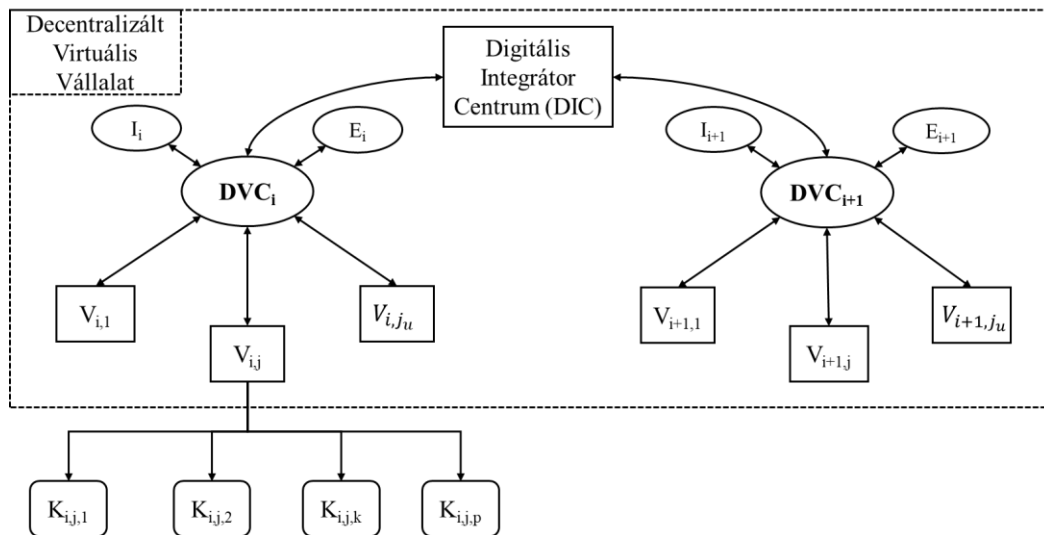
- beszerzés 4.0,
- intelligens raktározás,
- hatékony alkatrészkezelés,
- önálló és B2C logisztika,
- átlátható utánpótlási folyamatok,
- integrált tervezés és kivitelezés.

A mesterséges intelligencia (MI) és a folyamatok automatizálásához a legfontosabb elemek, amelyek meghatározóak, hogy a folyamatok és rendszerek optimálisan és teljeskörű digitalizációval legyenek ellátva:

- MI stratégia: A vállalatok jelentős erőfeszítéseket és befektetéseket fordítanak az MI-stratégiák meghatározására vagy a platformok kiválasztására, mielőtt egyértelmű elképzelésük lenne a megoldani kívánt üzleti problémákról [57]. A szervezeteknek a problémából kell kiindulniuk, előre világosan meg kell határozniuk az üzleti felhasználási eseteket, és fel kell mérniük, hogy az MI technológia milyen hozzáadott értéket hozhat. A mesterséges intelligencia széles körű elterjedéséhez a szervezeten belül minden réteg támogatására szükség lesz.
- Műszaki és üzleti ismeretek: Az új technológiák bevezetése a szervezeten belül azt eredményezi, hogy különböző vagy további tehetségcsoportokat kell vonzani az MI-megoldások megvalósításához, működtetéséhez és karbantartásához [58]. A mélyreható műszaki és üzleti ismereteket ötvöző erőforrások sok üzleti területen még mindig ijesztőek. A hiányzó készségek fejlesztésére szolgáló speciális mesterséges intelligencia képzési út lehet az egyetlen elérhető lehetőség.
- Technológia: A technológiai oldalon is számos kihívás fogalmazható meg. Az MI – és különösen a gépi és mély tanulási technikák – nagyszámú számítást igényelnek nagyon rövid időn belül. Az MI-platform teljesítményének biztosításához nagyobb és modern infrastruktúra szükséges, ami megnövekedett árakat és befektetéseket eredményez. Ezek terhet jelenthetnek az MI-technológia általános elterjedésében, különösen a kis- és közepes méretű vállalatoknál. A mesterséges intelligencia nem váltja fel a meglévő rendszereket, de zökkenőmentesen integrálni kell velük. Minél régebbi vagy nehezebb a meglévő rendszer – annál több erőfeszítést és potenciális költséget igényel egy MI-megoldás megvalósítása a kilépő IT-ökoszisztémán belül [59].
- Adatok: Az egyik leggyakoribb mesterséges intelligencia kihívás, amellyel a vállalkozások szembesülnek a valós idejű, koherens és holisztikus adatok elérhetősége.

Az adatkészletek rendelkezésre állása elengedhetetlen az MI-megoldások betanításához, megvalósításához és futtatásához, valamint a kívánt eredmények eléréséhez. A szigorúbb adatvédelmi előírások (például az általános adatvédelmi rendelet (GDPR) Európában) további kihívásokat jelenthetnek a személyes adatok tárolása és felhasználása terén.

Az általam kidolgozott rendszermodellt a 24. ábra szemlélteti.



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

Az általam kidolgozott rendszermodell a következő elemekből épül fel:

- digitális integrátor centrum (DIC),
- különböző tevékenységcsoportokhoz tartozó alklaszterek, avagy másnéven decentralizált klaszterek (DVC_j),
- klasztereken kívüli, de a vizsgált klaszterekhez valamilyen tevékenység folytán kötődő külső vállalatok (K_{ij,k}).

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

9. A kidolgozott modell vizsgálata rizikófaktorok alapján

A kidolgozott modell alapján meghatároztam egy mintapéldát, amely alkalmas a logisztikai erőforrások igénybevételenek adott szempontok szerinti optimalizálására. Az optimalizálásnál kiemelten kezelem a klaszter működésében előforduló ellátási láncok rizikóit, valamint az erőforrások optimális kihasználását.

A vizsgálatom célkitűzései a következők:

- a logisztikai klaszterhálózatban a logisztikai erőforrások nagyságának és megosztásának optimális megválasztása,
- a kockázati tényezők csökkentése és a lehető legkisebb kockázati rangsor felépítése.

A vizsgálathoz kapcsolódó bemenő adatai a rendszernek:

- hálózat elemeinek telepítés-elrendezése,
- a vizsgált logisztikai erőforrások típusai,
- a vizsgált logisztikai erőforrások kapacitásainak nagyságai,
- a vizsgálat során figyelembe veendő kockázati tényezők,
- a vizsgált kockázati tényezők fontossága és jelentősége az ellátási láncok működésénél keletkező hibák létrejöttében.

