



HERCZEG MÁRK

Bizonytalanságok az autóipari ellátási láncokban

Témavezető: Pató Gáborné Dr. habil. Szűcs Beáta

Szigorlati/komplex vizsga bizottság:

Elnök:

Dr. Kovács Zoltán

Tagok:

Dr. Szabó István

Dr. Bognár Ferenc

Dr. Nagy Andrea Magda

Dr. Hány András

Nyilvános védés teljes bizottsága:

Elnök:

Prof. Dr. Rajnai Zoltán

Titkár:

Dr. Mizser Csilla

Tagok:

Dr. habil. Felföldi János

Dr. Varga János

Dr. habil. Pónusz Mónika

Bírálok:

Dr. habil. Kollár Csaba

Dr. habil. Vörösmarty Gyöngyi

Nyilvános védés időpontja:

2024

Nyilatkozat a munka önállóságáról, irodalmi források megfelelő módon történt idézéséről

NYILATKOZAT

A MUNKA ÖNÁLLÓSÁGÁRÓL, IRODALMI FORRÁSOK MEGFELELŐ MÓDON TÖRTÉNT IDÉZÉSÉRŐL

Alulírott **Herczeg Márk** kijelentem, hogy a **Bizonytalanságok az autóiipari ellátási láncokban**

című benyújtott doktori értekezést magam készítettem, és abban csak az irodalmi hivatkozások listáján megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, a forrás megadásával egyértelműen megjelöltem.

Budapest, 2024.03.06.

Herczeg Márk
aláírás

Tartalomjegyzék

Bevezetés	6
A tudományos probléma megfogalmazása és a témaválasztás indoklása.....	6
Célkitűzések és kutatási kérdések	8
A téma kutatásának hipotézisei	9
Kutatási módszerek	10
2. A kutatás elméleti bemutatása	11
2.1. A hálózatok, ellátási láncok és bizonytalanságok kutatási területei	11
2.2. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment.....	16
2.3. A logisztika, az ellátási láncok, ellátási hálózatok és az ellátási lánc menedzsment.....	17
2.3.1. A logisztika	17
2.3.2. Az ellátási láncok, ellátási hálózatok és az ellátási lánc menedzsment.....	18
2.3.3. A globalizáció és ellátási láncok kapcsolata	21
2.3.4. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment az ellátási láncokban.....	24
2.3.4.1. Kockázatok meghatározása	25
2.3.4.2. Ellátási zavarok kockázata	26
2.3.4.3. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment	26
2.3.4.4. Kockázatok észlelése és megelőzése.....	27
2.4. Fontosabb mérföldkövek az ellátási láncok és bizonytalanság területén	27
2.5. A COVID-19, és a vírus okozta kihívások az ellátási láncokban.....	33
2.5.1. Átfutási idők változásainak jelentősége és a szűk keresztmetszet anyagok	37
2.5.2. Vevői igényekre való reagálás ellátási nehézségek függvényében	39
2.6. Az autóipar és autóiipari elektronikai terület áttekintése	42
2.6.1. Autóiipari sajátosságok	42
2.6.2. Az elektronikai terület sajátosságai.....	44
2.6.3. Az autóiipari elektronikai terület bemutatása.....	44
2.6.3.1. A mikroelektronika, mint kiemelten fontos terület	45
2.6.3.2. Kína, mint kulcsfontosságú piac a mikroelektronika területén	46
2.6.3.3. A COVID-19 hatásai az autóiipari elektronikai területre	47
2.6.3.4. Elektronikai komponensek sajátosságai ellátási lánc szempontból.....	49
3. A kutatási terv.....	50
3.1. A probléma felvetése	50
3.2. Kutatási kérdések	51
3.3. Hipotézisek	51
3.1. Kutatási keretrendszer, mint a kutatás elméleti modellje.....	52
3.2. Konceptualizálás	54
3.3. Operacionalizálás	57
3.4. Adatgyűjtés és a kutatáshoz felhasznált adatok	58
3.5. Az adatok tisztítása és struktúrája	59
3.1. Alkalmazott módszertanok.....	62

3.2.	Kvalitatív kutatási módszerek bemutatása	63
3.2.1.	A kutatás során lefolytatott interjúk	63
3.2.1.	Interjúk a kvalitatív kutatásokban	63
3.2.2.	Strukturálatlan interjú	64
3.2.3.	Félig strukturált interjú	64
3.2.4.	Strukturált interjú	64
3.3.	Kvantitatív módszerek	65
3.3.1.	Hálózatelemzés	65
3.3.1.1.	A hálózatelemzéshez tartozó néhány fontosabb alapfogalom	66
3.3.1.2.	A centralitás és egyes fontosabb mutatói	67
3.3.1.3.	Többrétegű hálózatok	69
3.3.1.4.	Átmeneti hálózatok	71
3.3.1.5.	Közösség detekció	73
3.3.1.6.	Strukturális redukálhatóság	74
3.3.2.	Wilcoxon próba	76
3.3.3.	Korrelációelemzés	76
4.	Kutatási eredmények bemutatása	78
4.1.1.	A vizsgált első szintű beszállítók bemutatása	78
4.1.1.	Az esettanulmány összefoglalója és eredményei	80
4.2.	A kutatás lefolytatása	80
4.2.1.	A hálózati struktúra évenkénti vizsgálata	80
4.2.2.	A hálózatban lévő szereplők változásainak vizsgálata	85
4.2.3.	A partnerkapcsolatokat leíró változók közötti összefüggések vizsgálata	89
5.	Kutatási kérdések megválaszolása és diszkusszió	91
	Összegzett következtetések	94
	Új és újszerű tudományos eredmények	94
	Ajánlások	96
	Irodalomjegyzék	99
	Felhasznált irodalom	121
	A szerzőnek a témában megjelent publikációi	135
	A szerző konferencia előadásai a témában	136
	Rövidítésjegyzék	137
	Táblázatjegyzék	138
	Ábrajegyzék	139
	Mellékletek és függelékek	140
	Köszönetnyilvánítás	147

Bevezetés

A tudományos probléma megfogalmazása és a témaválasztás indoklása

A 21. század felgyorsult világa tele van új lehetőségekkel, mellette pedig kihívásokkal az élet minden területén. A világ a COVID-19 következtében megváltozott, a logisztika és az ellátási lánc menedzsment más értelmet nyert, az ellátási láncok és hálózatok talán sosem voltak még ennyire fontosak. Ez kiemelten igaz a kutatásomban kulcsfontosságú autóiipari és elektronikai területekre, ahol a kiélezett verseny meghatározó. A 2020-as évektől kezdődően az együttműködés, közös válaszok a kihívásokra, a bizonytalanság leküzdése kiemelt szerepet kapott azokban az időkben, amikor nemhogy évekre, hónapokra, hanem sok esetben hetekre előre sem lehetett érdemben tervezni a megváltozott piaci helyzet miatt.

Az elmúlt néhány évben olyan logisztikai és ellátási láncokkal kapcsolatos kihívásokkal kellett szembenéznie a világnak, és a különböző szervezeteknek, amelyek eddig precedens nélküliek voltak. A megszokott üzletmenet teljesen átformálódott több dolog együttes eredményeként. Megváltoztak a prioritások, a tankönyvi példák, tanított módszerek, a folyamatok új értelmet nyertek, vagy akár idejétmúlttá váltak. Olyan óriási változások következtek be, amelyekre nem lehetett teljes mértékben felkészülni, gyorsan, proaktívan reagálni. Ellátási lánc és logisztikai szempontból az autóiiparnak és az elektronikai iparnak olyan ipar- és régióspecifikus megoldásokat kellett és jelenleg is kell találnia a különböző kihívások és bizonytalanságok leküzdésére, amelyekkel nem csak alkalmazkodni tudnak a változásokhoz, hanem a versenyképesség megtartása és a különböző fejlődési lehetőségek mellett a vevői kiszolgálási szint a lehető legmagasabb szinten történjen.

Az autóiipari mikroelektronika egy olyan robbanásszerűen növekedő és fejlődő, kihívásokkal teli terület, amely ötvözi a különböző iparágak diverzitását, komplex háttéréből adódóan egyedi megközelítést igényel. [1] Kutatásom során ezt az izgalmas és sokszínű területet vizsgáltam, ahol egy speciális termékcsalád, az autóiipari vezérlőegységek ellátási láncainak, hálózatainak elemzésével foglalkoztam a kapcsolódó bizonytalanságok tükrében. A bizonytalanság, az autóiipari ellátási láncok és hálózatok közötti kapcsolat vizsgálata több tudományterület segítségével történt, interdiszciplináris tekintetben kapcsolja össze a különböző gazdasági, műszaki és társadalmi eredményeket egy holisztikus, átfogó képet adva.

Az ellátási láncokkal kapcsolatos bizonytalanságokat több oldalról megközelítették már különböző szerzők, [2] [3] kiemelve egyes allokációs eseteket. [4] Más iparágakban is foglalkoztak az ezekkel kapcsolatos következményekkel, hatásokkal, több ellátási láncokkal

kapcsolatos tudományos eredmény is született, amely kiemeli, hogy nem elég a bizonytalanságot egy változóként kezelni a különböző döntéshozatalok során, illetve felhívják a figyelmet a megfelelő erőforrások allokációjára a bizonytalanságok tükrében. [5] A bizonytalanság azon események, változások összessége, amelyek kevésbé kiszámítható módon, időben, hatással, következménnyel vannak a vizsgált területre, ennek következtében a döntések meghozatala nehezebb lesz a kisebb átláthatóság és a döntés következményeinek kevésbé előre jelezhető hatásai miatt. [6] [7] A különböző szakcikkekben [8] [9] kitértek a nehézségekre, mint például az ellátási problémákra egy kiszámíthatatlan piaci környezetben, [10] potenciális megoldási lehetőségekre, mint például új források bevonása az ellátási láncokba¹, [11] illetve matematikai modellek segítségével kapott eredmények ismertetésére. Főleg nemzetközi szintű, fokozatosan bővülő szakirodalmi háttér állt rendelkezésre a komplex kutatáshoz, melyek foglalkoztak az egyes ellátási láncokhoz kapcsolódó bizonytalanságokhoz, [12] [13] kiemelték az együttműködés és közös döntéshozatal előnyeit [14] [15] és a vevőkkel való szoros kollaborációt, [16] illetve a beszállítói bázis kiválasztásának fontosságait a költségek tükrében. [17] Ezeken felül a COVID is fontos szerepet kapott a kutatások során, [18] [19] illetve az átláthatóság és fenntarthatóság, [20] valamint egyes készletgazdálkodási megoldások is. [21]

Munkám középpontjában a legnagyobb európai székhellyel rendelkező autóiipari, első szintű beszállítók² elektronikai gyártással is foglalkozó magyar leányvállalataival kapcsolatos vezérlőegység gyártás ellátási hálózata állt, amely egy rendkívül összetett és kihívásokkal teli speciális szegmense az elektronikai iparnak. Doktori dolgozatomban a COVID-19 fontos szerepet játszott, az általam vizsgált időszak a 2018-as és 2019-es évek, mint a pandémia előtti időszak, valamint a 2020-as és 2021-es évek, mint a koronavírus alatti időszak, és erre a négyéves periódusra nézve térképeztem fel és elemeztem a kutatásom középpontjában álló első szintű beszállítók ellátási hálózatait.

Kutatásom kiindulópontjának három autóiipari első szintű beszállítót választottam. Ezek az autóiipari első szintű beszállítók központjai Európában találhatóak, és a teljes globális autóiipari OEM³ eladásai tekintetében 2020-as statisztika alapján a top 10 autóiipari beszállítók közé tartoztak. A vizsgálati fókusz meghatározását a Pareto 80/20-as szabály alapozta meg az

² Első szintű beszállító: tier 1 beszállító

³ OEM: Original Equipment Manufacturer: egy adott vállalat sajátként forgalmazza más eredeti gyártó vállalatoktól vett termékeket

eladásaik tekintetében. Mindhárom választott vállalat szigorú kérése volt az anonimitás, ennek tükrében osztották meg az adatbázisokat, és álltak rendelkezésre az interjúhoz.

Dolgozatomat úgy építettem fel, hogy a releváns szakirodalmak gyűjtése és elemzése után interjúkat készítettem a kutatásomban vizsgált vállalatoknál dolgozó ellátási lánc területen lévő szakemberekkel és vezetőkkel, az interjúkérdések az 1. függelékben találhatóak. Az interjúk után a releváns vállalati adatbázisokat a rendelkezésemre bocsátották, az adatok összefoglalóját pedig a 16. ábrán szemléltettem. Az adatok rendszerezése és tisztítása után kódoltam az egyes változókat, a kutatáshoz szükséges formára alakítottam az adathalmazt az elemzés elkezdéséhez. Az adatbázis felépítését és az azzal kapcsolatos részleteket a kutatási terv részben mutatom be.

Célkitűzések és kutatási kérdések

Kutatási célom az volt, hogy áttekintsem és megvizsgáljam az autóiipari elektronikai iparhoz, bizonytalansághoz, ellátási lánchoz és hálózatelemzéshez releváns hazai és nemzetközi szakirodalmakat, és a különböző kapcsolódó kutatások eredményeit. Továbbá célom volt, hogy azonosítsam a legnagyobb európai székhelyű autóiipari első szintű beszállító vállalatokat, feltárjam és elemezzem a magyar leányvállalatainknak az elektronikai vezérlőegység gyártással, mint speciális területtel kapcsolatos beszállítói hálózatuk struktúrájának változását, illetve az egyes szereplők fontosságának és anyagellátásuk változását 2018 és 2021 között. Ezeneken felül további célom volt, hogy elemezzem a partnerkapcsolatokat leíró változók⁴ közötti összefüggéseket a rendelkezésre álló adatok alapján.

A vezérlőegység gyártás területe azért volt indokolt kutatásomban, mert bizonytalanság szempontjából ismeretes, hogy az autógyártók és releváns autóiipari beszállítók ezeket a terméktípusokat, termékcsaládokat szűk keresztmetszetként kezelik, továbbá a vezérlőegységek olyan stratégiai termékek, amelyek nélkül az autógyártás manapság már elképzelhetetlen lenne, ezek nélkül a modern járművek működtetése nem lenne lehetséges.

Az autóiipari elektronikai ellátási láncokban keletkezett alapanyaghiányok, kapacitási problémák és egyes kritikus anyagok átfutási idejének és árának növekedése nagymértékben érintette a vezérlőegység gyártást is, mint komplex és speciális területet. A kutatott ellátási

⁴ Anyagárak és átfutási idők változásai, illetve az anyagok státusza és kritikussága

hálózatokban⁵ vizsgált bizonytalansági tényezők elemzése az autóiipari elektronika területén lehetőséget adott arra is, hogy a kutatás eredményeit más hasonló területen vagy iparágban is lehessen alkalmazni.

Ezek alapján kutatásomban a kutatási rést, a bizonytalanságok, ellátási láncok és hálózatok együttes integráló vizsgálata jelenti, az általam kutatott autóiipari első szintű beszállítók területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatok és a kutatási bizonytalansági tényezők tükrében. Ezen aspektusok együttes vizsgálata hiánypótlónak tekinthető.

Doktori dolgozatomban a célkitűzéseket figyelembe véve az alábbi kutatási kérdésekre kerestem a választ:

K-1: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatának struktúrájában megfigyelhető-e különbség a COVID-ot megelőző két év és a COVID időszakában?

K-2: Megfigyelhető-e időbeli változás a szereplők fontosságát, illetve központi szerepét és anyagellátási viselkedésüket tekintve a 2018-2021 időszakon belül?

K-3: A kutatás középpontjában álló ellátási hálózatok beszállítói kapcsolatainak alakulásában, mely vizsgált bizonytalansági tényezők és milyen mértékben játszanak szerepet?

A téma kutatásának hipotézisei

A kutatási kérdések alapján az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg az értekezésemben:

H-1: A vizsgált autóiipari első szintű beszállítók, elektronikai területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatokban, strukturális különbség volt megfigyelhető a vizsgált négyéves periódus alatt.

H-2: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatában, további anyagellátási források bevonása, mint például disztribútor, bróker cégek, illetve a beszállítói hálózat bővítése szükségessé vált, bár a további anyagellátási források hatalmi pozíciója nem erősödött; ugyanakkor a vizsgálat szerinti harmadik szintű partnerek, a kutatott ellátási hálózatban betöltött szerepének felértékelődése volt megfigyelhető a COVID alatti időszakban.

⁵ ellátási hálózat: olyan több szintű gyártóegységek és egyéb szolgáltatói partnerek közötti kapcsolatrendszerként lehet definiálni, amelyben az együttműködő tagok bizonyos szinten együttesen felelősek a beszerzési, gyártási és disztribúciós tevékenységekért egy vagy több kapcsolódó termékcsalád kapcsán. [22]

H-3: A kutatás során vizsgált, négy változó közül, az átfutási idők változása határozza meg szignifikánsan, a beszállítói kapcsolatok alakulását a COVID időszak alatt, 2020-ban és 2021-ben, a többi vizsgált változónak nincsen szignifikáns szerepe.

A szakirodalmi vizsgálat után azt a konklúziót vontam le, hogy az általam vizsgált változók közül az átfutási idők változása várható szignifikánsan befolyásoló tényezőnek a kutatásomban vizsgált, specifikus és komplex területen. Továbbá az előzetes szakmai és kapcsolódó szakirodalmi tapasztalatok alapján, a négy vizsgált változó közül ez volt a legmeghatározóbb. Hipotézisemben, ezért az átfutási időt emeltem ki, mint várhatóan egyetlen szignifikánsan befolyásoló vizsgálati tényezőt.

Kutatási módszerek

A kutatási kérdések megválaszolása és a hipotézisek igazolása vagy elvetése miatt először irodalomkutatást, és azok feldolgozását, majd az általam felépített adatbázis elemzését végeztem el, ahol hálózatelemzéssel (centralitás metrikák, közösség detkció, strukturális redukálhatóság) temporális hálózatok esetén és kapcsolatelemzéssel (korrelációelemzés és Wilcoxon próba) kapcsolatos módszereket alkalmaztam az átfogó eredmények elérése érdekében. A kutatás során használt módszerek segítségével a COVID-19 kapcsán az utóbbi néhány év során tapasztalt új és eddig precedens nélküli problémákat és kihívásokat elemeztem, amelyek tükrében elmondható, hogy az ellátási hálózatoknak ez a területe egy viszonylag feltérképezetlen terület.

2. A kutatás elméleti bemutatása

A kutatás elméleti bemutatása során először kitérek a szakirodalmi áttekintésre. Utána a logisztika, ellátási láncok és hálózatok, illetve a bizonytalanságokkal és kockázatmenedzsmenttel kapcsolatos részeket mutatom be részletesen is. Ezután az egyes fontosabb mérföldkövekre térek ki, illetve bemutatom a COVID hatásait kutatásom szempontjából. Ezt követően pedig az autóiipari és elektronikai ipari sajátosságokat emelem ki, összekapcsolva az egyes fejezeteket. Lényeges azt is megemlíteni, hogy azért fontosak ezek a témák, mert a kutatási rés ezen témakörök mentén körvonalazódott.