9.1 Az alkalmazott matematikai modell leírása

A logisztikai erőforrások nagyságának és megosztásának megválasztásánál a decentrumoknál jelentkező és sztochasztikusan változó logisztikai erőforrás igényekből indulok ki. Optimalizásra kerülnek az egyes decentrumokban megvalósítandó logisztikai erőforrások és kapacitásai. Minden egyes decentrum esetén és minden egyes erőforrásféleségre vonatkozóan képezhető a jelenleg meglévő kapacitás és az optimális kapacitás szükséglet különbsége. A feladat megoldása során két esetet lehet megkülönböztetni:

- az adott szolgáltatónál (decentrum) jelentkező kapacitás szükséglet hiányt, az erőforrás szükséglet kapacitásának növelésével oldom meg,
- a szolgáltatóknál jelentkező erőforrás kapacitások figyelembevételével a felhasználók újbóli hozzárendelése történik meg a rendelkezésre álló erőforrások alapján.

Ezek után a sztochasztikusan változó vevői igényekből és a logisztikai erőforrásokból kiindulva, megkülönböztetve a különböző klaszterkategóriák saját, illetve az idegen körzetről adódó igényeket a centralizált digitál integrátor összegyűjti az adatokat és a rizikófaktorok és kockázati tényezők alapján optimalizálásra kerülnek az egyes klaszter kategóriák virtuális centrumaiban kiépítendő logisztikai erőforrások kapacitásai.

A következőkben megvizsgálásra kerül, hogy az így kapott erőforrás kapacitások egyes klasztercsoportokban milyen mértékben térnek el a már meglévő kapacitások optimumaitól. Adott eltérés esetén a következőket kell megvizsgálni:

- A felhasználók a klaszterkategóriákon belül, vagy a kategórián kívül kerülnek átcsoportosításra.
- Az adott klaszter kategóriában módosítjuk a kielégített erőforrások kapacitásának nagyságát.

A jelentkező változatok közül a legkedvezőbbet kell kiválasztani a rizikófaktor és a kockázati tényezők minimuma alapján [S10].

9.2 Az alkalmazott módszer matematikai leírása

A rizikófaktorok és a kockázati tényezők kezelésére a szakirodalomban jól ismert TOPSIS eljárásból indulok ki. Mivel a vizsgálat célja, hogy megtaláljam a legjelentősebb kockázatokat a digitalizáció által vezérelt ellátási láncban, ezért a vizsgálati eljárás módszertanát a következőképpen alakítottam ki.

A vizsgálati eljárás módszertana a következő lépésekből áll:

- kockázatok azonosítása,
- értékelési feltételek megadása,
- kockázatok kiértékelése.

Ezzel a lépéssel létrehozható a kockázatok listája azon események alapján, amelyek káros hatással lehetnek az ellátási lánc működésére. A meglévő szakirodalom áttekintése alapján összesen 25 kockázati tényezőt választottam ki az ellátási láncok vizsgálatára. A kockázat azonosítása a kockázatelemzési folyamat kezdeti lépése és szubjektív összetevője. Az ellátási lánc kockázatainak csökkentése érdekében fel kell ismernünk a kockázati kategóriák univerzumát, valamint az azokat mozgó feltételeket és eseményeket. Az iparban lévő ellátási lánc kockázatainak erőforrásait a szakirodalom alapján tíz kategóriába soroltam. Ezek a következők:

- katasztrófa/ fennakadási kockázat,
- ellátási kockázat,
- logisztikai kockázat,
- globalizációs kockázat,
- technológiai kockázat változása,
- pénzügyi kockázat,

- társadalmi hatás és környezeti kockázat,
- termékminőségi kockázat,
- kereslet bizonytalansága,
- informatikai rendszer kockázata.

Itt első lépésként az ellátási lánc értékelési kritériumait választottam ki. Az ellátási lánc kockázatait a szükséges intézkedések jellege és prioritása alapján lehet értékelni. A kockázatot a várható veszteség függvényének tekintem, és megállapítom, hogy a kockázat milyen gyakran fog bekövetkezni, valamint meghatározom a kockázat súlyosságát. Az ellenőrzések minőségét úgy kell kialakítani, hogy hatékonyan megszüntesse, csökkentse vagy elfogadható szintre hozza a kapcsolódó kockázatokat. Ezért ebben az elemzésben három értékelési kritériumot használok az azonosított kockázatok elemzésére:

- Valószínűség (C1): az egyedi kockázat előfordulásának valószínűsége.
- Súlyosság (C2): adott kockázattípus lehetséges hatásai.
- Az ellenőrzések minősége (C3): a rendszerek, a folyamatok és a kulturális ellenőrzések minősége e kockázatok csökkentése érdekében.

A felismert kockázatok kiértékelése TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution = A rendelési preferencia technikája az ideális megoldáshoz való hasonlóság alapján) módszerrel történik. A kockázati tényező és kritériumok súlyának és minősítésének értékeléséhez szemantikai kifejezéseket használnak. A módszer fő gondolata a kompromisszumos megoldás koncepciójából fakad. Kiválasztom a paraméterenként értelmezhető pozitív (legjobb) és negatív (legrosszabb) értékű megoldást.

1. lépés

A módszer alkalmazásának első lépése a D avagy a döntési mátrix meghatározása (25. ábra), amely a figyelembe veendő rizikófaktorokat és a lehetséges megoldásváltozatokat tartalmazza. Megvizsgálva a problémával kapcsolatos alternatívákat, rögzítjük azok számát.

Az i -edik lehetséges alternatívát jelöli A_i , ahol $i = 1 \dots m$.

A vizsgált lehetséges paraméterek számának meghatározása után rögzítjük a figyelembe vett alternatívákat.

A lehetséges j -edik paramétert jelöli a C_j , ahol $j=1 \dots n$.

Ezek után létrehozuk a több kritériumos döntéshozatali problémát leíró döntési mátrixot. Ez a mátrix m darab alternatívából áll. Miden egyes alternatívához tartozik n darab, a vizsgált alternatívát leíró paraméter. Ezt a mátrixot szemlélteti a 25. ábra.

		Paraméterek									
		C ₁	C ₂	... C _j	. . .	C _n					
D =	A ₁	X ₁₁									
	A ₂						X ₂₁				
	A ₃						.				
	.						.				
	.						X _{i1}				
	A _i						.				
	A _m						.				

25. ábra: D mátrix (saját szerkesztés)

A mátrix X_{ij} elemei ($i=1\dots m$), ($j=1\dots n$) megmutatják, hogy az i -edik alternatívának a j -edik paraméterre milyen hatása van.

2.lépés

A módszer alkalmazásának második lépése a normalizált döntési mátrix (R) meghatározása. Ez a folyamatlépés a hatásparamétereket nem dimenziós paraméterekké alakítja. Ezáltal lehetővé válik a gyakorlatban különböző dimenziókkal rendelkező értékek összehasonlítása. A normalizált r_{ij} mátrixelemek meghatározása (7) alapján történik.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^j x_{ij}^2}}, \quad i=1..m; j=1..n \quad (7)$$

3. lépés

A módszer alkalmazásának 3. lépése a súlyozott normalizált döntési mátrix (W) meghatározása. A súlyozott normalizált döntési mátrix felépítése, figyelembe véve az egyes w_j kritériumok súlykészletét

$$W = \{w_j / j=1..n\} \text{ és } \sum_{j=1}^n w_j = 1 \text{ és } 0 < w_j < 1 \quad (8)$$

A normalizált döntési mátrix minden egyes oszlopának megszorozása a hozzá tartozó súlyozási tényezővel adja meg a súlyozott normalizált döntési mátrixot. Az új mátrix elemeinek meghatározása a következőképpen történik:

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij}, \text{ ahol } i=1..m; j=1..n \quad (9)$$

4. lépés

A módszer alkalmazásának negyedik lépése a pozitív ideális és a negatív ideális megoldások keresése.