2.1.A hálózatok, ellátási láncok és bizonytalanságok kutatási területei

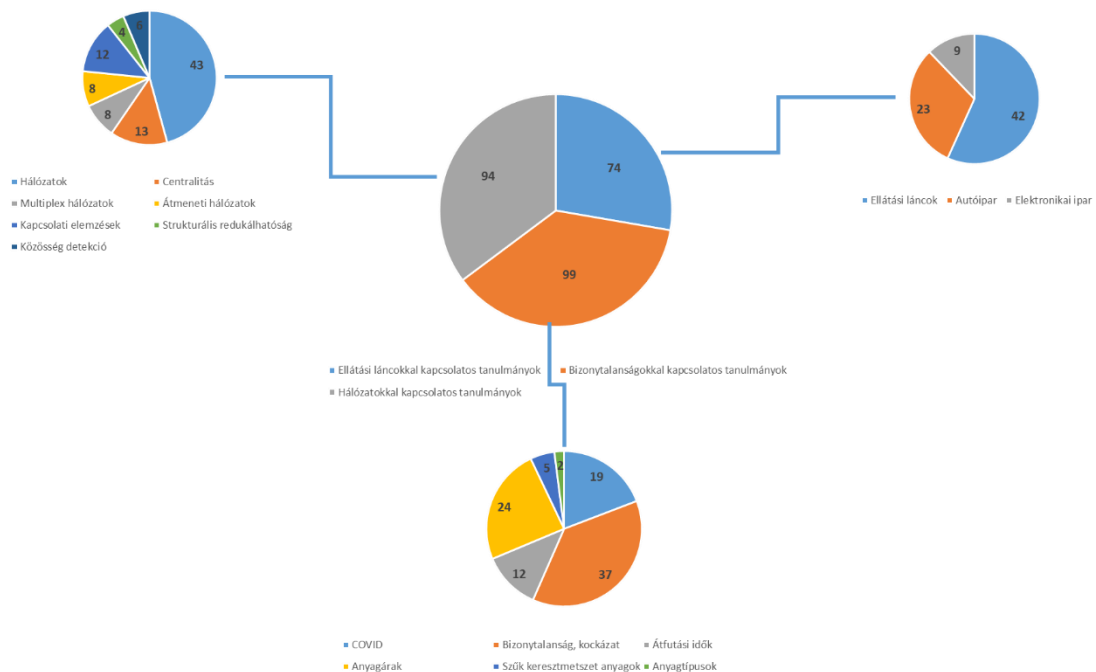
Doktori dolgozatomban az irodalomkutatás során azt vizsgáltam, hogy a különböző, főleg nemzetközi, illetve hazai szakirodalmakban milyen ellátási láncokkal, bizonytalansággal és hálózatokkal kapcsolatos, dolgozatomban szempontjából releváns kutatásokat végeztek eddig, és mely aspektusok voltak kiemelve az egyes tanulmányokban. Ezután további részekre bontottam a három nagyobb kategóriát, specifikálva a kutatásom szempontjából fontosabb alterületeket, fogalmakat, módszereket. Több különböző megközelítés és szakirodalom alapján az 1. táblázatban lévő csoportosítást alakítottam ki. Az első oszlopban a vizsgált főbb területeket, és a második oszlopban az adott főbb területhez tartozó alterületeket szemléltetem.

Vizsgált főbb területek	Vizsgált alterületek
Ellátási láncok	Ellátási láncokkal kapcsolatos tanulmányok [23] [24] [25] [26] [27] [29]
	Autóiiparral kapcsolatos tanulmányok [23] [24] [25] [26] [31]
	Elektronikai iparral kapcsolatos tanulmányok [23] [24] [25] [27]
Bizonytalanságok	COVID-19-el kapcsolatos tanulmányok [26] [27] [31]
	Bizonytalansággal, kockázattal kapcsolatos tanulmányok [23] [24] [25] [26] [27] [29]
	Átfutási idővel kapcsolatos tanulmányok [23] [26] [27] [29]
	Anyagárakkal, anyagköltségekkel kapcsolatos tanulmányok [23] [26] [27] [29] [30]
	Szűk keresztmetszet anyagokkal kapcsolatos tanulmányok [26] [28]
Anyagtípusokkal kapcsolatos tanulmányok [26]	
Hálózatok	Hálózatokkal kapcsolatos tanulmányok [23] [24] [25] [27] [28] [29] [30] [31]
	Centralitással kapcsolatos tanulmányok [28] [29] [30] [31]
	Multiplex hálózatokkal kapcsolatos tanulmányok [28] [29] [30] [31]
	Átmeneti hálózatokkal kapcsolatos tanulmányok [28]
	Kapcsolati elemzést tartalmazó tanulmányok [30] [31]
	Közösség detekcióval kapcsolatos tanulmányok [29]
Strukturális redukálhatósággal kapcsolatos tanulmányok [29] [31]	

1. táblázat: Az irodalomkutatás során vizsgált főbb és alterületek
Forrás: [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] alapján saját szerkesztés

A szisztematikus irodalomkutatás alapjául a bemutatott három főbb és további alterületek szolgálnak. A kutatásom során azokat a szakirodalmakat ítéltam meg relevánsnak, amelyek közül legalább egy főbb terület és egy alterület jelenik meg az adott cikkben nem csak az absztrakt részében, illetve összeségében legalább három területtel foglalkozik az irodalom a főbb és alterületek közül. Az irodalmak keresése során a főbb és alterületek címszóira kerestem, ezek alapján gyűjtöttem össze a kutatásomhoz releváns szakirodalmakat a témában.

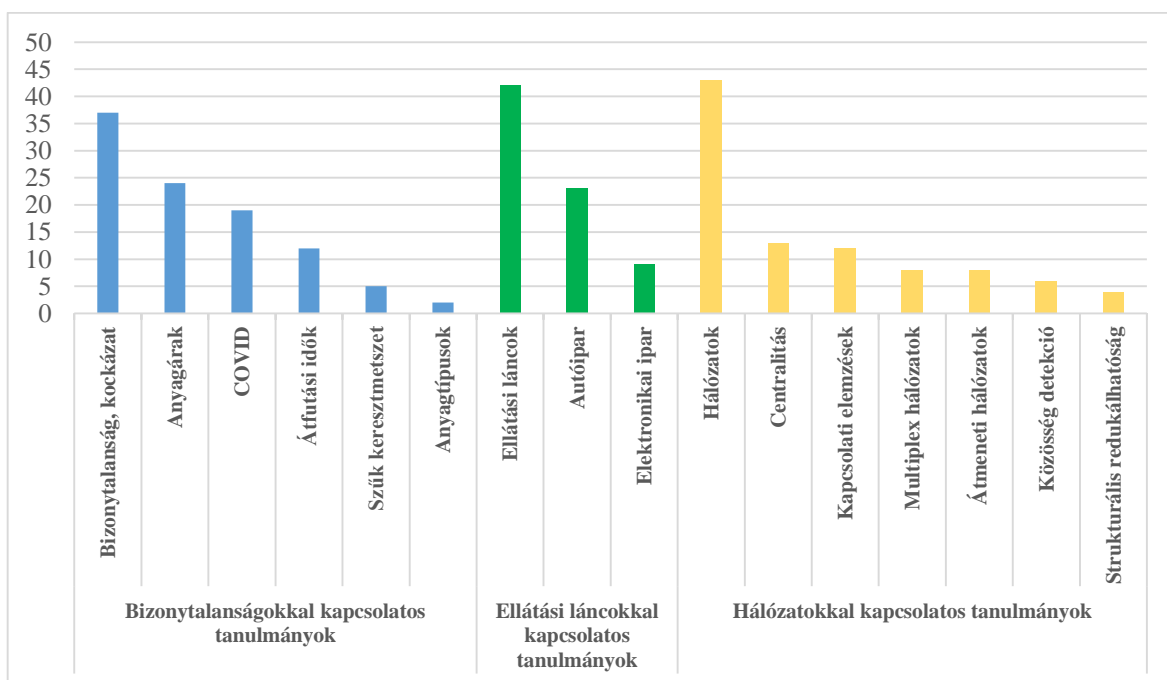
Az elmúlt évek releváns szakirodalmainak áttekintése, elemzése során szembetűnő, hogy mennyire jelentős szerepe van a bizonytalanságok [32] [33] vizsgálatának az ellátási láncokban, ellátási hálózatokban. [34] [35] A szűk keresztmetszet anyagok, [36] [37] különböző anyagtipusok, [38] [39] a COVID-19, [40] [41], mely precedens nélküli nehézségeket okozott az ellátási láncok területén, [42] [43] az árváltozások, anyagárak [44] [45] [46] és átfutási idők változása [47] [48] mind fontos bizonytalansági tényezők, amik jelentős hatással lehetnek az ellátási láncokra, hálózatokra nézve. [49] [50] A releváns szakirodalmak gyűjtése és elemzése után az egyes tanulmányokban megjelenő vizsgált alterületek eloszlását szemléltetem az 1. ábrán. Az 1. ábra az egyes fejezeteket és alfejezeteket tartalmazza, a középső diagram a főbb területeket, a három külső diagram pedig az egyes főbb területek alterületeit, és azok gyakoriságát.



1. ábra: A releváns szakirodalmak megoszlása területek szerint
 Forrás: [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] alapján saját szerkesztés

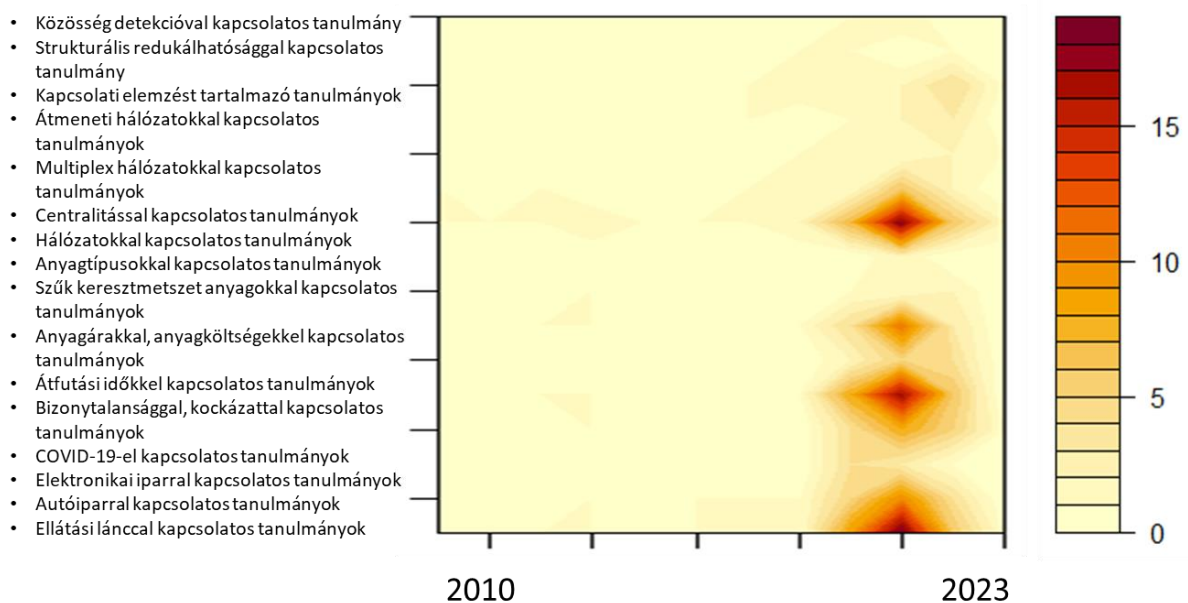
Az autóipari [60] [61] elektronikai területén, [62] [63] mely egy kiemelten fontos terület más iparágakhoz kapcsolódóan is [64] [65] a vezérlőegységek, mint komplex termékek [66] esetén az egyes hálózatelemzéssel kapcsolatos tanulmányok [67] [68] nem tértek ki a COVID következtében kialakult autóipari strukturális változásokra, [69] [70] hanem más aspektusból, egy-egy részterületre fókuszálva [71] (például centralitás, átfutási idők) vizsgálták az egyes multiplex hálózatok dinamikáját, [72] [73] és az egyes rétegek közötti összefüggéseket. [74] [75] Ezen felül ugyancsak vizsgáltak temporális ellátási hálózatokat egyes ellátási lánc dinamikák feltárására, [76] [77] előrejelzések készítésére, [78] [79], illetve a COVID-al kapcsolatos hatások feltérképezésére is. [80]

Azok a tanulmányok, ahol a centralitás metrikák, [81] [82] kapcsolati elemzést tartalmazó módszerek, mint például a regresszió elemzés [83] [84] alkalmazásra kerültek különböző iparágakban, [85] [86] és a különböző előrejelzési módszerek, [87] [88] illetve a közösség detekció [89] fontos szerepet kaptak, ott sem vizsgálták a COVID hatásait az ellátási hálózatok struktúrájával kapcsolatban, [90] [91] illetve a strukturális redukálhatóság módszerével. [92] [93] Ezeket a módszereket a kvantitatív módszerek fejezetben fejttem ki részletesen is. Ezen alapján elmondható, hogy nem végeztek többrétegű ellátási hálózatokkal és autóipari ellátási láncokkal kapcsolatos kutatásokat a COVID-al összefüggésben az általam vizsgált változók tükrében. A 2. ábrán az irodalomkutatásban szereplő tanulmányok csoportosítása látható az egyes területek gyakorisága alapján.



2. ábra: A releváns szakirodalmak összesítése gyakoriság alapján
 Forrás: Saját szerkesztés

A 2. ábra jól szemlélteti, hogy a vizsgált tanulmányokban mely alterületekkel, fontosabb módszerekkel, fogalmakkal foglalkoztak eddig a szakirodalomban a legtöbbet, és melyekkel kevésbé. Az irodalomkutatás eredményeként elmondható, hogy a különböző ellátási láncokkal, hálózatokkal és bizonytalansággal kapcsolatos kutatások során vizsgálták már külön az egyes doktori dolgozatomban is fontos változók közötti kapcsolatokat bizonyos megközelítések alapján, főleg az általam vizsgált főbb területek mentén. Doktori dolgozatomban pedig ezek hatásait vizsgálom egy komplex, átfogó kutatás keretében. Az egyes vizsgált területek és alterületek lefedettségét a releváns szakirodalmak alapján a 3. ábrán vizualizálom. A kategóriákat az idő függvényében ábrázoltam, és az egyes területek alapján a pontok sűrűsége azt mutatja meg, hogy a szakirodalomban hányan foglalkoztak az adott témával az adott évben, a Google Scholar adatbázist használva, amely különböző adatbázisokra irányított tovább, mint például Web of Science, Emerald, Scopus stb. Minél nagyobb a sűrűsége, annál sötétebben van ábrázolva egy kategória, tehát annál többen foglalkoztak a területtel.



3. ábra: A vizsgálati fókuszban lévő releváns szakirodalmi lefedettség
Forrás: Saját szerkesztés

A 3. ábrán jól látható, hogy főleg friss publikációk és szacikkek foglalkoztak és foglalkoznak az általam vizsgált pontokkal, ez is jól szemlélteti a téma aktualitását. A 2. táblázatban pedig gyakoriság szerint rendezve mutatom be a releváns szakirodalmakat, hasonló felépítés szerint, mint a 3. ábrán.

Tanulmányok	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Összegzés
Hálózatokkal kapcsolatos tanulmány	1	1	1	2	1	1	1	2	7	18	6	2	43
Ellátási láncokkal kapcsolatos tanulmány	1	1	1	1	0	1	1	1	9	19	6	1	42
Bizonytalansággal, kockázattal kapcsolatos tanulmány	1	1	1	1	0	0	1	1	8	17	6	0	37
Anyagárral, anyagköltségekkel kapcsolatos tanulmány	1	1	1	1	0	1	0	1	4	11	3	0	24
Autóiparral kapcsolatos tanulmány	0	0	0	1	0	1	1	1	5	10	4	0	23
COVID-19-el kapcsolatos tanulmány	0	0	0	1	0	0	0	0	4	8	5	1	19
Centralitással kapcsolatos tanulmány	1	0	1	0	0	0	1	1	1	6	2	0	13
Átfutási idővel kapcsolatos tanulmány	0	0	0	0	0	1	0	0	2	5	4	0	12
Kapcsolati elemzést tartalmazó tanulmány	0	0	1	0	0	0	1	2	1	2	4	1	12
Elektronikai iparral kapcsolatos tanulmány	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	1	0	9
Multiplex hálózatokkal kapcsolatos tanulmány	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Átmeneti hálózatokkal kapcsolatos tanulmány	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	3	0	8
Közösség detekcióval kapcsolatos tanulmány	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	6
Szűk keresztmetszet anyagokkal kapcsolatos tanulmány	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	5
Strukturális redukálhatósággal kapcsolatos tanulmány	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4
Anyagtípusokkal kapcsolatos tanulmány	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2

2. táblázat: A releváns szakirodalmi lefedettség gyakoriság szerinti elrendezésben

Forrás: Saját szerkesztés

A 2. táblázat is jól szemlélteti, hasonlóan, mint a 3. ábra, hogy a 2020-as években, a COVID megjelenése után kezdtek el egyre többet foglalkozni a szakirodalomban a kutatásban szereplő főbb és alterületekkel az egyes tanulmányok, ez is a téma aktualitását és relevanciáját erősíti.

Az irodalomkutatás során azt is vizsgáltam, hogy a releváns szakirodalmakban a különböző centralitási metrikák közül melyek kerültek fókuszba, melyekkel foglalkoztak a legnagyobb gyakorisággal. Ez azért volt fontos kutatásomban, mert az általam végzett hálózatelemzés során a kapcsolódó kutatási kérdés esetén hasonló metrikák mentén közelítettem meg a problémát.

Fontos kiemelni, hogy a négy főbb metrika speciális, egyedi eseteit (pl. PageRank centralitás) is ebbe a négy főbb kategóriába sorolom be, ezeket a 2. függelékben szemléltetem. A 2. függelék azt is jól szemlélteti, hogy a négy főbb metrika közül mindegyikkel foglalkoztak az egyes szakirodalmakban, melyek a fok centralitás, [94] [95] [96] [97] közelség centralitás, [98] [99] [100] köztiesség centralitás [101] [102] [103] és sajátvektor centralitás, [104] [105] [106] mindegyik releváns, nem volt olyan, amit csak nagyon kis mértékben érintettek a szakirodalmak, ezért kutatásom során mindegyiket vizsgálom a kutatás releváns részében. Fontos megemlíteni, hogy komplex hálózatelemzéssel, kiemelve a strukturális redukálhatóság, közösség detekció módszerét, és korrelációelemzéssel egybekötött autóipari elektronikai kutatás nem került még lefolytatásra a COVID tükrében, amely az általam

vizsgált bizonytalansági tényezőket összekapcsolja, így elmondható, hogy kutatásom egy átfogó, újszerű, tudományos területet fed le.

2.2. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment

Kutatásom során először a bizonytalanságokat vizsgáltam meg, mint fontos tényezőt az élet minden területén, majd szűkítve a kutatási fókuszot az ellátási láncokban és hálózatokban lévő bizonytalanságokat, végül specifikálva a komplex és speciális autóiipari elektronikai területre. A bizonytalanság kérdésköre szinte egyidős emberiséggel, már régen is fontos szerepet kapott a mindennapi életben. Az idő előrehaladtával egyre több oldalról közelítették meg, és fokozatosan bebizonyosodott, hogy milyen hatalmas problémákat és kihívásokat okozhat, ezért különböző módszerekkel próbálták megelőzni, enyhíteni az ebből fakadó károkat és negatív következményeket. [107]

A bizonytalanság és az azzal járó kockázatok [108] mellett, hogy negatívan hathatnak egy-egy vállalatra, vagy együttműködő vállalatok összességére, másoknak viszont lehetőséget teremthet. [109] Az autóiipari elektronikai ellátási láncok területén erre nagyon jó példák a disztribútor és bróker vállalatok, illetve az autóiipari első szintű beszállítók viszonya. Az első szintű beszállítók beszerzési osztályai számos anyagellátással kapcsolatos bizonytalansággal szembesültek az elmúlt években, a kockázat felismerése és mérlegelése terén, hogy mikor és mely anyagihiányok léphetnek fel, amik miatt ellehetetlenedhet a gyártás, a vevő kiszolgálása, illetve ezeknek a kockázatoknak a menedzselése kulcsfontosságúvá vált. A COVID-19 okozta piaci környezet miatt azonban sok esetben előfordult, hogy az ellátási láncokban több helyen anyagihiány keletkezett.

Ezzel párhuzamosan ez a piaci helyzet rendkívüli lehetőséget teremtett a disztribútor és bróker vállalatoknak főleg a koronavírus megjelenésétől kezdve, mivel nem csak, hogy hatalmas nyereséggel tudták értékesíteni akkori készleteik nagy részét, hanem részben előrelátható volt, hogy ez az állapot huzamosabb ideig fog tartani, további lehetőségeket teremtve ezeknek a vállalatoknak. Ezek kifejezetten fontosak kutatásomban, mivel az egyes szereplők vizsgálata során részletesen is kitérek a különböző változásokra.

Mivel kutatásom középpontját az autóiipari elektronikai vezérlőegységek alkotják, a bizonytalanságot, mint fontos tényezőt ezen a területen vizsgáltam. A bizonytalanságot kutatásomban úgy definiáltam, mint események, változások összessége, amelyek kevésbé kiszámítható módon, időben, hatással, következménnyel vannak a vizsgált területre, ennek

következtében a döntések meghozatala nehezebb lesz a kisebb átláthatóság és a döntés következményeinek kevésbé előre jelezhető hatásai miatt. [110] [111]

Mielőtt részletesebben is bemutatom az ellátási láncokban lévő bizonytalanságokat, kitérek a logisztikára, ellátási láncokra és hálózatokra, mint ugyancsak kutatásomban kulcsfontosságú területekre.

2.3.A logisztika, az ellátási láncok, ellátási hálózatok és az ellátási lánc menedzsment

Kutatásomban az ellátási láncok és hálózatok a bizonytalanság mellett kulcsfontosságú szerepet kaptak. Az ellátási lánc és ellátási lánc menedzsment rövid bemutatása előtt a logisztikára, mint az előbbi kettővel szoros kapcsolatban lévő területre térek ki.

2.3.1. A logisztika

Egészen a 20. század közepéig a logisztika egy kevésbé fontos terület volt a gazdasági életben, nem kapott kitüntetett figyelmet. A logisztika jelentése és szerepe rengeteget változott a történelem során. Az ókorban főként csak a katonai tevékenységekhez kapcsolódott, később kezdett elterjedni a különböző gazdasági és társadalmi tevékenység körében. Időszámításunk előtt a 6. században Szun-ce kínai hadvezér volt az, aki kiemelten fontos szerepet tulajdonított a logisztikának, mint támogató terület a hadászatban. Legfontosabb elemei közé tartoztak a különböző katonai célú utánpótlások megszervezésének, kivitelezésének folyamatai és a hadsereg professzionális mozgatása. Felismerte, hogy az utánpótlás, készletek biztosítása magas prioritású tevékenység, azok jelenléte vagy hiánya döntő tényező lehet egy csata vagy háború kimenetelében. [112] A logisztika katonai jelentősége fokozatosan erősödött az idők során, a 20. század közepétől azonban robbanásszerűen teret hódított a vállalatok életében is.

A logisztika, mint fogalom több értelmezésben létezik a szakirodalomban, a kifejezés olyan mögöttes tartalmakat hordoz magában, amelyeket vállalatokként eltérően értelmeznek és más módon kezelnek. Kutatásom során a Szegedi-Prezenszki [113] definíció szerint értelmezem a logisztikát.

„A logisztika – az ellátási lánc menedzsment (SCM⁶ részeként) - alapanyagok, félkész és késztermékek, valamint a kapcsolódó információk származási helyről felhasználási helyre való hatásos és költséghatékony áramlásának tervezési, megvalósítási és irányítási folyamata, a vevői elvárásoknak történő megfelelés szándékával” [114]

⁶ SCM: supply chain management, ellátási lánc menedzsment

A definíció jól szemlélteti, hogy a logisztika milyen kiemelten fontos szerepet játszik a vállalatok és ellátási láncok működésében, mozgatórugóként jellemzi, amely az anyagáramlás mellett az információáramlást [115] is magába foglalja, ahol a rendszeroptimum fontosabb szerepet kap a részterületek optimumánál. [116]

A technológiai fejlődés és globalizáció következtében egyre összetettebb és nehezebb kihívásokra kellett megoldást találnia a vállalatoknak, ebben kulcsfontosságú szerepe van a logisztikának. [117] A fejlődést követve a logisztika is újabb és egyre jobban kiterjedtebb szerepet kapott, ezzel párhuzamosan született több olyan definíció, amely reflektálja ezeket a változásokat. Az Egyesült Államok Logisztikai Mérnöki Társasága átfogóbban értelmezi a logisztika fogalmát:

„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.” [118]

Kiemelten fontos, hogy itt már a logisztika, mint a vállalat mozgatórugója jelenik meg, amely ütemezi a vállalatok működését, az ehhez szükséges módon alokálja az erőforrásokat törekedve a folyamatoptimalizálásra [119] a beszerzés, gyártástervezés, elosztás, raktározás, szállítás, szállítmányozás, és az ezekhez kapcsolódó területeken, hogy a 9M-nek megfelelően a vevői igények kielégítésre kerüljenek. [120]

2.3.2. Az ellátási láncok, ellátási hálózatok és az ellátási lánc menedzsment

Az ellátási láncok esetében az alapanyagok beszerzésétől kezdve, azok feldolgozásán át, egészen a végfelhasználóhoz való eljuttatásáig, az egyes tagjai az ellátási láncnak a saját területüknek megfelelő értéket teremtenek a rendszer hatékony és versenyképes működéséhez. A folyamatos fejlesztés, igazodás a megváltozott piaci helyzetekhez és a költségcsökkentés egyre fontosabbá vált a vállalatok számára, [121] ebben a beszerzésnek, [122] a tervezésnek [123] és a vevőszolgáltatnak [124] is kiemelkedő jelentősége volt, főleg egy ilyen speciális időszakban, a COVID-19 alatt. [125] Az ellátási láncok, mint stratégiai szövetségek [126] kulcsfontosságú szereppel bírnak az autóiparban és elektronikai iparban is egyaránt. Az autóipari mikroelektronika sajátosságaiból adódóan a hatékony működési szint elérése ma már elképzelhetetlen lenne ellátási láncok nélkül, [127] a transzparens, közös problémamegoldás, [128] [129] közös célok és értékek [130] szükségesek ahhoz, hogy az együttműködő partnerek versenyképesek maradjanak [131] a jelenlegi kiélezett piaci versenyben. A szakirodalomban több értelmezése is létezik az ellátási láncnak:

„Az ellátási lánc minden olyan tevékenységet magában foglal, amely a termék előállításával és kiszállításával kapcsolatos, a beszállító beszállítójától kezdve a végső fogyasztóig bezárólag. A négy fő folyamat – a tervezés, a beszerzés, a gyártás, a kiszállítás -, amely az ellátási láncot meghatározza, magában foglalja a kereslet-kínálat menedzselését, az alapanyagok és alkatrészek beszerzését, a gyártást, az összeszerelést, a készletezést, a rendelésfeldolgozást, a disztribúciót és a végső fogyasztóhoz való kiszállítást” [132]

Ebből az értelmezésből is jól látszik, hogy az ellátási láncnak, mint összetartó, közös cél által vezérelt partnereknek a végső célja a vevői igény kielégítése. Ennek a célnak az elérését az ellátási lánc menedzsment szolgálja [133]. Egy másik értelmezés szerint „Az ellátásilánc-menedzsment (Supply Chain Management – SCM) az anyagok és információk áramlása révén a nyersanyag-beszállítók, a gyártó üzemek, a disztribúciós szolgáltatók és a fogyasztók kapcsolódó összehangolt vezetési és szervezési tevékenységének összessége.” [134]

Az ellátási hálózatokat definiálhatjuk a hagyományos ellátási lánc fogalmának továbbfejlesztett változataként olyan értelemben, hogy nem csak a vevők és beszállítók közötti kapcsolatrendszer tartalmazza, hanem a különböző logisztikai szolgáltatói hálózatokat is magában foglalja, így a hagyományos ellátási lánc kiterjesztett, hálózatokon alapuló értelmezését definiálhatjuk ellátási hálózatnak. [135]

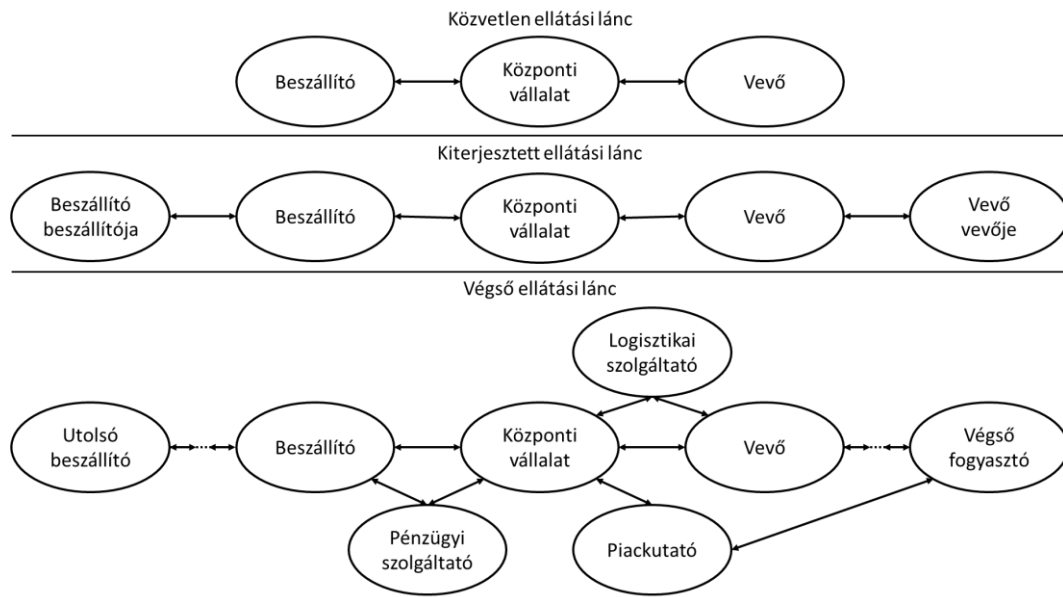
Egy másik megközelítés alapján az ellátási hálózatokat olyan több szintű gyártóegységek közötti kapcsolatrendszerként lehet definiálni, amelyben a partnerek együttesen felelősek a beszerzési, gyártási és disztribúciós tevékenységekért egy vagy több kapcsolódó termékcsalád kapcsán. Az ellátási hálózatban résztvevő partnerek közötti horizontális kapcsolat a különböző szolgáltatások kihasználásában játszik szerepet a kapcsolódó partnerekkel, amíg a vertikális kapcsolat a hierarchiát képezi le az ellátási hálózat adott pontján. [136] Az autóiipari ellátási láncok területén kifejezetten fontos az egyes partnerek közötti szoros együttműködés, a logisztikai szolgáltató, disztribútor és egyéb tagokat is beleértve, mivel általában magas átfutási ideje van a termékeknek az általam vizsgált területen. [137] Kevés autóiipari beszállító rendelkezik a megfelelő magkompetenciával, infrastruktúrával, kapacitással [138] és erőforrásokkal, hogy ki tudják szolgálni a vezető autógyártó vállalatokat, főleg az elektronikai gyártással kapcsolatos területeken. Ezt tovább nehezítette a COVID-19, amely hatalmas nehézségeket okozott az elektronikával kapcsolatos ellátási láncoknak, beleértve az autóiipart is. [139] A szoros együttműködés ezen beszállítók esetében elsősorban az autóiipari vállalatok érdeke, bár a kölcsönösség is megjelenik a kapcsolatokban. Az ellátási láncban betöltött hatalmi pozíció nagyban meghatározza a partnerek együttműködési lehetőségeit az ellátási

láncon belül. A hatalmi pozíció meghatározása által világossá válhatnak az egyes szereplők lehetőségei is az elvárásaik tekintetében. Ezen együttműködésnek megvalósításában, azonban nemcsak az összefogásban résztvevő szervezetek belső tényezői, jellemzői, de számos, a résztvevőktől független külső környezeti tényező is kulcs szerepet játszik. Ilyen extrém, eddig még nem tapasztalt külső tényező a koronavírusos világjárvány is. A COVID-19 kapcsán előtérbe került egy olyan kritikus tényező is, mint a járvány időtartamának bizonytalansága. Ezáltal az ellátási láncok mindezidáig még nem tapasztalt sebezhetősége is körvonalazódott. Az ellátási láncokkal kapcsolatos sebezhetőséget és a kockázatokat azok eredete alapján az értékteremtő folyamatok zavarai, az ellenőrzés, a piaci igények, a beszállítók, és a környezet csoportjába lehet besorolni. [140] A világ járvány kapcsán az ellátási láncok szerepe és értékteremtő tevékenysége felértékelődött, világossá vált, hogy az ellátási láncok szövik át a teljes gazdaságot helyi és globális téren egyaránt. Ezek fontossága akkor érzékelhető igazán, ha a nem megfelelő működése, vagy az ellátási lánc működésének akadályoztatása által nehézségek lépnek fel és nem tudja betölteni szerepét. [141] [142] A 3. táblázatban a logisztika, az ellátási lánc és ellátási hálózatok definícióit összegeztem.

Logisztika definíciók	Ellátási lánc definíciók	Ellátási hálózat definíciók
„A logisztika – az ellátási lánc menedzsment (SCM részeként) - alapanyagok, félkész és késztermékek, valamint a kapcsolódó információk származási helyről felhasználási helyre való hatásos és költséghatékony áramlásának tervezési, megvalósítási és irányítási folyamata, a vevői elvárásoknak történő megfelelés szándékával” [143]	„Az ellátási lánc minden olyan tevékenységet magában foglal, amely a termék előállításával és kiszállításával kapcsolatos, a beszállító beszállítójától kezdve a végső fogyasztóig bezárólag. A négy fő folyamat – a tervezés, a beszerzés, a gyártás, a kiszállítás -, amely az ellátási láncot meghatározza, magában foglalja a kereslet-kínálat menedzselését, az alapanyagok és alkatrészek beszerzését, a gyártást, az összeszerelést, a készletezést, a rendelésfeldolgozást, a disztribúciót és a végső fogyasztóhoz való kiszállítást” [143]	Az ellátási hálózatokat definiálhatjuk a hagyományos ellátási lánc fogalmának továbbfejlesztett változataként olyan értelemben, hogy nem csak a vevők és beszállítók közötti kapcsolatrendszer tartalmazza, hanem a különböző logisztikai szolgáltatói hálózatokat is magában foglalja, így a hagyományos ellátási lánc kiterjesztett, hálózatokon alapuló értelmezését definiálhatjuk ellátási hálózatnak. [144]
„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.” [143]	„Az ellátási lánc-menedzsment (Supply Chain Management – SCM) az anyagok és információk áramlása révén a nyersanyag-beszállítók, a gyártó üzemek, a disztribúciós szolgáltatók és a fogyasztók kapcsolódó összehangolt vezetési és szervezési tevékenységének összessége.” [143]	Az ellátási hálózatokat olyan több szintű gyártóegységek közötti kapcsolatrendszerként lehet definiálni, amelyben a partnerek együttesen felelősek a beszerzési, gyártási és disztribúciós tevékenységekért egy vagy több kapcsolódó termékcsalád kapcsán. Az ellátási hálózatban résztvevő partnerek közötti horizontális kapcsolat a különböző szolgáltatások kihasználásában játszik szerepet a kapcsolódó partnerekkel, míg a vertikális kapcsolat a hierarchiát képezi le az ellátási hálózat adott pontján. [145]

3. táblázat: A logisztika, ellátási láncok és hálózatok definícióinak összefoglalója
 Forrás: [143] [144] [145] alapján saját szerkesztés

A 3. táblázat alapján jól látszik, hogy több megközelítés létezik a logisztikára, ellátási láncokra és ellátási hálózatokra, több szempontból lehetnek fontosak, más aspektusra helyezve a fókusz az adott kutatástól függően. A 4. ábrán a kutatásomban is kiemelten fontos kategorizálást emeltem ki az ellátási láncokra vonatkozóan, amelynek lényege, hogy az ellátási láncban lévő melyik szereplőkre terjeszthető ki az adott fogalom.

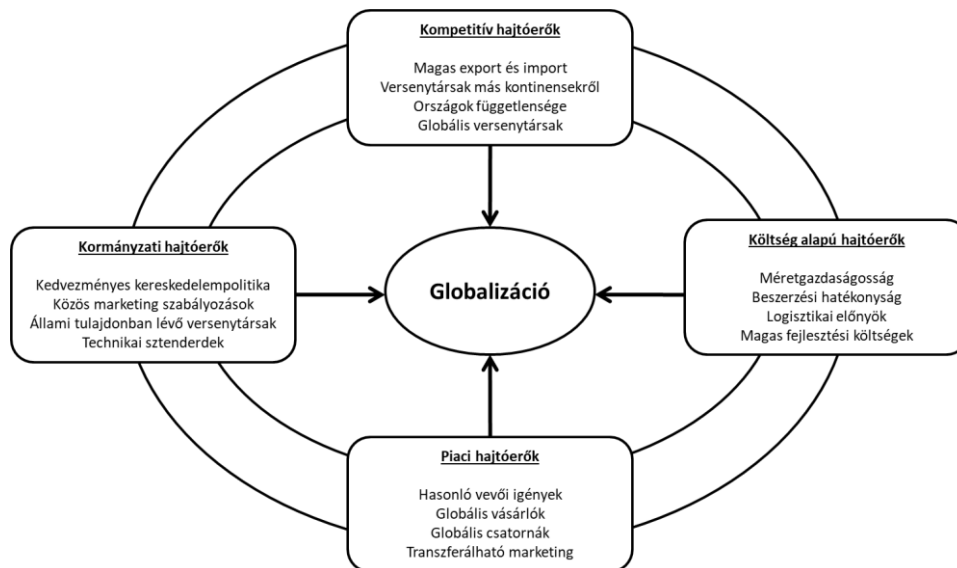


4. ábra: Ellátási láncok típusai résztvevő szereplők száma alapján
 Forrás: [146] [147] alapján saját szerkesztés

Doktori dolgozatomban a vizsgált ellátási lánc tagjait hálózatokban vizsgálom, mint beszállítókat, gyártókat, vevőket, logisztikai szolgáltatókat és egyéb partnereket csúcsokkal, a köztük lévő kapcsolatot, kapcsolatokat pedig éllekként szemléltetem, ezeket a kvalitatív módszerek fejezetben részletesen is kifejtem.