A pozitív ideális megoldás (A+) és negatív ideális megoldás (A-) meghatározásánál a következők szerint járunk el. A v_{ij} súlyozott normalizált döntési mátrix minden egyes oszlopában meghatározzuk a maximális és a minimális értékű elemet. Az A+ és A- vektorok a pozitív, illetve a negatív ideális megoldást képviselik a súlyozott normalizált döntési értékek tekintetében, úgy mint azt a (10-11) egyenletek mutatják.

Positive Ideal Solution (PIS) = Pozitív ideális megoldás (PIM)

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\}, \text{ ahol } v_j^+ = \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \} \quad (10)$$

Negative Ideal Solution (NIS) = Negatív ideális megoldás (NIM)

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}, \text{ ahol } v_j^- = \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \} \quad (11)$$

Ahol J és J' a haszon (minél nagyobb, annál jobb) és a költségjellemzők (kisebb, annál jobb) halmaza.

5.lépés

A módszer alkalmazásának ötödik lépése a változatonként való eltérések meghatározása. A számítás menete a következők szerint történik.

Az S_i^+ vektor elemeit a (12) képlet szerint határozhatjuk meg. Ez azt jelenti, hogy a v_{ij} mátrix minden egyes i-edik soránál oszloponként haladva képezzük a mátrix aktuális értéke és a v_j^+ vektor különbségét. Ezen különbségek négyzetét összegezzük és gyököt vonva az összegből megkapjuk az i-edik befolyásoló tényező pozitív jellemzőjét.

Az alternatíva elválasztása a PIM-től a következőképpen történik:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad \text{ahol } i = 1 \dots m \quad (12)$$

Hasonlóképpen határozható meg a befolyásoló tényezők negatív jellemzője is. Az alternatíva elválasztása a NIM-től a következő:

$$S_i^- = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad \text{ahol } i = 1 \dots m \quad (13)$$

Az S_i^- vektor elemeit a (13) képlet szerint határozhatjuk meg. Ez azt jelenti, hogy a v_{ij} mátrix minden egyes i-edik soránál oszloponként haladva képezzük a mátrix aktuális értékét és a v_j^- vektor különbségét. Ezen különbségek négyzetét összegezzük és gyököt vonva az összegből megkapjuk az i-edik befolyásoló tényező negatív jellemzőjét.

6.lépés

A módszer alkalmazásának hatodik lépéseként alternatívánként meghatározom az ideális megoldáshoz való viszonylagos közelséget. Minden egyes alternatíva esetén értelmezhetjük a C_i^* értéket. Az érték meghatározását a (14) képlet alapján lehet kiszámítani.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ - S_i^-}; 0 \leq C_i^* \leq 1, \text{ ahol } i = 1 \dots m \quad (14)$$

Ez az érték reprezentálja az alternatív A_i viszonylagos közelségét az A^+ megoldás tekintetében. A képlet alapján akkor lehet C_i^* értéke maximális vagyis =1, akkor és csak akkor, ha $A_i = A^+$ és $C_i^- = 1$, akkor és csak akkor, ha $A_i = A^-$

7. lépés

A módszer alkalmazásának hetedik lépése a preferencia sorrend megadása. A C_i^* alapján lehetséges az alternatívák rangsor szerinti megadása. Ennek alapja a C_i értékek csökkenő sorrendjében történő rendezése az alternatíváknak.

A legkielégítőbb alternatíva most már a C_i^* preferencia rangrendje alapján határozható meg. Válasszon egy alternatívát, amely legfeljebb C_i^* vagy rangsorolja az alternatívákat a C_i^* szerint csökkenő sorrendben.

9.3 Példa a módszer alkalmazására

A korábban kidolgozott módszertant egy valós esettanulmányra alkalmazom, amelyet a német autóipar ellátási láncának kockázatainak rangsorolására használtam. Hasonló tevékenységet végeztem jelenlegi munkahelyemen a stuttgarti Mercedes-Benz gyárban. Az ott szerzett tapasztalatokat használom fel a mintapélda bemutatásakor. Az adatgyűjtés során figyelembe veszem több vállalat szakértői véleményét. Ebben a kutatásban két alapvető fontosságú információhalmazból indultam ki:

- a német autóipari ellátási láncok legfontosabb kockázatai a szakirodalmi áttekintés alapján,
- az azonosított kockázatok elemzése a szakértői interjúk segítségével.

Az adatgyűjtési folyamat lépéseit az alábbiakban ismertetem:

1. lépés: A kockázatok azonosítása

A szakirodalmi áttekintés és a szakértői vélemények alapján a 2. táblázat tartalmazza az azonosított kockázatok listáját.

Gazdasági kockázat	Kormány/rendeletek (R1)
Környezeti kockázat	Pandémia (R2)
	Szélsőséges időjárás (R3)
Készletkockázat	Biztonsági készlet növelése (R4)
Gazdasági kockázat	Árfolyam-ingadozás (R5)
Ellátási kockázat	Gyenge minőségű anyag (R6)
Keresleti kockázat	Nagy igényingadozás (R7)
Ellenőrzési kockázat	Kommunikáció (R8)
Szállítási kockázat	Helytelen szállítási helykihasználás (R9)
Anyagáramlási kockázat	Az átláthatóság hiánya az ellátási láncban (R10)
Folyamatkockázat	Előrejelzés (R11)
	Áramlásszabályozás (R12)
Minőségi kockázat	Plant Yield (R13)
Pénzügyi kockázat	Hanyatló munkatőke (R14)
	Vevői fizetési feltételek (R15)
Gazdasági kockázat	Energiahiány (R16)
Pénzügyi kockázat	Növekvő alapanyagköltségek (R17)
Információáramlási kockázat	Számítógépes támadások/ Adatlopás / csalás (R18)
Működési kockázat	Emberi hiba (R19)
Gyártási kockázat	Gyártási rugalmasság (R20)