2.3.3. A globalizáció és ellátási láncok kapcsolata

A globális autóiipari elektronikai ellátási láncokat kiemelt mértékben érintette a COVID-19, ennek egyik oka a globalizációra vezethető vissza. Az ellátási láncok karcsúsítása [148] és a készletminimalizálás költség szempontból a koronavírus előtt fontos irány volt ezeknek az együttműködő vállalatoknak, azonban a COVID-19 okozta ellátási láncokkal kapcsolatos kihívások miatt újra kellett gondolni ezt a stratégiát. A kutatásomban vizsgált ellátási láncok ki tudják használni a szakirodalom által azonosított globalizációs hajtóerőket, amelyek a piaci hajtóerők, költség alapú hajtóerők, kormányzati hajtóerők és kompetitív hajtóerők, hogy erősítsék pozíciójukat és növeljék versenyképességüket az autóiipari elektronikai területen. Ezek az 5. ábrán kerültek ábrázolásra. [149]



5. ábra: George S. Yip szerinti globalizációs hajtóerők
 Forrás: [150] alapján saját szerkesztés

Az ellátási láncok szempontjából rendkívül fontos a vevői igények magas szintű kielégítése, a piaci részesedés növelése, új piacok szerzése. Ez csak úgy lehetséges, hogyha olyan üzleti kapcsolatban vannak az ellátási lánc tagjai, amely kellő értéket teremt, de nem kerülnek kiszolgáltatott helyzetbe, így további növekedésre és újabb lehetőségek kihasználására van esélyük. A költségek szerepe is egyre jobban előtérbe került a COVID-19 miatt, nagyon fontossá vált az erős piaci verseny miatt a különböző típusú költségek csökkentése, racionalizálása. Ugyancsak kiemelt szerepet kapott a méretgazdaságosság, a különböző helyi és regionális előnyök kihasználása, illetve a munkaerő költségének racionális szinten tartása. A globális jelenlét lehetőséget teremtett ellátási lánc szinten alacsonyan tartani a költségeket, diverzifikálni, [151] és stabilabb, megalapozottabb ellátást biztosítani különböző lokális és regionális lehetőségek kamatoztatásával. Ezzel párhuzamosan a koronavírus miatti váratlan események kiszolgáltatottá tették az ellátási láncokat, ezért mérlegelni kellett a gyártás, ellátás és egyéb tevékenységek kiszervezése és visszaszervezése között. [152] A különböző típusú alapanyagok, félkész- és késztermékek előállítása során az adott országban lévő adókedvezmények, engedélyek kihasználásával tovább lehetett csökkenteni a költségeket ellátási lánc szinten. Egyre fontosabbá vált a proaktivitás és a megfelelő reagálás a különböző veszélyekre, bizonytalanságokra és lehetőségekre. Egy vállalatként önállóan sokkal nehezebb és körülményesebb ezt megtenni, azonban ellátási lánc szinten proaktívan, megfelelő információk birtokában lehetősége van az együttműködő partnereknek különböző előnyökhöz jutnia a nemzetközi versenyben. [153]

Az együttműködés során lehetőség van kiszervezni különböző tevékenységeket a globalizációs hajtóerőket figyelembe véve. A kiszervezések által pedig lehetőség adódik arra, hogy átalakuljon a tagok értékteremtési lánc, a szakirodalom [154] három archetípust fogalmaz meg a főbb folyamatok szempontjából: tradicionális, összeszerelő és koordinátor, amelyeket a 4. táblázatban mutatok be.

Tradicionális	Összeszerelő	Koordinátor
Kialakult SCM és piacorientált folyamatok jellemzik, a hagyományos modellnek nevezhető, magasabb szintű vertikális integráció jellemzi	A vertikális integráció alacsonyabb szinten van, de az értékláncot az összeszerelő vállalat irányítja	Minden gyártási tevékenység kiszervezése jellemzi, így az értékláncot koordináló vállalatnál semmilyen gyártással kapcsolatos tevékenység nem jelenik meg

4. táblázat: Főbb folyamatok szerinti archetípusok az értéklánc rendszerekben
 Forrás: [155] alapján saját szerkesztés

Mivel rendkívül sok és egyedi alkatrész szükséges a modern autók előállításához, egy-egy vállalat képtelen lenne önállóan, mindent saját maga előállítani úgy, hogy figyelembe véve a piaci helyzetet, nyereségesen tudjon működni. Ehhez megszámlálhatatlan gyártósorral kellene rendelkeznie, továbbá rengeteg tapasztalt szakemberre és know-how-ra lenne szüksége. Ezért a vezető autógyártók is terjedelmes, globális beszállítói hálózattal rendelkeznek. Az értékteremtő folyamatok nagy részét éppen ezért a beszállítók végzik, de a végső összeszerelőnek kulcspozíciója van az ellátási láncban. A gyártók és beszállítók tevékenységeit és folyamatait a munkamegosztás jellemzi az egyes szereplők magkompetenciája alapján, a 6. ábra jól szemlélteti a beszállítói, alvállalkozói szinteket [156]

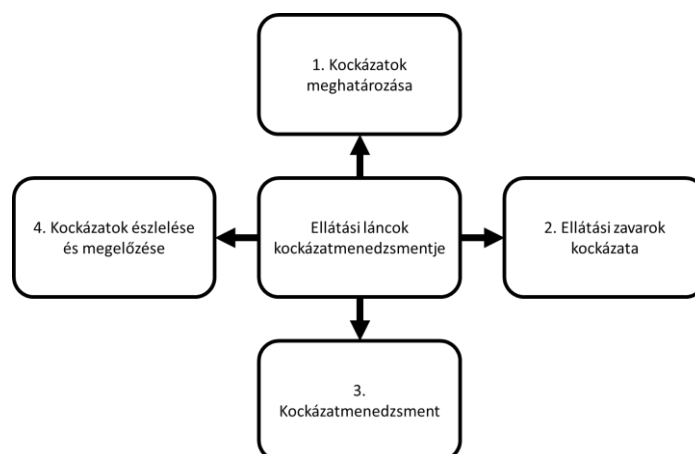


6. ábra: Beszállítói piramis
 Forrás: [157] alapján saját szerkesztés

Az globalizáció különböző hatásai miatt a beszállítók választása már nem lokális, hanem globális szinten történik, ezért rendkívül fontos az áru és információáramlás [158] megfelelő koordinálása, kiemelve az autóiipari elektronikai területet. Az ellátási láncokon belüli különböző folyamatok és tevékenységek optimalizálása ugyancsak elengedhetetlen a költségek csökkentése és a profitmaximalizálás szempontjából. [159]

2.3.4. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment az ellátási láncokban

Kutatásom során kiemelten fontos szerepet kapott az autóiipari elektronikai ellátási láncok menedzsmentje, és ehhez szorosan kapcsolódott a bizonytalanság és a kockázatmenedzsment, amely a COVID-19 hatásai miatt egy kritikus gazdasági helyzetben döntő jelentőségű lehetett egy adott vevői portfólió sikerességében. A bizonytalanság minden területen jelen van az ellátási láncokban is, ezért dolgozatomban a bizonytalanság fókuszát az ellátási problémákra, az átfutási időkre, anyagárak változására, a szűk keresztmetszet árucikkekre és a COVID-19-el kapcsolatos problémákra helyezem. A globális, sokszor szorosan együttműködő ellátási láncokban egy nagyobb probléma az összes együttműködő vállalatot érintheti, ezért is rendkívül fontos a bizonytalanságból eredő problémák minimalizálása. A bizonytalanság miatti alapanyaghiány, gyártási nehézségek, vevői kiszolgálási színvonal csökkenése a szállítási és előállítási költség megnövekedéséhez, kritikus esetben akár a teljesítés ellehetetlenítését eredményezheti. A kockázatmenedzsment bemutatását dolgozatomban négy részre bontom: a kockázatok meghatározása, ellátási zavarok kockázata, kockázatmenedzsment és kockázatok észlelése és megelőzése a szakirodalom [160] alapján, amelyet a 7. ábrán szemléltettem.



7. ábra: Ellátási láncok kockázatmenedzsmentje
Forrás: [161] alapján saját szerkesztés

A következő alfejezetekben a 7. ábrán lévő részeket fejtem ki részletesen is, a kutatásom témájára fókuszálva.

2.3.4.1. Kockázatok meghatározása

Az ellátási lánc kockázatmenedzsment meghatározása során figyelembe kell venni a folyamatosan változó gazdasági és piaci helyzet, illetve az olyan különleges és egyedi globális válságokat, mint a COVID-19, ezért az értelmezése változhat, idomulva a megváltozott körülményekhez. Ennél az oknál fogva nehéz egységes, mindenki által elfogadott definíciót meghatározni. [162] A szakirodalomban több megfogalmazás született az ellátási kockázatra és az ellátási láncok kockázatmenedzsmentjére, a kutatásom során fontos definíciókat emelem ki, amelyeket az 5. táblázatban szemléltettem.

Definíciók		
Az ellátási kockázat úgy definiálható, mint egy eset valószínűsége, amely bejövő problémás szállítmányhoz vagy a kínálati piachoz köthető, amely eredményeképpen az adott vállalat nem lesz képes kielégíteni a vevői igényeket vagy fenyegeti a vevő életét vagy biztonságát. [163]	Az ellátási láncokban lévő kockázat azon különböző lehetséges kimenetek összessége, amely csökkenti az értékteremtő folyamatokat az ellátási lánc bármely pontján. A kimenetek az adott termékek mennyiségére és minőségére vonatkoznak az ellátási lánc folyamatok bármely pontján és időpontjában. [164]	Az ellátási lánc kockázatmenedzsment a kockázatok azonosítása és menedzselése belsőleg adott ellátási hálózatban, valamint külsőleg az ellátási láncok tagjai közötti koordinált megközelítés az ellátási lánc sebezhetőségének csökkentése érdekében. [165]

5. táblázat: A kutatás során használt főbb definíciók
Forrás: [163] [164] [165]

Az 5. táblázat első definíciója szerint a kockázat, mint a különböző szállítmányokkal kapcsolatos problémák, és a piaci helyzet olyan alakulása jelenik meg, amely negatívan befolyásolhatja a vevői igények kielégítését. Ebben az értelmezésben a COVID-19, mint a piacot jelentősen befolyásoló faktort érdemes kiemelni kutatásom során. [166]

Az 5. táblázat második definíció értelmezésében a kockázat, mint az értékteremtés és az értékteremtő folyamatokat csökkentő fogalom szerepel, kiegészítve azzal, hogy ez az ellátási lánc bármely pontján előfordulhat. Itt megjelenik a kapcsolat, miszerint egymásra vannak utalva az ellátási lánc tagjai. [167]

Az 5. táblázat harmadik definíció megfogalmazása alapján kiemelt szerepet kapnak az egyes vállalatok ellátási hálózata, és az ellátási lánc többi tagja is, ahol koordinált együttműködés révén csökkenthetők a különböző kockázatok, negatív következmények. Itt fontos szerepet kap az összefogás, amely kutatásomban is kiemelkedő szerepet kapott, mivel a megnövekedett átfutási idők, anyagihiányok stb. az ellátási láncok különböző pontjain nagymértékű változást hoztak az autóiipari mikroelektronikai területre. [168]

2.3.4.2. Ellátási zavarok kockázata

A különböző ellátási zavarok nagymértékű problémákat okozhatnak a vállalatoknak és az ellátási lánc valamennyi szereplőjének. [169] Ezért is fontos, hogy ezek a kockázatok a megfelelő módon és időben azonosítva legyenek, hogy minimalizálni lehessen a negatív következményeiket. [170] A különböző ellátási zavarok drasztikus hatással lehetnek az ellátási láncok tagjainak eredményességére, esetenként akár jelentősen befolyásolva a kulcs teljesítménymutatóikat. [171] A szakirodalomban különböző típus és többféle paraméter alapján kerültek azonosításra az ellátási láncsal kapcsolatos kockázatok:

- A kockázat forrása és a kockázat csökkentésére irányuló stratégia alapján [172]
- A kockázat, mint szervezeti kockázat, környezeti kockázat, hálózati kockázat [173]
- A kockázat, mint keresleti és kínálati kockázat [174]
- A kockázat, mint ipari és organizációs kockázat [175]
- A kockázat, mint hálózati kockázat [176]

A kiszámíthatatlan piaci környezet és kínálati piac, az ellátási láncokban lévő zavarok, a globális változás, amit a COVID-19 okozott nagymértékű bizonytalanságot generált az üzleti életben is. Ezeket a bizonytalansági tényezőket kockázatként tekintik [177] a kontinenseken átívelő autóiipari ellátási láncok is, amelyek különböző nehézségeket és zavarokat okozhatnak, befolyásolva az együttműködő vállalatok teljesítményét.

2.3.4.3. Bizonytalanságok és kockázatmenedzsment

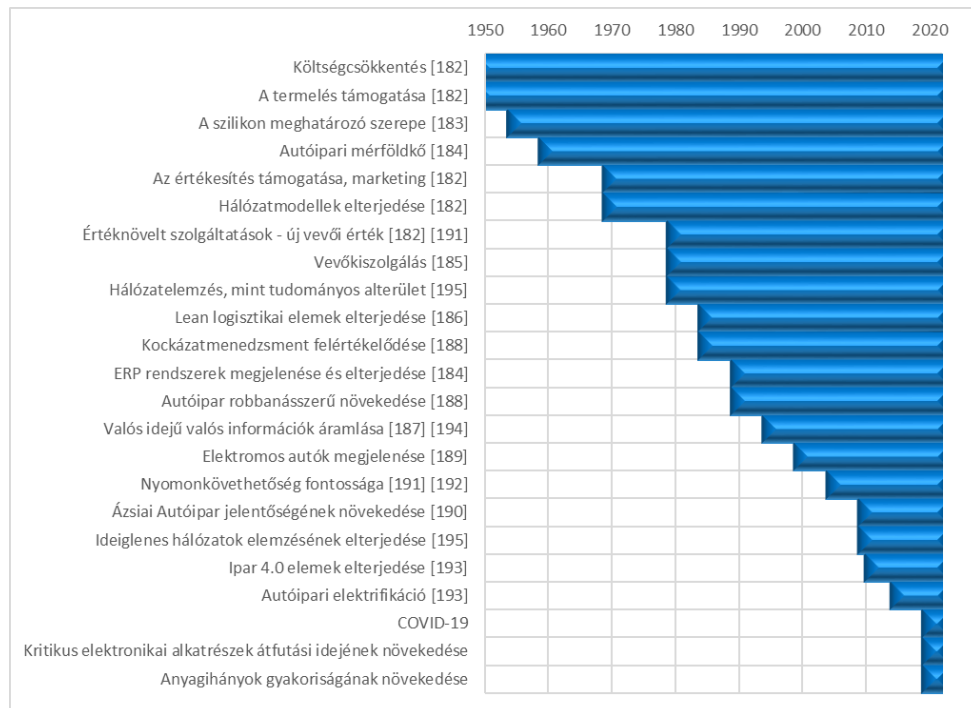
A kockázatmenedzsment során a döntéshozó azonosítja a kockázatokat, felméri a lehetséges következményeket és olyan stratégiákat alakít ki, módszereket és eszközöket használ, amelyek segítségével lehetősége van minimalizálni, elfogadható szinten tartani a kockázatokat. [178] Kutatásom során a globális autóiipari elektronikai ellátási láncok kapcsán a gyártási folyamatok kiszervezése és beszerzése is kockázattal jár, a COVID-19 következtében kiemelt problémákat okozott a Távol-Keletre kiszervezett szűk keresztmetszet komponensek folyamatos gyártásának támogatása, logisztikai kihívások leküzdése, illetve ezen anyagok Európába való eljuttatása. Ezeken felül a járvánnyal együtt járó kockázatok, bizonytalanság és veszélyek leküzdését az országok egyedi módon oldották meg. Határok lezárása, kijárási tilalom bevezetése vagy rendkívüli szigorítások életbeléptetése - ezek mind más-más módon érintették a gazdaságot, hatással voltak az összes érintett piaci szereplőre. [179]

2.3.4.4. Kockázatok észlelése és megelőzése

A kockázatok azonosítása, értelmezése, elemzése és a kockázatok menedzselése mellett kiemelten fontos azok időben való észlelése és megelőzése. Egyes kockázatokat, mint a visz major eseményeket nagyon nehéz előre észlelni, esetlegesen csak bizonyos jelek, indikátorok alapján lehet becsülni, megjósolni azok várható bekövetkezését. [180] A kutatásomban is kiemelkedően fontos szerepet játszó COVID-19 is ezek közé a visz major események közé sorolható, amely következményeire nem voltak felkészülve az autóiipari ellátási láncok. A COVID-19 esetén több nagyobb hullám volt azonosítható, [181] az idő előrehaladtával egyre nagyobb tapasztalata lett a világnak és az ellátási láncoknak egyaránt a vírus okozta kockázatokról, bizonytalanságokról, azok azonosításáról, értékeléséről, menedzseléséről, valamint megelőzéséről. Mielőtt kitérek a COVID-19 és az autóiipari ellátási láncok kapcsolatára, röviden bemutatom a logisztika, ellátási láncok és hálózatok, illetve a bizonytalanság fókuszának alakulását az autóiiparra fókuszálva.

2.4. Fontosabb mérföldkövek az ellátási láncok és bizonytalanság területén

Ebben a fejezetben azt fejtem ki, hogy mely logisztikai cél, ellátási lánchoz kapcsolódó folyamat és bizonytalanság csökkentését célzott tevékenység vált fontossá a közelmúltban és napjaink gazdasági életében, az autóiipari mikroelektronikára fókuszálva. Az időbeli alakulását az egyes dolgozatomban is fontos mérföldköveknek a 8. ábrán vizualizálom.



8. ábra: Fontosabb mérföldkövek

Forrás: [182] [183] [184] [185] [186] [187] [188] [189] [190] [191] [192] [193] [194] [195] alapján saját szerkesztés

Először a költségcsökkentés, mint fontos logisztikai cél jelent meg a vállalati szférában, amely azóta is kulcsfontosságú a mai globalizált világban, ahol a kielezett piaci verseny dominál. Itt kiemelten fontos volt a logisztika magasabb szintű integrálása a vállalat működésébe. A termelés támogatása különböző logisztikai folyamatokkal elengedhetlenné vált a nagyvállalatok számára, mivel az eddig nem látott mértékű gyártás rengeteg új kihívással járt. [196] A szilikon térhódítása a mikroelektronika területén az 1950-es években számos új lehetőséget nyújtott kezdetben a hadiipar számára, majd később az autóiipari vállalatoknak is egyaránt. Fokozatosan elterjedtek a komplexebb, egyre több funkcióval rendelkező alkatrészek. A félvezető anyagok rendkívül gyors fejlődése újabb technológiai megoldásokat kínált, egyre kisebb termékek tudták ugyanazt a funkciót betölteni, mint korábban nagyobb méretű elődjeik. [197]

Az 1960-as évek kulcsfontosságúak voltak az autóiipar történetében. Az amerikai autóiipar töretlen sikere mellett a 2. világháború okozta nehézségek után Európában helyreállt az autóiipar, és ekkor kezdték el az európai autókat más kontinensekre is exportálni, ekkor jelentek meg nagyobb mértékben újabb gyártóegységek Európán kívüli területeken is egyaránt. [198] Az 1970-es évektől kezdve a költségek csökkentése mellett egyre fontosabbá vált az értékesítés támogatása különböző marketingeszközökkel, a lehető legnagyobb profit elérése érdekében. Itt már a logisztika egy olyan vállalati területként funkcionált, amely fokozatosan nyitott más részterületek felé is, ahol azokkal együttműködve keresték a megoldásokat az újabb kihívásokra. A hálózatmodellek elterjedése [199] ugyancsak fontos szerepet játszott az 1970-es években, amely később új lehetőségeket nyitott a hálózatelemzések kapcsán. Az 1980-as években már más oldalról közelítették meg a versenyt, az egyedi vevői igények kiszolgálása jelentette azt az új irányt, amely azóta is meghatározó jelentőségű. Az ilyen jellegű alkalmazkodás nagyban növelte a keresletet a személyekre és vállalatokra szabott áruk és szolgáltatások iránt, ahol a vevői elégedettség hosszú távú együttműködéshez vezethetett. Itt a logisztika már a vállalati határokat túllépve ellátási lánc szemléletben funkcionált, ahol a kooperáló partnerek a közös cél érdekében összedolgozva nemcsak, hogy növelik a versenyképességet, hanem együtt rugalmasabban tudják kezelni a különböző gazdasági nehézségeket és kihívásokat. [200]

Az 1980-as években kezdődött a különböző lean elvek és eszközök használatának terjedése a Toyota Termelési Rendszer kapcsán, amely egy új irányt adott a logisztika és ellátási láncok fejlődésének. Ez a direktíva a mai napig jelen van a vállalatok életében, amely lényege a legjobb minőségű termék előállítása a lehető legrövidebb idő alatt a lehető legalacsonyabb

költségvonzattal. Ennek kialakulása szorosan összefüggött az erős piaci versennyel és az erőforrások szűkösségével. [201] Az 1980-as évektől hálózatelemzés, mint tudományos alterület elismerésre került a társadalomtudomány területén. [202] A lean filozófia terjedésével párhuzamosan egyre fontosabb szerepet kapott a bizonytalanság szerepe a vállalatok életében. Az alacsony költségű és rövid idő alatt előállított minőségi termék nem volt megvalósítható az egyes bizonytalanságból fakadó negatív következmények megelőzése, elkerülése vagy mérséklése nélkül. A 9. ábra a kereslet és kínálat függvényében ábrázolja a bizonytalanság mértékét és kiszámíthatóságát.



9. ábra: A lean alkalmazhatósága a bizonytalanság függvényében
 Forrás: [203] alapján saját szerkesztés

A 9. ábra jól szemlélteti, hogy a nem előre jelezhető és magas bizonytalansággal rendelkező kereslet és kínálat esetében nem lehet sikeresen alkalmazni az egyes lean eszközöket adott termékek és piacok esetében, ahol nagy valószínűséggel a kellő információ nem áll rendelkezésére ahhoz, hogy a lean logisztikát eredményesen integrálni lehessen a rövid és hosszú távú célok elérése érdekében. [204] Az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején a technológiai fejlődés következtében az integrált vállalatirányítási rendszerek (ERP⁷) megjelenésével és elterjedésével újabb lehetőségek adódtak az eredményesebb működési szint eléréséhez. Ez a technológia főleg a nagyobb, fejlettebb vállalatok számára volt kezdetben elérhető, ennek a bevezetése, integrálása, működtetése és fejlesztése igen idő- és költségigényes, bonyolult feladat, ezért a kisebb vállalatok csak fokozatosan kezdték el később használni. Az ERP rendszereknek köszönhetően lehetőség nyílt a valós idejű valós

⁷ ERP: enterprise resource planning, vállalati erőforrás-tervezés

információk áramoltatására, amely jelentősen csökkentette az ellátási láncokban lévő bizonytalanság mértékét.

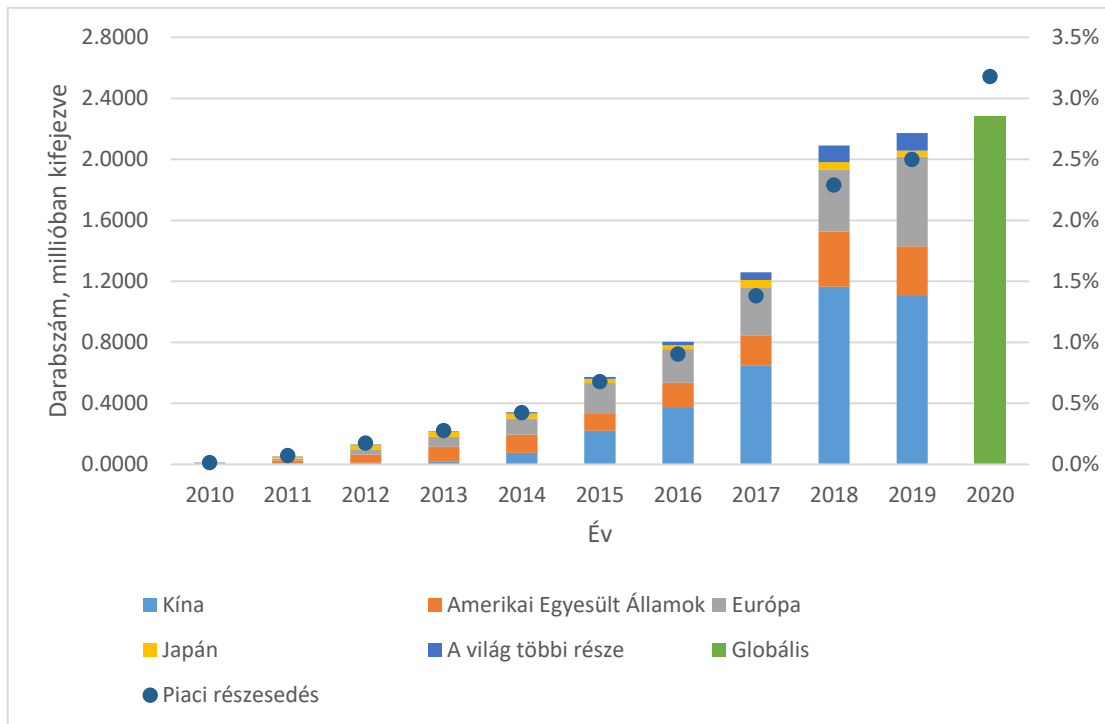
A 2000-es évek elejére újabb modulokkal egészítették ki a vállalatirányítási rendszereket, a logisztikához, ellátási láncokhoz kapcsolódó részeket összhangba hozták a többi támogató és társterületekkel, amely által standardizálni lehetett az információkat és az információáramlást, olyan adatbázisokat lehetett létrehozni, amelyek segítségével eredményesebbé lehetett tenni az operatív és stratégiai szintű feladatokat, illetve döntéshozatalt egyaránt. [205] Az 1990-es évek végén az elektromos autók megjelenése egy olyan új irányt hozott, amely később megváltoztatta a piacot. A szükséges technológiák teljesen más tudást és tapasztalatot igényeltek, mint a „hagyományos” modellek, olyan támogató és vezérlőegységekre volt szükség, amely képes a különböző elektronikai alkatrészeket, rendszereket, kiegészítőket kezelni és működtetni. Komoly K+F forrásokat kellett biztosítani a folyamatos fejlesztésre, hogy a társterületek is alkalmasak legyenek az elektromos autók szükségleteinek biztosításához. [206]

Az 1990-es és 2000-es években a technológiai fejlődés mellett a globalizáció hatására rendkívüli mértékben növekedett az autóipar jelentősége. A kielezett piaci verseny hatására az autógyártók és partnereik igyekeztek kihasználni a globalizáció nyújtotta lehetőségeket, újabb telephelyeket létrehozva az alacsonyabb munkaerő költségű régiókban. A termelési költségek csökkentésével, a méretgazdaságosságból származó előnyöket kihasználva olyan kontinenseket átívelő globális ellátási láncok kezdtek kialakulni, amelyek esetenként ma is meghatározó szerepet játszanak. [207] [208] A bizonytalanság, minőségügyi és csalással kapcsolatos problémák mérséklése érdekében, az eredményesebb, szorosabb együttműködés céljából az ellátási láncban szereplő vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektettek a nyomonkövethetőségre, az ehhez szükséges technológiák fejlesztésére a lehető legmagasabb szintű, megbízható vevői kiszolgálás érdekében. A nagyértékű csalások és bizalomvesztés elkerülése, illetve az átláthatóság mértékének növelése magasabb szintre emelte az ellátási láncban együttműködő vállalatok kapcsolatát, integrációját. [209] A gyors technológia fejlődésnek és a robotizációnak köszönhetően rendkívüli mértékben fejlődtek a logisztikához, ellátási láncokhoz, bizonytalanság kezeléséhez, gyártási tevékenységekhez, adatelemzéshez, minőségügyhöz és egyéb társterületekhez köthető folyamatok, alkalmazott módszerek.

A 2010-es évek elején ez a fejlődés tette lehetővé az Ipar 4.0 létrejöttét, a termékek, információk, együttműködő partnerek közötti kommunikáció összekapcsolását ellátási lánc szinten, amely eredményeképpen ez a horizontális és vertikális integráció már nem csak az

egyres vállalatok közötti valós idejű információ áramoltatását tette lehetővé, hanem az együttműködő vállalatok az adott ellátási láncban naprakész adatokkal rendelkezettek. Ez tovább növelte az ellátási láncok versenyképességét, eredményességét, átláthatóságát és lehetőséget adott a partnerek közötti bizalom további elmélyítésére. [210] [211] A hálózatelemzés területén ebben az időszakban kezdtek nagyobb szerepet kapni, és kezdtek szélesebb körben elterjedni az ideiglenes hálózatok elemzési módszerei, [212] illetve a különböző előrejelzési módszerek. [213] A 2010-es években az ázsiai, főleg a kínai és indiai piac fokozatosan egyre jelentősebb szerepet kapott az autóiparban is, és ezzel párhuzamosan úgy tűnt, hogy az amerikai és európai autógyártás egyre jobban teret veszít. Ez főként az alacsonyabb munkaerő és logisztikai költségeknek volt köszönhető, ugyanis az alapanyagbeszállítók és gyártók nagy része is ebbe a régióba szervezte ki a gyártási tevékenységeket, ezért a szállítási költségek és szállítási idő sokkal alacsonyabb volt. Az elérhető szállítási lehetőségek is jóval kedvezőbbek voltak, kevésbé volt szükség a vízi konténeres szállításra, racionalizálni lehetett ezeket a költségeket a megfelelő közúti és vasúti megoldásokkal. A légi szállítások ugyan fontos szerepet játszottak bizonyos partnerek közötti anyagáramlásban, azonban az ilyen jellegű költségek közel sem voltak olyan mértékűek, mint az Ázsia és Európa közötti távolságokon.

Ezen vállalatok irányító és támogató területeinek nagy része Európában és Amerikában maradt, ahol a stratégiai döntések születtek, és ahonnan a partnerekkel való kommunikáció nagy része történt. [214] [215] Amellett, hogy az elektromos autók gyártásának nagy része Kínában történt, a legnagyobb felvásárlói piac is Kína volt, ezt követően Európa, majd az Egyesült Államok. Az elektromos autók piaci részesedése 2020-ra több mint 3%-al nőtt 2010-hez képest, 2016-ban még csak 1% alatt volt, 2020 végére azonban már 3% fölé emelkedett. Ez mellett pedig 2016-hoz képest 2020-ban körülbelül már háromszor annyi elektromos autót értékesítettek. Ezeket az adatokat a 10. ábra szemlélteti. [216]



10. ábra: Az elektromos autók globális eladásai a főbb piacok szerint 2010 és 2020 között
 Forrás: [217]

Az autóipar elektrifikációját nagyban befolyásolta az olajiparra nehezedő nyomás és a környezetszennyezés csökkentését szorgalmazó nemzetközi szervezetek és világszintű kezdeményezések. Többféle technológiát fejlesztettek ki az elektromos autókhoz, ennek eredményeképpen ezek különböző elveken működnek, de közös bennük a gazdaságosabb és környezetkímélőbb üzemanyagfelhasználás. Ezzel párhuzamosan szükséges több olyan szűk természeti erőforrás, mint például a szkandium, amely elengedhetetlen az elektromos autók fejlesztéséhez és gyártásához, és egyéb elektronikával kapcsolatos iparban. [218]

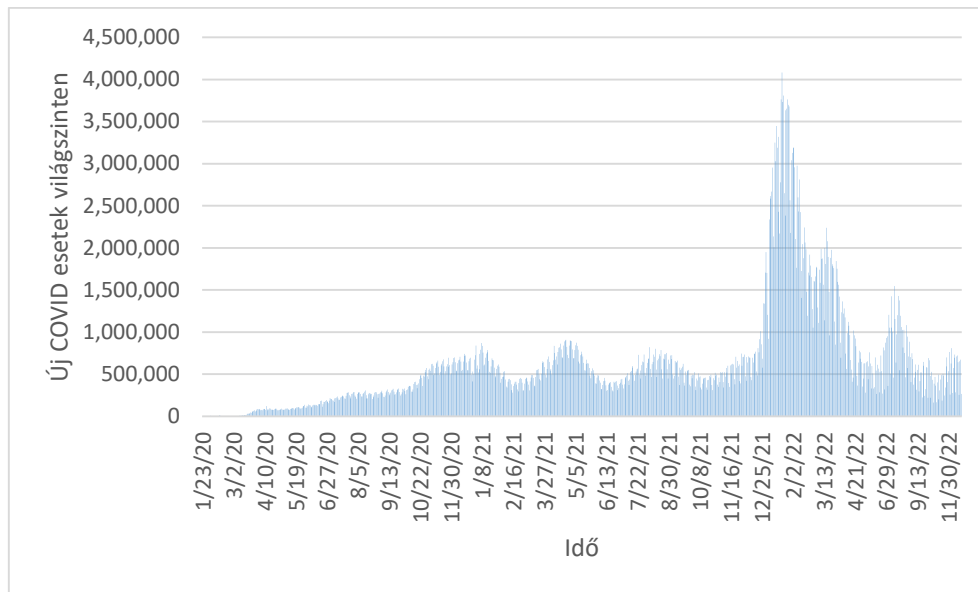
A rohamos technológiai fejlődés és az egyre kielezettebb piaci verseny miatt kiemelkedően fontos szerepet kapott a bizonytalanság az autóiparban. A mikroelektronika területén az elektrifikáció hatására olyan újabb és fejlettebb eszközök jelennek meg, amelyek előállítására igen összetett, magas átfutási idejű beépülő alkatrészek jellemzők. Az autóiparon kívül a telekommunikációs és egyéb elektronikai területen is nagy kereslettel rendelkező félvezetők, integrált áramkörök, nyomtatott áramkörök, LED-ek, rezisztorok, diódák stb. piaci érzékenyek az ellátási láncokban lévő bizonytalanságra és az igények fluktuációjára. Ezért a COVID-19 következményeképpen több esetben erőforrás-allokációra volt szükség egyes beszállítók részéről, hogy a lehető legkisebb mértékű negatív következmények tükrében tudják kiszolgálni a vevőket. [219] [220] Ez a folyamat általában hosszadalmas erőfeszítést kíván a felektől, a hatékony kommunikáció kiemelten fontos, mivel ezekben az esetekben,

ahol alapanyaghiány alakul ki, az egyes vevők kénytelenek gyártásukat a beszállítói ígérekhez igazítani abban az esetben, ha nincsen más forrás, és ezt az információt tovább kommunikálni partnereiknek is. Ha a szűk keresztmetszet az ellátási lánc elején alakul ki, akkor az ellátási lánc számos szereplőjét is bevonhatják ebbe a folyamatba. [221] [222] Az ebben a fejezetben leírtak összefoglalását a 8. ábrán szemléltetem. A következő fejezetben a COVID 19-et, mint ellátási lánc szempontból kiemelkedően fontos bizonytalansági tényezőt, illetve annak az ellátási láncokra gyakorolt hatásait mutatom be.

2.5. A COVID-19, és a vírus okozta kihívások az ellátási láncokban

Az elmúlt évtizedekben több olyan járvány rázta meg a világot, amely rengeteg halálos áldozatot követelt, ezek közül azonban kiemelkedő a COVID-19, amelynek komoly társadalmi és gazdasági következményei vannak. [223] Ezek a hatások pedig kiemelt szerepet kapnak kutatásom során, amelyeket részletesen is megvizsgáltam. A nagy embertömegeket érintő járványok megfékezése már az ókorban és a korai középkorban is kiemelten fontos volt társadalmi és gazdasági szempontok miatt is, ezért az egyes fertőzések megfékezésének és a kockázatok csökkentésének fontos szerepet tulajdonítottak. [224]

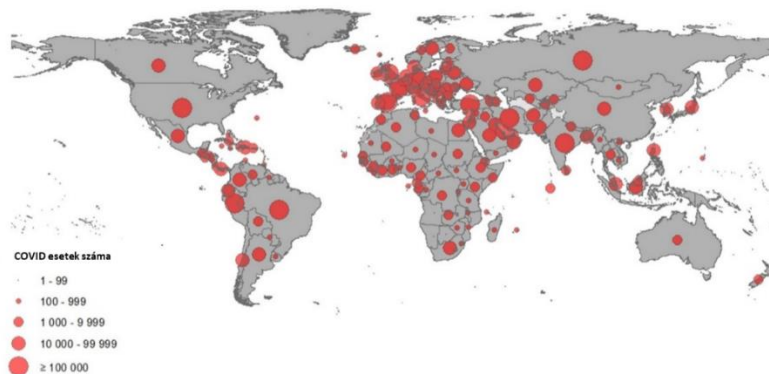
A koronavírus egy olyan cseppfertőzéssel, emberről emberre terjedő betegség, amelyet járványként azonosítanak, [225] és képes nagy embertömegeket megfertőzni. A vírus rengeteg halálos áldozatot követelt megjelenése óta, eredete feltételezések szerint egy kínai piachoz köthető, kutatásom szempontjából pedig kiemelkedő fontosságú, mert a vírus hatásai ma is érződnek az autóiipari elektronika területén is. [226] [227] 2019 végén regisztrálták az első koronavírusos esetet Kínában, hivatalosan azonban csak 2020 elején jelentették be, hogy emberről emberre terjedő, fertőző betegségről van szó. Wuhan tartományt, ahol a vírus rohamos terjedése kezdődött, néhány nappal a hagyományos Holdújév kezdete előtt karantén alá helyezték, remélve a vírus további terjedésének megakadályozását. Az ünnep miatti tömeges utazások kedveztek a járvány térhódításának, [228] robbanásszerűen megnőtt a fertőzöttek száma. [229] A koronavírusos megbetegedések száma 2020. január végén kezdett nagyobb méreteket ölteni Kínában, onnantól kezdve fokozatosan regisztráltak újabb érintetteket. A koronavírusos esetek számának alakulását a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra: Új koronavírusos esetek száma világszinten 2020 és 2022 között
 Forrás: [230] alapján saját szerkesztés

Ezután fokozatosan egyre több tartományt zártak le Kínában, de ez sem akadályozta meg azt, hogy ez a fertőzés globális szintű problémává váljon. A COVID-19 a súlyos társadalmi következményei mellett hatalmas gazdasági sokkot okozott szinte kivétel nélkül minden területen. Az autóiparon kívül a gazdaság minden területén nyomot hagyott a koronavírus hatása, és sok esetben rendkívül súlyos következményei további károkat okoztak a primer, szekunder és terciér szektorokban egyaránt. [231] Bár kezdetben csak Kínában növekedett a megfertőzödések száma, majd több héttel, hónappal később már számos más országban és kontinensen - Európában és Amerikában is jelen volt a vírus. Mivel a koronavírus rendkívül fertőző, és halálos kimenetelű is lehet, ezért számos óvintézkedést hoztak az országok a járvány megfékezése érdekében.