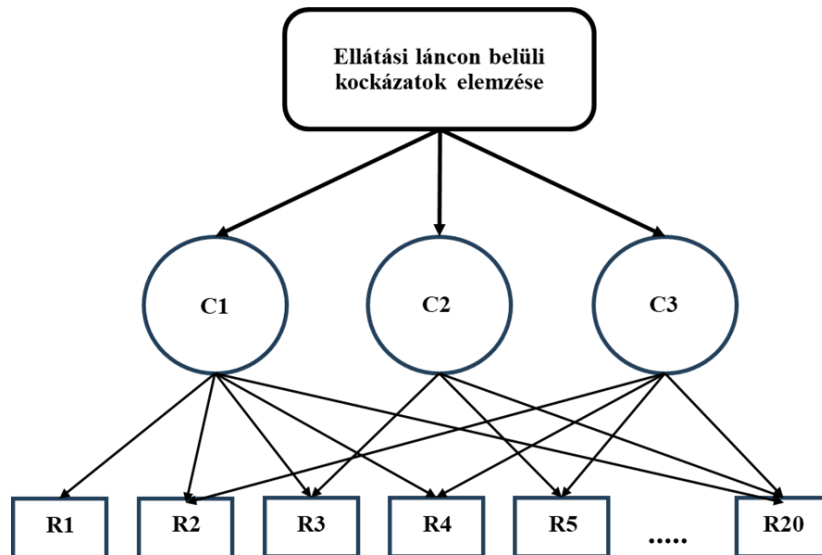
2. táblázat: Az ellátási lánc lehetséges kockázatainak listája a német autóiparban (saját szerkesztés)

2. lépés

Az azonosított kockázatok elemzését a TOPSIS módszer segítségével végeztem és a szakértői vélemények alapján rangsoroltam.

Ez a lépés a TOPSIS módszerét használta a kockázatok rangsorolására. Másodszor, az ellátási lánc szakértőjét felkérték, hogy járuljon hozzá egy csoporttalálkozóhoz az elemzés támogatása érdekében. Visszajelzéseik segítségével páronkénti összehasonlító táblázatot alakítottam ki az értékelési kritériumok súlyozásának relatív fontosságának azonosítására. A döntéshozóktól kapott információk felhasználása után elvégeztük az ellátási lánc kockázatértékelését.

Amint azt a 26. ábra mutatja, az ellátási lánc elemzése három szintből áll. A legfelső szinten a probléma célját határoztam meg. Továbbá a kritériumokat és a kockázati tényezőket a második, illetve a harmadik szinten mutatom be. A húsz kockázat mindegyike felelős az ellenőrzések súlyosságáért (C1), valószínűségéért (C2) és minőségéért (C3).



26. ábra: Az ellátási lánc kockázatainak hierarchikus elemzése (saját szerkesztés)

3. lépés

A 3. táblázat az ellátási lánc döntéshozói által a húsz kockázati tényezőre és a három kritériumra adott teljesítményértékelések alapján kidolgozott döntési mátrixot mutatja be. Mivel C1 és C2 a költségkritérium, a C3 pedig a juttatási kritérium, ezért a C1 és C2 magasabb besorolása azt jelzi, hogy mennyire valószínűek és súlyosak a kockázatok, a C3 pedig azt, hogy jelenleg mennyire állunk készen a kockázatok kezelésére vagy ellenőrzésére.

<i>Döntési mátrix</i>	C1	C2	C3
R1	2	6	8
R2	4	2	7
R3	2	5	4
R4	4	6	3
R5	2	5	4
R6	4	6	2
R7	3	4	8
R8	3	6	7
R9	4	5	5
R10	3	5	7
R11	4	7	8
R12	2	3	6
R13	5	8	6
R14	2	5	8
R15	2	5	6
R16	2	4	8
R17	3	3	8
R18	2	7	7
R19	3	4	5
R20	3	4	7

3. táblázat: Döntési mátrix (saját szerkesztés)

4. lépés

A TOPSIS első lépése alapján a döntési mátrix minden elemét a (7) egyenlet alapján normalizáltam. A TOPSIS elemzéshez kapott normalizált döntési mátrixot a 4. táblázat mutatja.

	C1	C2	C3
R1	0.14471492	0.257722068	0.277350098
R2	0.28942984	0.085907356	0.242681336
R3	0.14471492	0.21476839	0.138675049
R4	0.28942984	0.257722068	0.104006287
R5	0.14471492	0.21476839	0.138675049
R6	0.28942984	0.257722068	0.069337525
R7	0.21707238	0.171814712	0.277350098
R8	0.21707238	0.257722068	0.242681336
R9	0.28942984	0.21476839	0.173343811
R10	0.21707238	0.21476839	0.242681336
R11	0.28942984	0.300675746	0.277350098
R12	0.14471492	0.128861034	0.208012574
R13	0.3617873	0.343629424	0.208012574
R14	0.14471492	0.21476839	0.277350098
R15	0.14471492	0.21476839	0.208012574
R16	0.14471492	0.171814712	0.277350098
R17	0.21707238	0.128861034	0.277350098
R18	0.14471492	0.300675746	0.242681336
R19	0.21707238	0.171814712	0.173343811
R20	0.21707238	0.171814712	0.242681336

4. táblázat: Kapott normalizált döntési mátrix (saját szerkesztés)

5. lépés

A súlyozott normalizált mátrix kiszámításához a hozzárendelt tömegre vonatkozó információra van szükség. Az arányok jelentőségének nyelvi meghatározását az 5. táblázat tartalmazza.

Fontosság szintje	Nyelvi meghatározás az i-edik és j-edik elem összehasonlításához
1	Az i -edik elem ugyanolyan fontos, mint a j -edik elem
3	Az i -edik elem valamivel fontosabb, mint a j -edik elem
5	Az i -edik elem fontosabb, mint a j -edik elem
7	Az i -edik elem sokkal fontosabb, mint a j -edik elem
9	Az i -edik elem rendkívül fontosabb, mint a j -edik elem
2,4,6,8	Két szomszédos ítélet közötti közbenső értékek
$\frac{1}{a_{ij}} = a_{ji}$	Az i -edik és a j -edik napirendi pont közötti átültetett értékelés

5. táblázat: Az arányok fontosságának nyelvi meghatározásai (saját szerkesztés)

Az ellátási láncban dolgozó szakértők fel lettek kérve, hogy vegyenek részt egy páronkénti összehasonlító mátrixban. A vita során számos különböző érv merült fel az összehasonlító

mátrix vonatkozásában. A döntésre azért volt szükség, hogy szinkronizálják az összehasonlító táblázat harmóniáját.

A három kritérium páronkénti összehasonlító táblázatát és a hozzájuk tartozó súlyokat a 6. táblázat tartalmazza.

	Súlyosság	Valószínűség	Az ellenőrzések minősége		
	C1	C2	C3	Átlag	Súly
C1	1	0.142857	0.2	0.30571	0.074595
C2	7	1	0.33333	1.32635	0.323637
C3	5	3	1	2.46621	0.601768
			Összesen	4.09828	

6. táblázat: Páronkénti összehasonlító táblázat a három kritériumról és a hozzájuk tartozó súlyokról (saját szerkesztés)

A 7. táblázat a súlyozott normalizált döntési mátrixot mutatja.