A 12. ábra jól mutatja, hogy a vírus kialakulása után körülbelül 4-5 hónap leforgása alatt Európa lett kezdetben a legjobban fertőzött terület, ez pedig kutatásomban is rendkívül fontos szerepet játszott, mivel az európai székhellyel rendelkező autóipari vállalatcsoportok európai létesítményeit rendkívüli módon érintették a növekvő számú megbetegedések. A globális autóipari ellátási láncok esetében a járvány okozta ostorcsapás-effektus több olyan kritikus, előre nem látható hatást eredményezett, amelynek következményeit szinte lehetetlen volt előre megjósolni. A gazdaság többi szektorában is történtek olyan számottevő változások, amelyek alapjaiban formálhatnak át egyes területeket. [232] A 12. ábra a koronavírusos megbetegedéseket vizualizálja 2020. májusi állapot alapján.



12. ábra: A koronavírusos megbetegedések földrajzi eloszlása 2020.05.31-es adatok szerint
 Forrás: [233] alapján saját szerkesztés

A COVID-19 miatti különböző óvintézkedések közé tartoztak egyes globális logisztikai szolgáltatások korlátozásai, [234] a szállítmányozás, utazás valamennyi formájának felfüggesztése, [235] a különböző lakossági és kereskedelmi járatok törlése, [236] gyárak, termelési egységek ideiglenes leállítása, bezárása egyes hatósági rendeletek alapján, [237] illetve ezeken felül további egyéb intézkedések is történtek a kormányok részéről.

Ezek az óvintézkedések nagymértékben megnehezítették, vagy akár ellehetetlenítették egyes ellátási láncok különböző folyamatait, esetenként teljes működését, illetve az áruk és információk áramlását. Ennek a következményeképpen magasabbak lettek a logisztikai és ellátási láncokkal kapcsolatos költségek, [238] csökkentek a vízi, szárazföldi és légi fuvarlehetőségek, [239] alapanyaghiányok keletkeztek az ellátási láncok számos pontján, [240] illetve lehetséges igénycsökkenést, [241] és egyéb előre nem látható következményeket generálva.

A munkavállalók életére is nagy hatással volt a járvány, a megváltozott gazdasági környezet miatt a vállalatok által hozott intézkedések direkt és indirekt módon is befolyásolták helyzetüket. [242] A megváltozott vevői igények hatására és a vírus terjedésének csökkentése érdekében bevezetett szigorú előírások miatt, sok vállalatnál előtérbe került a teljes vagy részleges távolsági munkavégzés lehetősége, amely a COVID-19 korai időszakában fontos szerepet játszott az autóiipari multinacionális cégek esetében is. Ezzel a lehetőséggel csökkenteni tudták az indirekt munkaerő rendelkezésre állásának bizonytalanságát azáltal, hogy mérlegelve a koronavírus fertőzöttséget a régióban, országban, a lehető legnagyobb

mértékben próbálták megóvni a munkavállalókat a vírustól, biztosítva a megfelelő üzletmenetet. [243]

Ellátási lánc szempontból a koronavírus hatásait egy természeti katasztrófához, mint például egy földrengéshez, vulkánkitöréshez vagy szökőárhoz lehet hasonlítani, amelyek erőteljesen befolyásolják azok működését. [244]

A COVID-19 előtt több hasonló eset is volt, mely felhívta a figyelmet az ellátási láncok külső tényezőkből fakadó sérülékenységekre és kitettségekre, amelyek különböző munkabeszüntetéshez, áramszünethez, vulkánkitöréshez stb. voltak köthetőek. [245]

Kutatásomban azért a COVID-19-el foglalkozok, mint sokk-kal és bizonytalansági faktorról, mivel ellátási lánc szinten olyan bizonytalan helyzetet teremtett az általam kutatott területen, amely hiánypótló kutatásokat tett szükségessé és lehetővé.

A koronavírus hatása globális szinten rengeteg kihívás elé állította a legtöbb gazdasági szektort, beleértve az autóipart is. Országok, teljes iparágak és vállalatok esetében is egyaránt érzékelhető a rengeteg közvetett és közvetlen negatív hatás, amit a járvány okozott. A vevői igények fluktuációja, az alapanyaghiányok, átfutási idők és anyagárak emelkedése együttesen olyan gazdasági sokkot okoztak a különböző piacokon, ellátási láncokban, amely következtében sok termelő vállalatnak ideiglenesen, vagy véglegesen le kellett állítania, vagy fel kellett függesztenie gyártási folyamatait. Ennek következtében esetenként különböző szintű direkt és indirekt munkaerő állomány leépítés volt tapasztalható, amely közvetetten érintette a gyártási kapacitásokat. [246] A COVID-19-el kapcsolatos kihívásokat különböző ellátási lánc területeken lévő szakember megerősítette, amelyet a 13. ábra szemléltet.



13. ábra: 2021-es felmérés alapján a főbb ellátási láncokkal kapcsolatos kihívások
Forrás: [247] alapján saját szerkesztés

A COVID-19 hatásai még mindig érzékelhetőek bizonyos operációs tevékenységeknél, az egyes szakemberek által jósolt, körülbelül 1 éven belül a probléma kezdetétől számítva, 2021-től nem sikerült még állami segítséggel sem teljesen stabilizálni a gazdaság egyes területeit, beleértve az autóiipari mikroelektronikát is. [248] Egy ilyen méretű járványra rendkívül nehéz, szinte lehetetlen előre racionálisan felkészülni, azonban ki lehet alakítani olyan stratégiákat, amelyek a probléma kezdetétől annak végéig próbálnak a lehető legjobban reagálni a változásokra egy bizonytalan környezetben. [249] Az ellátási láncokban az olyan együttműködési stratégiák, ahol transzparensten és rugalmasan tudnak reagálni az egyes változásokra, lehetővé teszik a proaktív hozzáállást az igényfluktuáció kezelésére, az egyes ellátási problémák leküzdésére, illetve esetleges minőségügyi problémák megelőzésére. [250] A szoros kooperáció lehetővé teszi a közös érdek által vezérelt együttes fellépést egy nagyobb gazdasági sokk esetében. A megfelelő minőségű kommunikáció, a közös stratégiai együttműködés következtében gyorsabban tudnak reagálni az együttműködő vállalatok az esetleges veszélyekre, megelőző intézkedésekkel pedig enyhíteni tudják a potenciális veszteségeket.

2.5.1. Átfutási idők változásainak jelentősége és a szűk keresztmetszet anyagok

A COVID-19 következtében az ellátási láncok tagjainak egyre nehezebbé vált az alapanyagbeszerzés, a láncon belüli többi tag ellátása a kívánt termékekkel, ezért már nem tudták az eddigi feltételekkel és átfutási idővel biztosítani az anyagok áramlását. Ezért főleg az elektronikai termékek esetében fokozatos és drasztikus átfutási idő növekedés volt a jellemző a piacon. Sok esetben ez a növekedés radikális módon a többszörösére nőtt, több esetben megfigyelhető volt, hogy akár négyszeresére, vagy akár ötszörösére is megnőtt ez az időtartam.

Kutatásom során az átfutási idők változása fontos szerepet játszott, mert nagymértékben befolyásolták az autóiipari elektronikai piacait. Az átfutási idők rengeteget változtak, az esetek döntő többségében nagymértékben növekedtek a COVID-19 hatására egyes árucikkek esetében, ennek következményei túlmutatnak az egyszerű anyagbeszerzésen, disztribúción és ügyfélkiszolgáláson, számos előre nem várt olyan következménnyel jártak, amelyek negatív módon befolyásolták az ellátási láncok teljesítményét az autóiipari mikroelektronika területén. A szakirodalmakban több definíció is létezik az átfutási idő megfogalmazására, kutatásom során kettőt emelek ki.

Az átfutási idő a megrendelés kihelyezése és a kért áru kiszállítása között eltelt idő, más megfogalmazásban a megrendelés teljesítéséhez szükséges időt jelenti. [251] Egy másik meghatározás szerint az átfutási idő a megrendelés kihelyezése és a kért árucikk rendelkezésre állása között eltelt idejét jelenti a vevői igény kielégítésére. [252]

A definíciók hasonlóak, mindkét esetben a felmerülő igény és a kért dátum közötti időpont a lényeg, de a fókusz az egyik esetben a kiszállításon, a másik esetben pedig a rendelkezésre álláson van. Ebben a kérdéskörben fontos szerepe van a Nemzetközi Kereskedelmi Feltételeknek, hogy milyen kritériumok mellett történik meg a kívánt áru eljuttatása a szállítótól a vevőig, melyik fél fizeti a fuvar költséget, ki vállalja a kockázatot és a szállítással járó egyéb kötelezettségeket. Az elektronikai piacon a COVID-19 miatti növekedő átfutási idők egyre nagyobb nehézséget és kihívásokat jelentettek az ellátási lánc tagjainak, a megrendelési állomány kihelyezése a szállítóknak egyre hosszabb időtávra történt, ezért bizonyos anyagok esetén a nem törölhető nem visszaküldhető megrendelések akár több évre előre biztos kötelezettséget jelentettek a rendelő vállalatnak. [253] Ezt tovább nehezítette az allokációs piaci környezet, amely következtében a közép és hosszú távú tervezés is nehezzé, kiszámíthatatlanná válhatott az egyes kritikus és szűk keresztmetszet alapanyagok miatt. Ezek a plusz költségek és a megváltozott piaci helyzet közvetlenül és közvetetten is befolyásolták a vállalatok eredményeit. A vállalat likviditásától kezdődően a készletszinteken át egészen a nettó nyereségig megjelennek ezeknek a tényezőknek a hatásai a pénzügyi eredményben is.

A hosszabb időtávra kihelyezett és nagyobb volumenű megrendelések, illetve a vevői igények fluktuációjának következtében sokkal rugalmatlanabb ellátási lánc struktúrák jöttek létre, amelyek nehezebben és lassabban tudtak csak reagálni a különböző külső és belső változásokra. [254] A komplex elektronikai gyártási területek anyaggazdálkodási stratégiája szempontjából a vevői igények változásának következtében fontos szerepet kapott a minimális rendelési mennyiség vagy érték problémaköre, [255] illetve az anyagbeérkezések kontrollálásának nehézségei. [256] A magas készletszint problémaköre kiéleződött rövid és hosszú távon is egyaránt, aminek következtében a vállalatok likviditása is csökkenhetett egyaránt. [257]

A kritikus szűk keresztmetszet anyagok miatti allokációs piacnak és a megnövekedett átfutási időknek tehát van egy olyan hatásuk, amely csökkenti a vállalatok rugalmasságát [258] és likviditását a komplex autóiipari mikroelektronika területén, mellette növelve a pénzügyi kitettségeiket. Az ellátási láncon kívüli partnerekre való utaltság is több esetben megjelent, a disztribútor és bróker vállalatok hatalmas árréssel tudták értékesíteni a felvásárolt elektronikai

komponenseket. Ezeknek a hatásoknak a másik következménye az árazási mechanizmusok megváltozása volt, mivel a COVID-19 előtti folyamatokkal szemben volatilisabb mértékben és ütemben növekedtek a pandémia következtében az alapanyagárak, ezért az esetleges éves árazási ciklusok már nem voltak képesek lekövetni az egyes változásokat.

2.5.2. Vevői igényekre való reagálás ellátási nehézségek függvényében

A vevői igények meghatározása és azok gyártástervbe integrálása az előrejelzések alapján kulcsszerepet töltenek be a logisztikai és ellátási láncokkal kapcsolatos döntések kapcsán. A vevői igények alapján működő húzórendszerű termelés során elengedhetetlen a pontos adatokkal való tervezés, amely során kiemelten fontos, hogy megbízható, naprakész adatokkal dolgozzanak az ellátási láncok tagjai a lehető legmagasabb szintű vevői igények kielégítése érdekében. [259]

A magas átfutási idővel rendelkező inputok esetén jóval nagyobb feladatot és kihívást jelent a fluktuáló vevői igényekre való reagálás. [260] A vállalat helyzete, piaci pozíciója és hatalma az adott piacon nagyban befolyásolja a reagálás sikerességét. Az elektronikai iparra jellemző, hogy erős pozícióban lévő, globális elektronikai komponensgyártó vállalatok látják el a különböző szektorokat, ezáltal sokkal könnyebben tudják kezelni, menedzselni a különböző vevői igények fluktuációját. A vevői igénynövekedés pozitív lehet üzleti szempontból, viszont akkor okoz problémát, ha csak átmeneti, azaz később visszacsökkennek a vevői megrendelések, vagy ha valamilyen oknál fogva valamelyik beszállító vállalat nem tudja azokat teljesíteni, aminek következtében ostorcsapás effektus figyelhető meg az ellátási láncban. [261] [262]

A problémák nagy része akkor figyelhető meg, ha az igénynövekedések a kritikus anyagok átfutási idején belül történnek, ilyen esetekben szerződéstől függően, ha tudja teljesíteni az új, megnövekedett igényeket az adott vállalat, akkor plusz árbevételt tud generálni, azonban ehhez szükséges a megfelelő kapcsolatokkal és ellátási hálózattal rendelkezni. [263] A nagy hatalommal és piaci részesedéssel rendelkező globális elektronikai vállalatok esetén olyan előnyös szerződések születhetnek részükre, amelyek biztosíthatják a lehető legkevesebb kockázatot és kötelezettséget. [264] Sok esetben átfutási időhöz kötik azt az időszakot, amin belül már nem változtathatnak a vevők az igényeiken, ezzel biztosítva az ellátást, mivel a beszállítóktól kapott átfutási idők jelenthetik a szűk keresztmetszetet a kritikus komponensek esetén. [265] Ha a beszállító semmiféleképpen sem tudja teljesíteni a megnövekedett igény

kielégítését az átfutási időn belül, akkor a változtatási kérelem elutasításra kerülhet az adott szituációnak megfelelően.

Abban az esetben, ha mégis szükség van nagyobb mennyiségek megrendelésére egy adott inputból, amely a COVID-19 következménye is lehet, de átfutási időn belül keletkezik ez a többlet vevői igény, és nem tudják kiszolgálni a beszállítók ezt a többletkeresletet, akkor más, alternatív megoldásokat kell keresnie az adott vállalatnak a szituációtól függően. Ezek az esetek többségében negatív módon befolyásolják a vállalat működési tevékenységből származó pénzforgalmát, növelve a különböző költségeket. [266] Az ellátási kihívások miatt a megrendelések visszaigazolása nem minden esetben olyan mennyiségben, és arra az időpontra történt, amikor azok igényelve lettek. Ezekon felül a hosszú átfutási idő azt is jelentette, hogy új projekt esetén az újonnan kihelyezett megrendeléseket a beszállítók döntően csak az átfutási időn túlra tudták visszaigazolni, amely akár több évvel később lehetett. [267] Ezek mellett pedig a limitált kapacitás [268] és korlátozott nyersanyag rendelkezésre állás [269] miatti allokációk hatására nem tudták a gyártók teljes mértékben kiszolgálni vevőiket, több esetben pedig jelentős késések mellett [270] tudták csak a működéshez szükséges elégséges mennyiségű komponenszt biztosítani.

Ha mindezeket figyelembe vesszük, akkor látszik, hogy egy viszonylag rugalmatlan struktúra alakult ki a COVID-19 hatására az autóiipari elektronikai ellátási láncokban az olyan anyagok esetén, amelyek az összetettebb és komplexebb elektronikai árucikkek magját alkotják. Ilyen feltételek mellett a vevői igények erős fluktuációja szinte ellehetetlenítette a folyamatos anyagellátottságot, vagy magas készletszintet eredményezett. Felmerülhet a kérdés, hogy ebben a kiélezett, globális versenyben, hogyan tudták a vállalatok leküzdeni ezeket a kihívásokat. A kooperáció, [271] átláthatóság [272] és a terhek megosztása kulcsfontosságú tényezővé vált az elmúlt időszakban. Az ellátási láncban lévő partnerekkel való közös összefogás, és az egyes kritikus komponens gyártó vállalatokra helyezett nyomásgyakorlás az egyik sarokpontja lett a sikernek. [273]

A limitált anyagelérhetőség miatt a disztribútor és bróker vállalatok készleteiket kiemelkedően magas haszonkulccsal tudták értékesíteni. Sok esetben rendkívül szűk volt a kínálat egy adott kritikus anyagra a teljes, globális piacon, ezért a rendkívül drága költségek kifizetéséről szinte azonnal döntést kellett hozniuk a partnereknek, mivel ezeket a limitált erőforrásokat több iparág szereplői is próbálták beszerezni hasonló körülmények és költségek mellett. [274] Volt olyan eset is, mikor a disztribútor vállalatoktól vett egy darab alapanyag ára magasabb volt, mint a késztermék eladási ára, amibe építették. Olyan esetekben fordult ez

elő, hogy ilyen feltételek mellett is rá voltak kényszerítve az ellátási lánc szereplői az anyagvásárlása, mikor a gyártott késztermék hiánya esetleges piacvesztést, súlyos kötbért vont maga után, vagy piacnövekedést gátolt meg. [275] A szorosabb együttműködés a piac ezen szereplőivel bár újabb forrásokat jelentettek az ellátási láncoknak, a költségek racionalizálása, és a terhek megosztása, közös anyaggazdálkodási stratégia kidolgozása elengedhetlenné vált a félreértések elkerülése, és a hatékony együttműködés eléréséhez. A különböző ellátási nehézségeket, amelyeket a 6. táblázatban összegzek, ha sikerült is megoldania a vállalatoknak, fontos megemlíteni, hogy az anyagok áramoltatásának költsége növekedhetett az elmúlt néhány évben a COVID-19 hatására.

Főbb ellátási nehézségek

- Magas átfutási idők [276] [277] [280]
- Vevői igények fluktuációja [276] [278] [279] [280]
- Szűk keresztmetszet, kritikus anyagok mértékének növekedése [280] [281]
- Alternatív megoldásokkal kapcsolatos nehézségek [283] [284] [288] [289]
- Kapacitásokkal kapcsolatos limitációk [285]
- Komponensek allokációs helyzetei [286] [287]
- Többletköltségek [290]
- Limitált anyagelérhetőség [291] [292]

6. táblázat: Az ellátási nehézségek főbb pontjai

Forrás: [276] [277] [278] [279] [280] [281] [282] [283] [284] [285] [286] [287] [288] [289] [290] [291] [292] alapján saját szerkesztés

A sztenderd ázsiai konténeres szállítás költségei, amelyek a legkedvezőbbek a vállalatok számára, megnövekedtek a különböző túlfoglalások és konténerhiányok miatt a COVID-19 hatására, érintve az autóipari ellátási láncokat is. A konténer fuvardíj alakulását az elmúlt években az 1. melléklet szemlélteti.