	Súlyosság	Valószínűség	Az ellenőrzések minősége
R1	0.010795	0.083408329	0.166900496
R2	0.02159001	0.027802776	0.146037934
R3	0.010795	0.069506941	0.083450248
R4	0.02159001	0.083408329	0.062587686
R5	0.010795	0.069506941	0.083450248
R6	0.02159001	0.083408329	0.041725124
R7	0.01619251	0.055605552	0.166900496
R8	0.01619251	0.083408329	0.146037934
R9	0.02159001	0.069506941	0.10431281
R10	0.01619251	0.069506941	0.146037934
R11	0.02159001	0.097309717	0.166900496
R12	0.010795	0.041704164	0.125175372
R13	0.02698751	0.111211105	0.125175372
R14	0.010795	0.069506941	0.166900496
R15	0.010795	0.069506941	0.125175372
R16	0.010795	0.055605552	0.166900496
R17	0.01619251	0.041704164	0.166900496
R18	0.010795	0.097309717	0.146037934
R19	0.01619251	0.055605552	0.10431281
R20	0.01619251	0.055605552	0.146037934

7. táblázat: Súlyozott normalizált döntési mátrix (saját szerkesztés)

6. lépés

A pozitív ideális és a negatív ideális megoldások azonosítása a súlyozott döntési mátrix alapján (8. táblázat).

Pozitív ideális megoldás	V+	0.010795	0.027802776	0.166900496
Negatív ideális megoldás	V-	0.02698751	0.111211105	0.041725124

8. táblázat: PIM és NIM (saját szerkesztés)

A 9. táblázat azt mutatja, hogy a 17. kockázat áll legközelebb a valószínűséghez és a súlyossághoz, és a legtávolabb a kontroll minőségéhez a közszolgáltatásban, míg a legtávolabb a valószínűséghez és a súlyossághoz a hálózat- és információbiztonság, míg teljesen ellentétes a 3. kockázat esetében, amely a legkevésbé prioritást élvező kockázat.

	S_i^+	S_i^-	P_i	Rangsorolás
R1	0.055605552	0.1292442	0.69919	9
R2	0.023489969	0.1336684	0.85053	2
R3	0.093290842	0.0611753	0.39604	17
R4	0.118699924	0.0351763	0.2286	19
R5	0.093290842	0.0611753	0.39604	17
R6	0.13739499	0.0283219	0.17091	20
R7	0.028321854	0.137395	0.82909	4
R8	0.059635199	0.1084928	0.6453	10
R9	0.075980181	0.0754028	0.49809	15
R10	0.046942698	0.112858	0.70624	8
R11	0.070340223	0.1260605	0.64185	11
R12	0.043979934	0.109806	0.71402	7
R13	0.094657977	0.0834502	0.46854	16
R14	0.041704164	0.1329297	0.76119	6
R15	0.058993417	0.0946857	0.61613	12
R16	0.027802776	0.1379241	0.83224	3
R17	0.014912465	0.1435849	0.90591	1
R18	0.072570388	0.1064735	0.59468	13
R19	0.068697495	0.084414	0.55132	14
R20	0.035176326	0.1186999	0.7714	5

9. táblázat: A rangsorolási sorrendet megjelenítő megoldás

7. lépés

A TOPSIS-módszerrel kapott eredmények az $R17 > R2 > R16 > R7 > R20 > R14 > R12 > R10 > R1 > R8 > R11 > R15 > R18 > R19 > R9 > R13 > R3 > R5 > R4 > R6$.

A végső eredmények szerint a nyersanyag növekedése (R17), a pandémia/katasztrófa (R2) és az energiahiány (R16), a nagy keresletingadozás (R7) és a gyártási rugalmasság (R20) az öt legjelentősebb kockázat a német autóiipari ellátási láncban a TOPSIS módszer tekintetében az ellátási lánc döntéshozói által megadott inputok szerint.

A fentiekben bemutatott módszer alkalmazásával lehetővé válik a logisztikai erőforrások igénybevételének adott szempontok szerinti optimalálása, mely kutatási eredmények alapján került meghatározásra a disszertáció harmadik tézise.

III. Tézis:

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

10. Az eredmények reflektálása és javaslatok ipari alkalmazásokhoz

A bemutatott példa alapján megállapítható, hogy a különböző alternatíváknál különböző rizikóparaméterek fordulnak elő. Meg lehet vizsgálni, hogy egy-egy adott rizikófaktor paraméternél, hogyha az Ipar 4.0 rendszereket alkalmazom abban az esetben ezek a rizikók csökkenni, illetve javulni tudnak. Ha ezt végig visszük akkor azt fogjuk kapni, hogy a rizikóparamétereknek a javítása az Ipar. 4.0 eszközeivel bizonyos költségekbe kerül, vagyis investícióba, ugyanakkor pedig az alternatívák jobb megoldási lehetőségeket fognak kínálni. Ez egy nagyon lényeges szempont a gazdaság területén, akár ipari vagy akár szolgáltatási tevékenységekről legyen szó, és ez igaz az azokhoz tartozó logisztikai folyamatokra is [S9].

10.1 Az eredmények reflektálása

A kutatómunkám és több éves németországi szakmai tevékenységem során részt vettem az előzőleg ismertetett feladat ipari megvalósításában. Ez volt a TOPSIS módszer ipari feladatnál történő alkalmazása az általam kidolgozott tudományos modell gyakorlati kipróbálása.

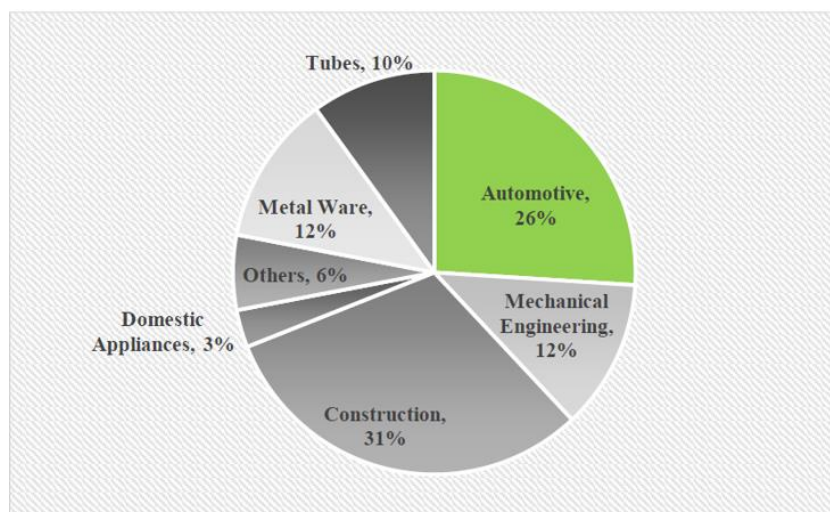
Ez a fejezet a TOPSIS statisztikai eredményeinek validálásával foglalkozik, amelyeket az ellátási lánc, Ipar 4.0-val és hálózati klaszterszervezésekkel beleértve az ellátási lánc kockázati tényezőivel foglalkozó szakirodalmi áttekintés és az ellátási láncban résztvevő döntéshozók visszajelzései alapján elemeztem.

A nyersanyagköltségek növekedése

Megfigyelhető, hogy a legfontosabb kockázat a nyersanyag árának emelkedése. A századforduló óta az acél nominális ára körülbelül 167% -kal nőtt, és ez jelentős hatással van a különböző iparágakra, ami a 27. ábrán is látható, például a szállításra, az autóiiparra és az építőiparra [60].

A nyersanyagköltség évek óta jelentős kiemelt kockázatot jelent a német autóiiparban. Németország az Európai Unió egyik legnagyobb acélgyártója, de acéltermelése jelentősen csökkent.

A növekvő technológiai változások miatt új anyagokat is használnak az automatizált vezetésben és az elektromobilitásban. Ez a nyersanyagok Európán kívüli felhasználásához vezetett, ami a nyersanyag árának növekedéséhez vezet. További jól ismert okok a munkaerőköltségek, az energia és a teherautó-vezetők hiányának növekedése. Nyilvánvaló, hogy a javasolt eredmények összhangban vannak a meglévő tanulmányokkal.

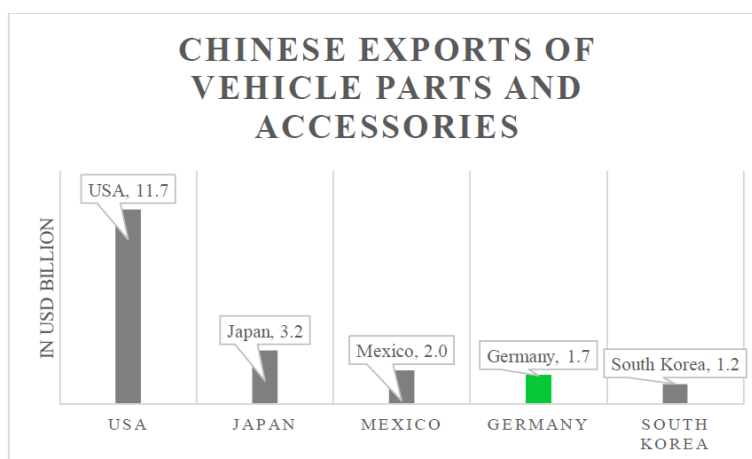


27. ábra: Az acélfelhasználás százalékos aránya iparágak szerint Németországban [60]

Pandémia és katasztrófák

A második legjelentősebb kockázat a világjárvány. Az ellátási lánc bármely részének kisebb zavara visszavetheti az autóiipart. Minden alkatrész szükséges egy autó gyártásához; míg egy 99,9%-ban kész autóval nem lehet még semmit sem tenni [61].

Az olyan világjárványok, mint a COVID-19, zavarokat okoztak a német autóiipari ellátási láncban, mivel az autóiipari ellátási láncban használt elektronika mintegy 10%-a Kínából származik (28. ábra).



28. ábra: Járműalkatrészek és tartozékok kínai exportja [61]

A német autóknak hatalmas piaca van világszerte, legyen az Kína, az Egyesült Királyság vagy az Amerikai Egyesült Államok. A járvány olyan súlyosan megragadt, hogy még az autók exportálására sem volt lehetőség.

Hasonlóképpen, a Fukushima Daiichi nukleáris katasztrófa, amely 2011-ben történt, egy fényes pigment hiányához vezetett, amelyet autófestékekben használtak, és csak Japánban gyártották, ami új problémát jelentett a német autóiparban. A Fordhoz hasonlóan a nagy autógyártók is sok gonddal szembesültek az ügyfelek számára elérhető korlátozott számú színes járművel [62].

2019-ben a Rajna folyó magas hőmérséklet és alacsony csapadékmennyiség okozta alacsony szintű vize számos teherforgalmi kockázatot jelentett az autóipari vállalatok számára. A nyersanyagok, például vasérc, vegyi anyagok és autóalkatrészek fő szállítási útvonalának tekintik. Sok autóipari vállalat hűtőfolyadékaként használja a Rajna folyó vizét. A szakirodalmi áttekintés alapján igazolható, hogy a világjárvány vagy a katasztrófák a német autóiparban is az egyik legfontosabb kockázatot jelentik [62].

Energiahiány

A megújuló energiára való áttérés, valamint az atom- és szénalapú erőművek energiájának csökkentése súlyos energiahiány-problémákat okozhat. A szén és az atomenergia az ország villamosenergia-termelésének mintegy felét teszi ki. A kormány lépése a megújuló energia felé haladva figyelembe vette a szén-dioxid-kibocsátást. A nukleáris és szénalapú erőművek leállításának helyettesítése időbe telik. A megújuló energiák kevésbé hatékonyak, így több beruházásra van szükség.

Jelentős elmozdulás tapasztalható a megújuló energiák felé olyan európai országokban, mint Hollandia, Franciaország, Németország, Svájcba, Ausztriába, Lengyelországba és Hollandiába exportál, és energiát küld Belgiumnak és Nagy-Britanniának. Így, ha Németország egyedül hagyja abba a többlettermelést saját helyzete miatt, Európa számos részén áramhiány alakulna ki [63].

Gyártási rugalmasság, csökkenő működő tőke és nagy keresletingadozás

A rangsorban a következő kockázatok a gyártási rugalmasság, a működő tőke és a nagy keresletingadozás. Az elmúlt években az emberek vásárlási szokásai nagy nyomást gyakoroltak a gyártóegységekre, ami a kereslet és a működő tőke egyenlőtlen egyensúlyához vezetett a vállalatoknál.

A Covid-19 az alkatrészek korlátozott kínálatához vezetett. Éppen időben, a termelési stratégia, valamint a csökkentett munkaerő és a karanténintézkedések arra készítették az autógyárakat, hogy jelentős termelést állítsanak le. Ezenkívül Németország különböző részein a vírus megfékezésére irányuló intézkedések, például gyárak, irodák, márkakereskedések bezárása és

a csökkentett munkaidőben dolgozók elbocsátása az új járművek értékesítési számának csökkenéséhez vezetett.

Az értékesítés csökkenése a cash flow csökkenéséhez vezetett, miközben a fizetéseket és a rövid lejáratú kötelezettségeket továbbra is fizetik. Ez hatalmas nyomást gyakorolt a készpénztartalékokra a következő hónapokban.