Ez alapján látszik, hogy a logisztikai tevékenységek közül a beszerzés kulcspozícióba került, ezen felül pedig vállalati szinten az ellátási lánc menedzsment jóval hangsúlyosabb szerepet kapott az elmúlt években, mint stratégiai terület is egyaránt. [293] Az anyagellátottság megléte vagy hiánya döntő lehetett a vállalati eredményekre és egyes stratégiákra nézve. Ezek miatt egyre több esetben fordult elő az, hogy a kritikus és szűk keresztmetszet anyagok beszerzésében a vállalatok felső vezetését is bevonták az eszkalációkba a megfelelő nyomásgyakorlás és eredmények elérése végett. [294] Egy másik sarkalatos pont a kulcsfontosságú beszállítók alapanyag beszerzésének támogatása volt. A komplex és szűk keresztmetszet termékek esetében több alkalommal is szükségessé vált a beszállító, vagy beszállító beszállítójának komponenseket beszerezni az ellátási lánc eredményessége érdekében. Ezek lehettek olyan komponensek is a standard alapanyagokon kívül, amelyeket

közvetlenül nem használt az adott vállalat, csak a beszállítók, vagy esetlegesen a beszállító beszállítója. Ennek a transzparens és kooperatív megközelítésnek eredményeképpen születhettek olyan megoldások, amelyek több hetes vagy akár hónapos gyártásleállást előztek meg, [295] biztosítva az ellátási lánc megfelelő anyagáramlását. Ezekben az esetekben is a kulcs az átláthatóság, a bizalom, a megfelelő kommunikáció és az ellátási lánc szemléletben való gondolkodás volt.

2.6. Az autóipar és autóipari elektronikai terület áttekintése

Az autóipar a világgazdaság egyik meghatározó ágazata, amely azon felül, hogy számos munkahelyet teremt a világ szinte minden pontján több másik iparággal együtt szinergikus kapcsolatban együttműködve, jelentős mértékben járul hozzá az országok gazdasági fejlődéséhez. Az acélipartól kezdve a vegyiparon és műanyagiparon át egészen az elektronikai iparig szinte minden területet érintenek a kontinenseken átívelő globális autóipari ellátási láncok.

2.6.1. Autóipari sajátosságok

Dolgozatomban az autóipar egy fontos területét, az elektronikai szegmensben lévő vezérlőegységek ellátási hálózatát vizsgáltam, amely komplexitásából adódóan egy különleges terület. Az elmúlt években, évtizedekben rendkívüli fejlődés volt tapasztalható az autóiparban, az alkatrészeket gyártó és összeszerelő cégek és a technológiai know-how-k egyre szélesebb körű hozzáférhetősége miatt több esetben házon belül kezdték el gyártani egyes komponenseiket, alapanyagaikat a költségek csökkentése és piaci részesedésük növelése érdekében. [296] Ennek a folyamatnak az eredményeként több autóipari beszállító nyitott újabb területek felé, beleértve az elektronikai területet is egyaránt. Egészen 2018-ig számottevő növekedés volt megfigyelhető az autógyártásban, 2019-től kezdve azonban a kínai piacon erős mértékben csökkentek az igények már a COVID-19 időszak előtt is, ezt jól szemlélteti a 2. melléklet. Kína vált a legnagyobb személygépjármű gyártójává a világon, 2019-ben a világ személygépjármű gyártásának majdnem egyharmadát a Kínában gyártott autók tették ki. [297]

Az elmúlt időszakban tapasztalt rohamos fejlődés nem csak az autóiparban hozott rengeteg újítást, amelynek következtében alkalmazkodnia kellett a vállalatoknak a folyamatosan változó gazdasági környezethez. Kiemelten fontossá váltak a személyre szabott termékek és szolgáltatások, ezek versenyképes előállításához szükségessé vált a vállalatok termelési rendszereinek folyamatos felülvizsgálata, modernizálása. [298] Az autóiparban tapasztalható

rendkívül kiélezett piaci verseny, a növekvő vevői igények és a technológiai fejlődés gyors mértéke azonban megváltozott a koronavírus hatására. Ebben a helyzetben a felelős vezetői feladatok és intézkedések is új kontextusba kerültek. [299] Az autóipar és a többi kapcsolódó iparág, mint például textilipar, műanyagipar, elektronikai ipar stb. között egyszerre vannak hasonlóságok és különbségek, amelyek egyedivé teszik az autóipart. A 7. táblázatban vannak összefoglalva ezek a pontok. [300]

Autóipar és más iparágak közötti hasonlóság	Autóipar és más iparágak közötti különbségek
Közvetlen külföldi beruházások, globális termelés és határok közötti kereskedelem felgyorsulása az 1980-as évektől	Koncentrált vállalati struktúra: a nagy hatalommal rendelkező autógyártók ki tudták használni piaci helyzetüket beszállítóikkal kötött megállapodások során
Piaci növekedés lehetősége	Gyakori szövetségkötések, felvásárlások, fúziók
Olcsó és képzett indiai, kínai és brazil munkaerő alkalmazása	Végző gépjármű összeszerelés, és az ezekkel kapcsolatos alkatrészgyártás célpiachoz való közel tartása, és ez miatt ezek globális szétszóródása
WTO támogatása	Erős regionális struktúra és intergráció jelenléte a globális integráció mellett
Termelés kiszervezése	Minimális az általános és teljesen standard komponensek száma, amely sok termékcsalád esetén is használható
Értékláncok és értékteremtő folyamatok összekapcsolása a beszállítóknál	Jármű modellekhez alakított egyedi és speciális komponensek dominálnak
Beszállítók, amelyek központja fejlett országokban volt, globalizálódtak	Az egyedi komponensek miatt a beszállítói bázis specializálódása és limitálása figyelhető meg egyes esetekben
A kiszervezett fejlődő országokban lévő beszállítók növekedtek és megerősödtek	A limitált beszállító bázis miatt sok esetben egy forrásból szerezhetőek be ezek a speciális anyagok, ezért kiemelten fontos az együttműködés, közös formatervezés, amely ezért általában egy vagy néhány régióra korlátozódik

7. táblázat: Egyezőségek és különbségek az autóipar és kapcsolódó iparágak között
Forrás: [301] alapján saját szerkesztés

Érdekes kontraszt figyelhető meg az autóiipari elektronika területén. Általánosságban az autóiiparban minimális a teljesen standard és általános alkatrészek száma, mert inkább adott márka és jármű modellekre alakított egyedi alkatrészekkel dolgoznak, míg az elektronika területén sok standard komponens található, amit több területen, iparágban, termékcsaládhoz alkalmaznak. [302] Az autóiipari elektronika területén is a nagyobb standardizáltság figyelhető meg a komponensek területén, de mellette fontos szerepet kapnak az egyedi és specifikus alkatrészek is. A kutatásom során vizsgált vezérlőegység gyártás hálózatainak elemzése ezért is érdekes, mert ezen a speciális területen az elektronikán kívül a műanyag, fém stb.

alkatrészek is megjelennek, de a szűk keresztmetszetet a drága, hosszú átfutási idővel rendelkező elektronikai komponensek jelentik.

2.6.2. Az elektronikai terület sajátosságai

A koronavírus megváltoztatta a mindennapi életet, az emberek és vállalatok is átértékelték a helyzetüket. A globálisan jelenlévő nagymértékű korlátozások egyben hatalmas keresletet generáltak a különböző háztartási, fogyasztói elektronikai cikkek iránt, másrészt a közlekedési szokásokat is megváltoztatták, rengeteg ember tartva a vírus terjedésétől, saját autó vásárlásával és használatával próbálták minimalizálni a kockázatot. Az otthoni munkavégzés, a szabadidős tevékenységek otthon töltése egyre jobban generálta az igényt a különböző elektrotechnikai termékekre. Ezeknek a változásoknak köszönhetően nagymértékben lekötötték az elektronikai alapanyaggyártó vállalatoknak a kapacitását az elektronikához szorosan kapcsolódó iparágak több évre előre. [303] A gyártók az ellátási láncokban felmerülő anyagellátottsági kihívások, logisztikai problémák és a piaci strukturális változásai miatt nem voltak képesek kiszolgálni a folyamatosan növekvő igényeket, ezért egyre jobban megfigyelhető volt az egyes iparágak közötti verseny a kritikus elektronikai komponensek megszerzésért, és hosszú távú ellátás biztosításáért. A gyártói kapacitásbővítések kulcsfontosságú szerepet játszottak a magas kereslet kiszolgálásában, mivel az átfutási idők folyamatos növekedése volt megfigyelhető a különböző nehézségek miatt, és az alapanyagárak drágulásának mértéke és a drágulások gyakorisága is növekedett. [304] Az elektronikai ipar becsült növekedésének mértékét a 3. mellékletben szemléltetem.

Az allokáció alatt lévő komponensek balanszírozása az iparágak és végfelhasználók között elengedhetetlen volt az ellátási láncokban keletkező károk minimalizálása és a partneri kapcsolatok, illetve a bizalom építése érdekében. Ezek a tényezők miatt az elektronikai ipar, jelentős mértékben növekedett 2021-ben és 2022-ben is, illetve további növekedés várható 2023-ban, és az elkövetkezendő években is egyaránt. [305]

2.6.3. Az autóiipari elektronikai terület bemutatása

Az autóiipar jövője szempontjából igen nagy jelentőséggel bír az elektronika egy részterületként számontartott mikroelektronika, amely úgynevezett félvezető eszközök, nagy bonyolultságú integrált áramkörök fejlesztésével és gyártásával foglalkozik. Az ezen a területen előállított termékek pedig kutatásom középpontjában állnak, mint a vezérlőegységek legfontosabb komponensei. Az autóiipari ellátási láncok nehézségeit, különösen a COVID-19

által sújtott időszakot tekintve, jól lehet szemléltetni az elektronikai és mikroelektronikai szektor vizsgálatán keresztül.

2.6.3.1. A mikroelektronika, mint kiemelten fontos terület

A mikroelektronika egyik legfontosabb vívmánya, hogy nagyfokú automatizáltságot tesz lehetővé a termékeinek alkalmazása, ez pedig az autonóm autók, vagyis az önvezető járművek fejlesztésében játszik óriási szerepet, amelyekre az utóbbi években jelentősen megnövekedett a felhasználói igény. Az önvezető járművek fejlesztése területén kiemelkedő eredményeket értek már el nagyobb autógyártó vállalatok, a teljes mértékben automatizált közlekedésre képes járművek technológiai fejlesztése már a végső szakaszhoz közelít. Vannak azonban az önvezető járművekhez is elengedhetetlen, már a mai autókban is gyakran megtalálható kiegészítő felszerelések, amelyeknek gyártásához a mikroelektronika adja az alapot, ezért is kiemelten fontos ez a terület kutatásomban, amely sok lehetőséget tartalmaz a jövőre nézve. [306] A 4. melléklet jól szemlélteti, hogy egyes előrejelzések alapján nagymértékben várható az autóiipari elektronikai piac bővülése, ez magában foglalja a vezérlőegységek speciális területét is.

A fontosabb felszerelések, termékek közül, amiket kiemelek, az az elsők között kifejlesztett elektronikus gáz- és fékpedál, szervokormány, különböző kamerák, az ezekkel együttműködő világító berendezések, navigációt segítő rendszerek és a vezérlőegységek, amelyeknek fontos szerepe van a megfelelő, biztonságos és fejlődő közlekedésben, ezért is kiemelten fontos ez a terméktípus, amelyet később részletesebben is kifejtek dolgozatomban. Ma már egészen mindennapinak, könnyen elérhetőnek számítanak ezek a termékek, termékcsaládok, és ezek jelentik az autóiipar számára az egyik legnagyobb kihívást. A kamerák, fényérzékelő szenzorokat tartalmazó világító eszközök, navigációs készülékek a modern világ alapkellékeinek számítanak önmagukban is, nemcsak a járművekbe építve és a világ háztartásainak jelentős részében nem egy, vagy két ilyen eszközre van csupán igény, mint az autók esetében, hanem akár a család minden tagjának külön kell, hogy rendelkezésére álljanak, például mobiltelefon formájában.

Ez pedig azt jelenti, hogy az autóiiparnál sokkal jelentősebb felvevőpiacot jelentenek a mikroelektronikai komponensek beszállítói számára a háztartási elektronikai eszközök gyártói, különösen a gyógyszeripari, hadászati és moobileszközöket előállító cégek, akik a nagyobb volumenű rendelések miatt sokszor előnyt élveznek az autóiiparhoz képest, ha egy alapanyag ellátása valamilyen okból nehézségekbe ütközik, akárcsak átmenetileg, akár

hosszabb távon. [307] [308] Egy új projekt indításakor már igen korai szakaszban el kell kezdeni vizsgálni, hogy az esetleges új komponensek rendelésére milyen szállítási határidőt vállalnak a beszállítók, mivel ez igen jelentősen hátráltathatja a projekt tervezett indulását, illetve a projekt sikerességét. [309]

Nem volt példa nélküli, hogy egy alapanyagra egy vagy kétéves, vagy akár ennél is hosszabb határidővel tudta csak vállalni a beszállító az új rendelések teljesítését a rendkívül magas kereslet miatt. Ezekben az esetekben elképzelhető volt, hogy a komponens gyártójánál a kisebb rendeléseket jelentő egyedi autóipari alkatrészek háttérbe szorultak. Ilyen egyedi alapanyagnak számít például a legtöbb esetben a nyers panel, a nyomtatott áramkör. Ezeknek a gyártása egy bonyolult, számos lépésből álló, hosszadalmas folyamat, amelyet csak igen kis mértékben lehet felgyorsítani. Tehát hiába kezdi meg a gyártó adott esetben a sürgős vevői igény alapján a tervezettnél előbb a rendelés teljesítését, a kompromisszumok nélküli minőség érdekében az előállítási procedúra minden állomását végig kell vinni, ami akár több hetet is igénybe vehet a gyártás megkezdését követően. Ezek alapján jól látszik, hogy milyen kihívásokkal kell szembenéznie az egyes gyártóknak. [310]

2.6.3.2. Kína, mint kulcsfontosságú piac a mikroelektronika területén

Számos más területhez hasonlóan, a mikroelektronika számára is Kína jelenti az egyik legjelentősebb, az egyik legnagyobb mértékben és leggyorsabban növekvő piacot. A világ mikroelektronikai össztermelésének mintegy felét Kína területén működő vállalatok használják fel, elsősorban okostelefonok, okos televíziók, személyi számítógépek különböző típusainak gyártásához. Komoly nehézséget jelent azonban az, hogy a kínai kormány a mikroelektronikai ipar élénkítésére hozott intézkedései ellenére, az igények nagymértékben meghaladják az ország termelési kapacitásait, ezért továbbra is túlnyomórészt import forrásokra kell támaszkodnia a térségben tevékenykedő mikroelektronikai szereplőknek. A kínai gyártású mikroelektronikai termékek jellemzően a kevésbé fejlett és bonyolult kategóriába (low-end) tartoznak. Ennek oka, hogy a kínai szereplők mind a kutatás és fejlesztés, mind a nagy bonyolultságú tömeggyártáshoz szükséges know-how-k és felszerelések területén lemaradásban vannak például amerikai versenytársaikhoz képest. [311]

Az 5. melléklet jól szemlélteti a félvezetők kínai piaci részesedésének erősödését a 2010-es évek közepétől. A vezérlőegységek ellátási láncainak kínai kiterjedése is fontos szerepet kapott kutatásomban a COVID kapcsán, mert a Távol-keleti források estenként nem tudták kiszolgálni megfelelő módon az európai gyártókat. Egyes partnerek nem tudták tovább

betölteni az ellátási láncban játszott értékteremtő szerepüket, esetenként kiestek a láncból, ezért a többi partnernek máshonnan, vagy más módon kellett a gyártáshoz szükséges komponenseket beszerezni, amely következtében különböző változások voltak megfigyelhetők a vezérlőegységek ellátási hálózataiban is.

2.6.3.3. A COVID-19 hatásai az autóiipari elektronikai területre

Az autóiiparnak azonban így is nélkülözhetetlen beszerzési forrást jelent Kína, ezért rendkívül érzékenyen érintette a szektort a koronavírus járvány kitörése, először 2020 első negyedében, amikor Ázsiában már nagy volt a COVID fertőzöttség, de Európában még csupán kis mértékben volt jelen. Ez a jelenség nemcsak globális, de lokális szinten is jelentős kihívást jelentett. [312] Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy míg az európai autógyártók a korábbi megrendeléseknek megfelelően próbálták tovább folytatni a gyártást, a mikroelektronikai komponensek beszerzési forrásai a kínai Holdújév többnapos ünnepéről visszatérve már nem tudták az addigi módon kiszolgálni az autóiipari vevőiket. Ennek eredményeképpen megkezdődött a verseny a kritikus és szűk keresztmetszet alapanyagokért, alternatív beszerzési forrásokért, a nyomásgyakorlás a beszállítókra, akik egy korábban szinte soha nem tapasztalt visz major helyzetben próbálták kiszolgálni vevőiket, köztük az autóiipar igényeit is, ahol a nagyfokú automatizáltság miatt minden a gyártásból kiesett perc egyben súlyos állásidő díjakat is jelentett, amelyet az adott, előre nem látható helyzetben nem, vagy csak részben tudtak tovább terhelni a beszállítókra. A 6. melléklet egy kritikus árucikk, az integrált áramkörök piaci bevételének alakulását szemlélteti.

Ezért az eddigieknél még fontosabbá vált, hogy a kritikus komponensek esetében az ellátási lánc szereplői még szorosabban együttműködve próbálták áthidalni a felmerülő anyagihiányokat. Az egyik ilyen rövidtávú stratégia az volt, hogy az általában sok hetes tranzitidőt jelentő, ám jóval költségkímélőbb tengeri szállítás helyett légi, esetleg vasúti úton hozták be az autógyártók a komponenseket Európába, így próbálva behozni a gyártói kapacitások szűkülése miatt elvesztett időt. Ezek alapján jól látszik, hogy a folyamatosan változó piaci helyzet számtalan kihívás elé állította az ellátási láncok szereplőit. [313]

Azok a mikroelektronikai komponens gyártók, akiknek lehetőségük volt, igyekeztek átcsoportosítani a termelésüket olyan gyáregységekbe, amelyek a koronavírus által kevésbé érintett területen működnek. Ez nem bizonyult azonban hosszú távon megfelelő megoldásnak, mivel a COVID néhány hónapon belül a világ szinte minden pontjára elért, így az áthelyezett mikroelektronikai gyártósorok is sok esetben nehézségekbe ütköztek. [314] Ezen kihívások mellett a volatilis igényváltozások az autógyártók részéről azonban újabb nehézségeket

okoztak az első szintű vezérlőegység gyártóknak. 2020 nyarán visszaestek a nagyobb autógyártók igényei, sok esetben teljes gyáregységeket zártak be Európában is a COVID miatt, így előfordult több esetben is, hogy a korábban sürgetett megrendelések egyik pillanatról a másikra feleslegessé, vagy kevésbé fontossá váltak, így felmerült egy újabb váratlan kihívás is, a túlszállítás kérdése.