A kapott és a fentiekben tárgyalt eredmények egybeesnek a szakirodalmi áttekintéssel és az ellátási lánc döntéshozóival is. Az olyan gyorsan növekvő kihívások, mint a nyersanyagoktól való függőség, a világjárvány, a fogyasztói kereslet, a kormányzati szabályozások, a gyártási rugalmasság súlyos hatással vannak az autóiiparra. A német autóiipari ellátási lánc számos kockázatnak van kitéve. Az ellátási lánc bármely részén előfordulhatnak kockázatok, amelyek a hatékonyság romlásához vezethetnek. Ezért óvintézkedéseket kell tenni e kockázatok és kedvezőtlen hatásaik enyhítése érdekében.

Az ellátási lánc különböző kockázatainak csökkentése létfontosságú feladat a vállalat fejlődése szempontjából. Ezért meg kell határozni a kockázatokat a vezetők, a magasabb szintű alkalmazottak által, és meg kell tenni a létfontosságú lépéseket azok elkerülése vagy minimalizálása érdekében. A kutatás fő hozzájárulása egy német autóiipari ellátási lánc kockázatainak azonosítása és értékelése. A dolgozat eredményei segítenek a vállalatnak azonosítani a német autóiipari ellátási lánc legjelentősebb kockázatait, és útmutatást nyújtanak a kockázatok minimalizálásához.

A fentiek ismeretében, a rizikófaktorok hatásának vizsgálata során kapott eredmények alapján került meghatározásra a disszertáció negyedik tézise.

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.

11. Összegzés

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 megfelelése 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.

12. 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.

13. Az értekezés tézisei

I. Tézis

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

- c) Klaszterhálózat, amely központosított digitális integrátorként funkcionál.
- d) 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].

14. New scientific thesis

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].

15. Irodalomjegyzék

15.1. 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
- [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
- [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
- [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.

15.2. 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 szállítózsalagokra, 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] Bodoróczki 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.: Értékteremtő 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] Jentsch, 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, JATEPress, 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.

16. Mellékletek

1. Melléklet

Klaszter elégedettségi kérdőív

KÉRDŐÍV

(kitöltése önkéntes)

Elégedettségi felmérés a klaszterban való részvételről

1. A vállalkozás piaci helyzete, versenypozíciói

Hogyan változott a vállalkozás (szervezet) árbevétele a klaszter tagsága óta?

- Jelentősen növekedett
- Kis mértékben növekedett
- Stagnált
- Kis mértékben csökkent
- Jelentősen csökkent

Hogyan változott a vállalkozás (szervezet) átlagos állományi létszáma a klaszter tagsága óta?

- Jelentősen növekedett
- Kis mértékben növekedett
- Stagnált
- Kis mértékben csökkent
- Jelentősen csökkent

Hogyan értékelné vállalkozása versenyképességét a konkurenciához képest?

1 = nagyon gyenge

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = kimagasló

Értékelje 1-5-ös skálán, hogy milyen mélységben érintik az alább felsorolt problémák vállalkozását?

- ***Nem megfelelően képzett munkaerő a munkaerőpiacon.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Vállalkozásánál (szervezeténél) dolgozók képzettsége nem megfelelő.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Elégtelen fizetőképes kereslet.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***A versenytársakéhoz képest magasabb költségekkel tud termékeket és szolgáltatásokat előállítani.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Nincs megfelelő szintű együttműködés az ágazatban résztvevő vállalatok között.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***A potenciális vevők nem ismerik vállalkozása (szervezete) által előállított termékeket/szolgáltatásokat.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Nem áll rendelkezésre elegendő forrás a vállalkozás tevékenységének népszerűsítésére.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***A beszállítók nem tudnak állandó jó minőséget megbízható módon biztosítani.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Kihasználatlanok a vállalkozás rendelkezésre álló kapacitásai.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Az ágazaton belül nem megfelelő szintű az információáramlás.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

- ***Kevés lehetőség van az ágazaton belüli szakmai tapasztalatcserére.***

1 = nem érinti

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5 = jelentős mértékben érinti

Pályázott-e sikeresen vállalkozása (szervezete) a klaszter tagsága óta?

Igen

Nem

Hány pályázatban vett részt? (Amennyiben a előző kérdésre igennel válaszolt)

- 1
- 2
- 3-5
- több mint 5

Amennyiben pályázott milyen formában tette azt?

- Egyedül
- Hazai partnerrel
- Külföldi partnerrel

2. A vállalkozás jövőképe, stratégiája, a termék és szolgáltatások fejlesztésének lehetőségei

Értékelje 1-5-ös skálán, hogy vállalkozása mennyire rendelkezik világos elképzelésekkel a következő 5 év működését illetően?

1 = a szervezet nem rendelkezik elképzeléssel semmiféle 1 2 3 4 5 5 = egyértelmű elképzelések vannak

Mire számít a vállalkozás árbevétele alakulásával kapcsolatban az elkövetkezendő 5 évben?

- Jelentősen növekszik.
- Kis mértékben növekszik.
- Stagnál.
- Kis mértékben csökken.
- Jelentősen csökken.

Mire számít a vállalkozás átlagos állományi létszáma alakulásával kapcsolatban az elkövetkezendő 5 évben?

- Jelentősen növekszik.
- Kis mértékben növekszik.
- Stagnál.
- Kis mértékben csökken.
- Jelentősen csökken.

Az alábbiak közül mely területen várhatóak változások vállalkozása működésének következő öt évében?

- Létező termék/szolgáltatás kapacitásának növelése
- Létező termék/szolgáltatás jelenlegi kapacitásának jobb kihasználása
- Létező termék/szolgáltatás előállításának költséghatékonyságának javítása.
- Létező termék/szolgáltatás piaci ismertségének javítása.
- Létező termék/szolgáltatás minőségének javulása.
- Jelenleg nem létező termék/szolgáltatás létrehozása
- Rendelkezésre álló munkaerő képzettségének javítása.

3. A vállalkozás partnerei (beszállítók, vevők, egyéb szervezetek)

Vállalkozása hány szállító partnerrel áll kapcsolatban?

- 1-5
- 5-10
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- Több, mint 50

Értékelje szállítóit területi elhelyezkedésükkel kapcsolatban!

- Regionális szállító partner
- Országos szállító partner
- Európai szállító partner
- Tengeren túli szállító partner

Számuk

Vállalkozása hány vevővel áll kapcsolatban?

- 1-5
- 5-10
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- Több, mint 50

Értékelje vevőit területi elhelyezkedésükkel szemben!

- Regionális beszállító partner
- Országos beszállító partner
- Európai beszállító partner
- Tengeren túli beszállító partner

Számuk

4. Elvárások és elégedettség a hálózati részvétellel, klaszterrel kapcsolatban

Milyen információkhoz jut hozzá az ágazati klaszter működéséből adódóan, illetve mennyire elégedett az információszolgáltatással?

- **Információk jelenlegi és vagy potenciális vevőiről.**

Nem Igen

1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

- **Információk jelenlegi és vagy potenciális szállítóiról.**

Nem Igen

1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

- **Információk a klaszter tagjai által előállított termékekről.**

Nem Igen

1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

- **Információk a klaszter tagjai által nyújtott szolgáltatásokról.**

Nem Igen

1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

- **Információk a piaci folyamatokról.**

Nem Igen

1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

▪ **Információk a hazai és nemzetközi üzleti környezet változásairól.**

Nem Igen
1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

▪ **Információk a vonatkozó jogszabályokról.**

Nem Igen
1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

▪ **Információk a jelenleg futó projektekről.**

Nem Igen
1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

▪ **Információk a lezárult projektekről.**

Nem Igen
1 = egyáltalán nem elégedett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 5 = teljes mértékben elégedett

Mely területeken ért el pozitív hatásokat, egy létrejött klaszter működésének eredményeként?

▪ **Javult a partnerségben megvalósuló projekteken való részvételének lehetősége.**

Nem Igen

▪ **Javult saját vállalkozásának ismertsége.**

Nem Igen

▪ **Javult a személyes kapcsolatok kiépítésének lehetősége.**

Nem Igen

▪ **Bővült a szakmai fejlődés lehetőségei.**

Nem Igen

▪ **Egyszerűsödtek az adminisztratív feladatok.**

Nem Igen

- ***Javult a vállalkozás infrastrukturális feltételei.***

Nem Igen

- ***Több szakmai találkozó kerül megrendezésre.***

Nem Igen

- ***Vállalkozásának menedzsmet ismeretei bővültek.***

Nem Igen

- ***Javult a tőkeellátottság a vállalkozást körülvevő gazdasági környezetben.***

Nem Igen

- ***Az együttműködés hatására javul a vállalkozások termékeinek / szolgáltatásainak színvonala.***

Nem Igen

- ***Csökken a vállalkozás költség szintje.***

Nem Igen

- ***Nőtt a vállalkozás innovációs potenciálja.***

Nem Igen

Vállalkozása az alábbi területek közül, melyeken tudja a klaszter fejlődését, és működését elősegíteni?

- ***Cége hozzájárul elérhetőségek megadáshoz a klaszter többi tagja számára.***

Nem Igen

- ***Cége információkat tesz közzé a vállalkozás által előállított termékekről, vagy a nyújtott szolgáltatásokról..***

Nem Igen

- ***Cége részt vesz szakmai rendezvényeken.***

Nem Igen

- ***Cége részt vesz tanulmányi utakon.***

Nem

Igen

- ***Cége részt vesz a klaszter és tagjainak közös céljait szolgáló projektekben.***

Nem

Igen

2. Melléklet

Kérdések		Válaszok				
		Nagyon gyenge	Gyenge	Közepes	Erős	Nagyon erős
1	Mekkora az esélye annak, hogy az autóipart érintő kormányrendelet megváltozik?					
	Milyen súlyosságúak a kormányrendeletek változásai?					
	A kormányzati szabályozási változások viszonya a minőségellenőrzéshez?					
2	Milyen esélye van egy világjárvány/katasztrófa bekövetkezésének?					
	Milyen súlyossági fokúak a világjárvány/katasztrófa?					
	A pandémia/katasztrófa kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
3	Milyen esélyei vannak a szélsőséges időjárásnak?					
	Milyen súlyossági fokúak a szélsőséges időjárás?					
	A szélsőséges időjárás kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
4	Mekkora az esélye a biztonsági készlet növekedésének?					
	Milyen súlyossági szintű a biztonsági készlet növekedése?					
	A biztonsági készlet növelésének kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
5	Mekkora az esélye az árfolyam-ingadozásnak?					
	Milyen súlyossági fokúak az árfolyam-ingadozások?					
	Az árfolyam-ingadozás kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
6	Milyen esélyei vannak az alacsony minőségű anyagnak?					
	Milyen súlyossági fokúak az alacsony minőségű anyagok?					

	Az alacsony minőségű anyagok kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
7	Milyen esélyei vannak a nagy keresletingadozásoknak?					
	Milyen súlyossági fokúak a nagy keresletingadozások?					
	A nagy keresletingadozások kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
8	Milyen esélyei vannak a kommunikációs problémáknak az ellátási láncban?					
	Milyen súlyossági fokúak a kommunikációban?					
	A kommunikáció kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
9	Milyen esélyei vannak a helytelen közlekedési helykihasználásnak?					
	Milyen súlyossági fokúak a helytelen közlekedési helykihasználás?					
	A helytelen szállítási helykihasználás és a minőségellenőrzés kapcsolata?					
10	Milyen esélyei vannak annak, hogy nem látható az ellátási lánc?					
	Milyen súlyossági szintű a láthatóság hiánya az ellátási láncban?					
	Milyen összefüggés van az ellátási lánc láthatóságának hiánya és a minőségellenőrzés között?					
11	Milyen esélyei vannak az előrejelzés hiányának?					
	Milyen súlyossági szintű az előrejelzés hiánya?					
	Az ellátási lánc előrejelzésének hiánya és a minőségellenőrzés kapcsolata?					
12	Milyen esélyei vannak az áramlásszabályozás megszakadásának?					
	Milyen súlyossági fokúak az áramlásszabályozás zavarai?					
	Az áramlásszabályozás zavarainak kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
13	Milyen esélyei vannak a növényi hozamproblémáknak?					
	Milyen súlyosságúak a növénytermesztési problémák?					
	A növénytermesztési problémák kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					

14	Milyen esélyei vannak a működő tőke csökkenésének?					
	Milyen súlyossági szintű a csökkenő munkatőke?					
	A hanyatló munkatőke kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
15	Milyen esélyei vannak az ügyfelek fizetési feltételeinek?					
	Milyen súlyossági fokúak a vevői fizetési feltételek?					
	A vevői fizetési feltételek viszonya a minőségellenőrzéshez?					
16	Mekkora az esélye az energiahiánynak?					
	Milyen súlyosságú az energiahiány?					
	Az energiahiány kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
17	Milyen esélyei vannak a nyersanyagköltségek növekedésének?					
	Milyen súlyossági szinten nő a nyersanyagköltség?					
	Milyen összefüggés van a nyersanyagköltségek emelkedése és a minőségellenőrzés között?					
18	Milyen esélyei vannak a számítógépes támadásoknak / adatlopásnak / csalásnak?					
	Milyen súlyossági szintű a számítógépes támadások/adatlopás/csalás ellen?					
	A számítógépes támadások/adatlopások/csalások kapcsolata a minőségellenőrzéssel?					
19	Mekkora az emberi hiba esélye?					
	Milyen súlyossági fokúak az emberi hibák?					
	Az emberi hiba és a minőségellenőrzés kapcsolata?					
20	Milyen esélyei vannak a gyártási rugalmasságnak?					
	Milyen súlyossági fokúak a gyártási rugalmasság?					
	A gyártási rugalmasság és a minőségellenőrzés kapcsolata?					