A mikroelektronikai komponensek terén adott árucikkek esetében az átfutási idő rendkívül magasra nőtt, illetve a nem törölhető és nem visszaküldhető anyagok esetében egyben azt is jelentette, hogy megrendelést törölni is csak limitált időtartamon belül, vagy a teljes átfutási idő horizonton túl lehetett az esetek többségében. Tehát hiába csökkentek a COVID miatt a vevői igények, stratégiai kérdéssé váltak a hosszú átfutási idővel rendelkező anyagok, amelyeknek hatékony menedzselése csak transzparens és kooperatív módon történhetett. Az ellátási hálózatok tagjainak nem volt sok esetben lehetősége törölni a csökkent vevői igény miatti túlszállításban érintett mikroelektronikai alapanyagok megrendeléseit, mivel azokat, ha késéssel is, de jóval korábbi rendelések alapján, legyártották a beszállítók, vagy elkezdték a gyártáshoz szükséges ellátási folyamatokat. [315]

Többször is előfordult, hogy ezek a beszállítók is ugyanebbe a helyzetbe kerültek saját beszállítóikkal, tehát ostorcsapás effektus szerűen hatott a COVID erre a kevésbé rugalmas szektorra. Az ilyen esetekben az volt megfigyelhető, hogy az autóiipari ellátási hálózatok szereplőinek sokszor nem maradt más lehetősége, mint a visz major helyzetre hivatkozva, ahogy azt korábban azok beszállítói is tették, tárgyalásokba bocsátkozni. Különböző csatornákon és szinteken keresztül egyeztettek a lecsökkent rendelések miatt feleslegessé vált, de már nem törölhető megrendelésekről, hogy a beszállítók a lehető legtovább tárolják saját raktáraikban, késleltessék, vagy töröljék azok szállítását, így enyhítve az első szintű vezérlőegység gyártókra nehezedő pénzügyi és készletgazdálkodási nyomást. Ezek alapján megfigyelhető volt, hogy párhuzamosan rengeteg problémával szembesültek a kutatásom középpontjában lévő vezérlőegység gyártó első szintű beszállítók.

Az említett időszakot három fontos trend követte 2020-ban: a vevői igények volatilis változása, kezdetben csökkentések, majd az igények emelése, az átfutási időknél és az anyagáraknak a nagymértékű növekedése az adott elektronikai árucikkek területén. 2021-re a piaci elektronikai készletek túlnyomó részét bekebelezte az elektronikai szektor, és a vizsgált első szintű beszállítók nagymértékben ki voltak szolgáltatva a nagy globális elektronikai gyártó vállalatoknak, egy rendkívül nehéz piaci környezetben, szűkös forrásokkal és lehetőségekkel, valamint bizonytalanságokkal teli ellátási hálózatokban dolgozva kellett kielégíteniük az autógyártók igényeit, szorosan együttműködve partnereikkel. Ezek alapján is

látszik, hogy az autóiipari elektronikai vezérlőegység gyártás területe mennyire komplex ellátási hálózattal rendelkezik, illetve, hogy a bizonytalanságnak mekkora hatásai vannak erre a kevésbé rugalmas területre. [316]

2.6.3.4. Elektronikai komponensek sajátosságai ellátási lánc szempontból

Kutatásomban az elektronikai komponensek vannak a középpontban számosságuk, specialitásuk és beszerzésük komplexitása miatt. Egyes vezérlőegységek anyagjegyzéke (BOM⁸) akár több száz különböző komponensből is állhat, sok esetben egy-egy adott komponens többszörösen, akár tíz vagy annál is nagyobb számban épül be egy termékbe, és ha csak egy hiányzik, már ellehetetlenedik a gyártás. Fontos kiemelni, hogy ezeknek az elektronikai komponenseknek a leghosszabb az átfutási idejük, amely akár több év is lehet, egyes árucikkek nagyon magas költségű anyagok, illetve kis méretükből és súlyukból adódóan általánosságban elmondható, hogy a szállításuk kevésbé költséges, viszont érzékenyek és sokkal jobban ki vannak téve a szállítás, tárolás és felhasználás során felmerülő kockázatoknak. Ezeknél a komponenseknél ezért nem olyan fontos, hogy kis távolságra legyenek a beszállítók, tehát a lokalizáció, sokkal fontosabb a termékár kérdése, így lehetősége adódik a beszállítóknak a globális integráció és a méretgazdaságosság előnyeinek kihasználására. Az elektronikai komponens beszállítók kapcsán fontos kiemelni, hogy az említett globális integráció miatt hatalmas piaci jelenléttel és hatalommal rendelkező globális beszállítók dominálnak a piacon a standard anyagok területén, illetve részt vesznek a fejlesztésekben és formatervezésekben közösen vevőikkel egyaránt, ahol lehetőségük van specializálódni és további piaci részesedést nyerni az egyes márkákhoz és modellekhez szükséges elektromos berendezések ellátási láncába, hálózatába. A vezérlőegységeket, és az azokkal kapcsolatos kiegészítő információkat a 7. mellékletben mutatom be.

⁸ bill of materials: anyagjegyzék

3. A kutatási terv

A kutatási tervben az elméleti összefoglaló után a probléma felvetése után ismertetem a kutatási kérdéseket és hipotéziseket, majd a konceptualizálást, operacionalizálást, illetve a kutatás keretrendszerét. Ezután az adatgyűjtéssel és tisztítással kapcsolatos részleteket fejtem ki, majd módszertani bemutatással folytatom, ahol kifejtem az elemzésem során használt kvalitatív és kvantitatív módszereket. A kutatási terv részletezése után pedig doktori dolgozatomat a kutatás lefolytatásával és a kutatási eredmények bemutatásával folytatom.

3.1. A probléma felvetése

Az ellátási láncokban és hálózatokban lévő kiszámíthatatlanság és kockázat előrejelzése, megelőzése és a különböző negatív következmények proaktív és reaktív kezelése egyre fontosabb szerepet kap [317] a globalizáció hatásai és a gazdasági életben lévő kiélezett verseny miatt. [318] A kevésbé rugalmas autóiipari elektronika területén, ahol a termékek komplexitásukból és technológiai specifikumaikból adódóan [319] rendkívül érzékenyek az ellátási láncban történő változásokra, [320] a logisztikai folyamatok zavartalan biztosítása érdekében elengedhetetlen a bizonytalanság és kockázatok minimalizálása. [321] A modern globális autóiipari ellátási láncok működését és folyamatait is nagymértékben befolyásolja a bizonytalanság, amely szerepet játszik a költségsökkentésben, a környezettudatosságban és a profitnövelésben is, ezért is kiemelten lényeges foglalkozni ezzel a kérdéskörrel. [322] A pandémia újabb kihívások elé állította az autógyártó vállalatokat, beszállítóikat és partnereket is egyaránt.

A COVID enyhülése után a bizonytalanság kérdése aktuális maradt, hogy vállalati és ellátási lánc szempontból hogyan lehet felkészülni egy hasonló esetre, ha egyáltalán ez lehetséges, illetve hogyan lehetett volna jobban kezelni a 2020 elején kezdődött helyzetet, és a jövőre nézve milyen tanulságokat lehet levonni a közelmúlt eseményei alapján, és milyen módon lehet enyhíteni, elkerülni a különböző bizonytalansági tényezőkből származó negatív következményeket. [323] A téma Magyarországon is nagy jelentőséggel bír, magyarországi autóiipari leányvállalatokat vizsgáltam kutatásom során, amelyek a globális autóiipari hálózatok tagjaiként fontos részei a vezérlőegység termékcsaládok előállításában, mint együttműködő partnerek a kontinenseken átívelő ellátási láncokban.

A téma aktualitását igazolja a napjainkban is ismert chiphiány kérdésköre, [324] [325] az autóiiparban és elektronikai iparban lévő nehézségek és kihívások [326] [327], melyek

befolyásolták az egyes vállalatok teljesítményét és növekedését, [328] az ezekkel kapcsolatos bizonytalanságok kezelése [329] kiemelten fontos ezen a területen. A COVID, a bizonytalanság [330] és az ellátási láncok, hálózatok kapcsolatát [331] [332] több szempontból vizsgálták már, viszont kutatásom során új és feltérképezetlen összefüggéseket vizsgálok az autóipari vezérlőegység gyártás területén a COVID előtti és alatti években. Megállapítható, hogy kutatási területem több szempontból is aktuális és újszerű, egyrészt az ellátási láncok és hálózatok kapcsolatainak vizsgálata a COVID és az általam vizsgált bizonytalansági tényezők függvényében hiánypótló, valamint a hálózatok alakulását befolyásoló vizsgálati tényezők szintén újszerű megközelítésként azonosíthatók.

3.2. Kutatási kérdések

Kutatásom során konkretizáltam az adott szűk és specifikus területet, amivel dolgozatomban részletesen foglalkozom, és erre a területre vonatkozóan alakítottam ki a kutatási kérdéseket.

K-1: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatának struktúrájában megfigyelhető-e különbség a COVID-ot megelőző két év és a COVID időszakában?

K-2: Megfigyelhető-e időbeli változás a szereplők fontosságát, illetve központi szerepét és anyagellátási viselkedésüket tekintve a 2018-2021 időszakon belül?

K-3: A kutatás középpontjában álló ellátási hálózatok beszállítói kapcsolatainak alakulásában, mely vizsgált bizonytalansági tényezők játszanak szerepet?

3.3. Hipotézisek

A hipotézisek olyan kijelentések, amelyek az adott kutatási kérdések válaszainak előre várt feltételezései. [333] Ezeknek a feltételezéseknek az elfogadása vagy elvetése a kutatás eredményeként történhet meg. Fontos, hogy a feltételezések előre várható eredményei nem minden esetben igazolódhatnak be.

H-1: A vizsgált autóipari első szintű beszállítók, elektronikai területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatokban, strukturális különbség volt megfigyelhető a vizsgált négyéves periódus alatt.

H-2: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatában, további anyagellátási források bevonása, mint például disztribútor, bróker cégek, illetve a beszállítói hálózat bővítése szükségessé vált, bár a további anyagellátási források hatalmi pozíciója nem erősödött;

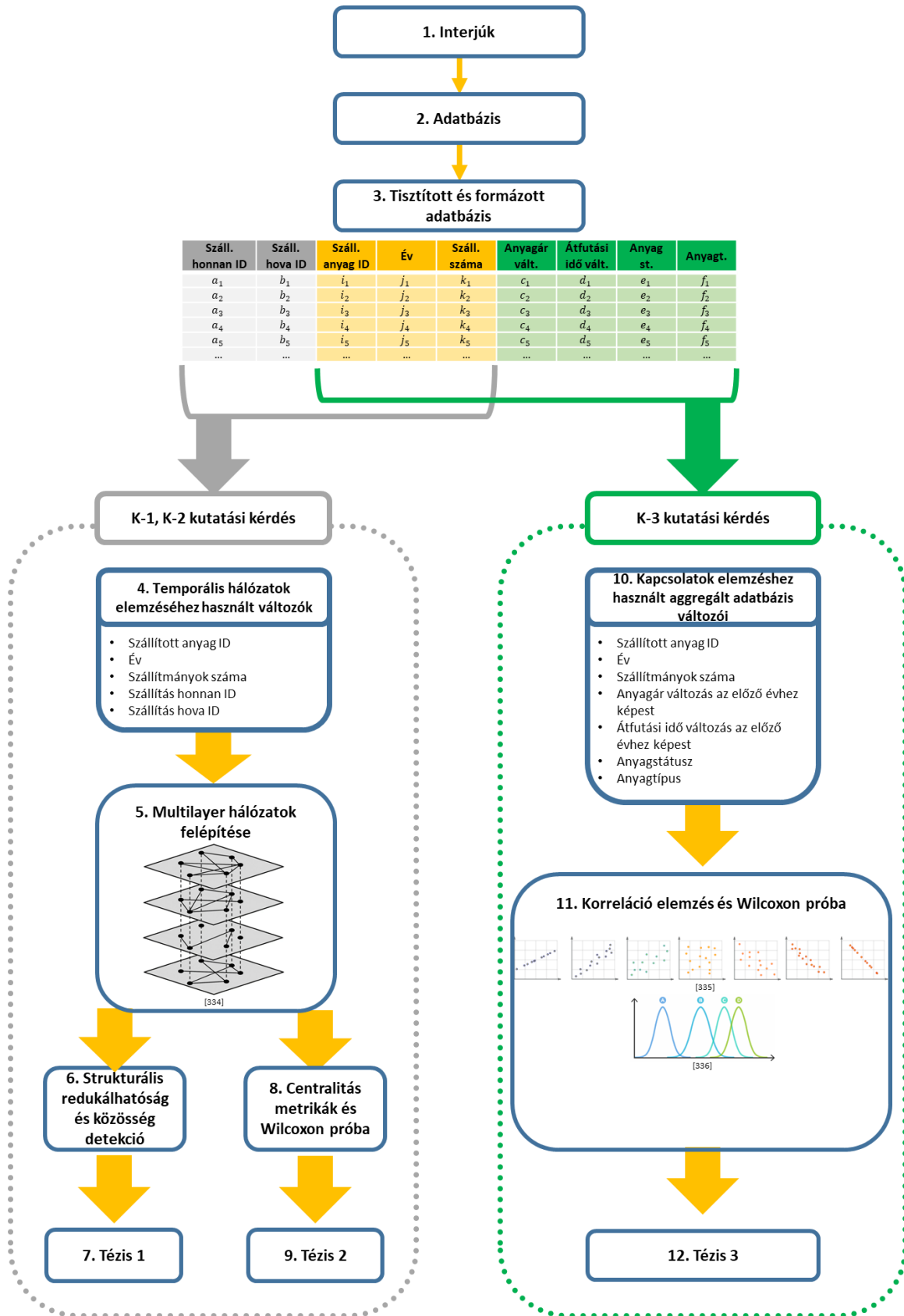
ugyanakkor a vizsgálat szerinti harmadik szintű partnerek, a kutatott ellátási hálózatban betöltött szerepének felértékelődése volt megfigyelhető a COVID alatti időszakban.

H-3: A kutatás során vizsgált, négy változó közül, az átfutási idők változása határozza meg szignifikánsan, a beszállítói kapcsolatok alakulását a COVID időszak alatt, 2020-ban és 2021-ben, a többi vizsgált változónak nincsen szignifikáns szerepe.

3.1. Kutatási keretrendszer, mint a kutatás elméleti modellje

Kutatásom során kiemelten fontos változókat vizsgálok az ellátási láncok és ellátási hálózatok szempontjából. Az átfutási idők és anyagáruk változása, a vizsgált ellátási hálózatban szereplő beszállítások alakulása, az anyagok kritikusságának és anyag típusok alakulása 2018 és 2021 között szerepel dolgozatom középpontjában, hogy ezek változása milyen hatással volt a beszállítói hálózati struktúra és szereplők fontosságának alakulására, és mely változók játszottak fontos szerepet ebben.

Ebben a fejezetben a kutatásom keretrendszerét, mint a kutatás elméleti modelljét mutatom be, hogy az interjúk elkészítésétől kezdve az adatbázisom összeállításán, a kutatási kérdésekhez tartozó hipotézisek igazolása vagy elvetéséig milyen főbb részeket lehet azonosítani a doktori dolgozatomban, ezeket a 14. ábrán szemléltetem.



14. ábra: A kutatás keretrendszere
 Forrás: Saját szerkesztés

A kutatási kérdések alapján két főbb irány alapján haladtam dolgozatomban. A K-1 és K-2 kutatási kérdések megválaszolását hálózatelemzési módszerek, míg a K-3 kutatási kérdést kapcsolatvizsgálati módszerek segítségével közelítettem meg. Az egyes irányok elemzése során a végleges adatbázisnak különböző szegmensét használtam fel, amelyeket a 14. ábrán vizualizáltam. A hálózatelemzés során a strukturális redukálhatóság és különböző centralitás metrikák alapján végeztem az elemzéseket, míg a kapcsolatvizsgálat esetében aggregált adatbázis alapján korreláció elemzéssel történtek a vizsgálatok. Az egyes alkalmazott módszertanokat külön fejezetben mutatom be részletesen is az alkalmazott módszertanok fejezetben.

3.2. Konceptualizálás

Ebben a fejezetben azon vizsgálandó fogalmak és kifejezések jelentéstartamának meghatározása történik, amelyek fontos részét képezik kutatásomnak. Kiemelten fontos, hogy a különböző jelentéstartalommal bíró fogalmakat úgy lehessen definiálni, hogy pontosan, félreérthetetlenül egy adott jelentéssel bírjanak a kutatás alatt. Kutatásom során az alábbi fogalmak kerülnek meghatározásra:

Első szintű beszállító: Azon beszállító, amelyek közvetlenül az autógyártó vállalatoknak szállítják az alapanyagot, és legtöbb esetben több autógyártóval állnak szoros közvetlen kapcsolatban. [337]

Ellátási hálózat: Az ellátási hálózatok kutatásomban kulcsfontosságú szerepet kaptak, amelyeket olyan több szintű gyártóegységek és egyéb szolgáltatói partnerek közötti kapcsolatrendszerként lehet definiálni, amelyben az együttműködő tagok bizonyos szinten együttesen felelősek a beszerzési, gyártási és disztribúciós tevékenységeikért egy vagy több kapcsolódó termékcsalád kapcsán. [338]

Ellátási hálózat struktúrája: Az ellátási hálózatok felépítése, a csúcsok, csúcsok közötti élek, kapcsolatok összessége. [339]

Bizonytalanság: Kutatásom középpontjában áll a bizonytalanság, mint meghatározó tényező az ellátási hálózatok területén. A bizonytalanság azon események, változások összessége, amelyek kevésbé kiszámítható módon, időben, hatással, következménnyel vannak a vizsgált területre, ennek következtében a döntések meghozatala nehezebb lesz a kisebb átláthatóság és a döntés következményeinek kevésbé előre jelezhető hatásai miatt. [340] [341]

Bizonytalansági tényező: Azok az események, változók és történések, amelyek hozzájárulhatnak a bizonytalanság mértékének változásához. [342] Kutatásomban a bizonytalansági tényezők alatt az anyagárak és átfutási idők változását, illetve az anyagok státuszát és típusát értem.

COVID-19: A koronavírus egy olyan emberről emberre terjedő vírus, amely igen fertőző, rengeteg halálos áldozatot követelt megjelenése óta, eredete feltételezések szerint egy kínai piachoz köthető, kutatásom szempontjából pedig kiemelkedő fontosságú, mert a vírus hatásai ma is érződnek az autóiipari elektronika területén is. [343] [344]

Előrejelezhetőség: Egy bizonyos pontossággal előre megjósolni, megbecsülni az adott esemény jövőbeli kimenetelét. [345]

Ellátási lánc: „Az ellátási lánc minden olyan tevékenységet magában foglal, amely a termék előállításával és kiszállításával kapcsolatos, a beszállító beszállítójától kezdve a végső fogyasztóig bezárólag. A négy fő folyamat – a tervezés, a beszerzés, a gyártás, a kiszállítás –, amely az ellátási láncot meghatározza, magában foglalja a kereslet-kínálat menedzselését, az alapanyagok és alkatrészek beszerzését, a gyártást, az összeszerelést, a készletezést, a rendelésfeldolgozást, a disztribúciót és a végső fogyasztóhoz való kiszállítást” [346]

Ellátási láncok résztvevői: Kutatásomban a vizsgált ellátási láncokban a három első szintű beszállítók és azok közvetlen és közvetett partnerei, akik lehetnek második vagy harmadik szintű beszállítók, komponens gyártók, disztribútorok, brókerek, logisztikai szolgáltatók, központi logisztikai egységek, szállítmányozó partnerek szolgáltatói stb.

Autóiipari elektronikus vezérlőegység: Olyan autóiipari, komplex elektromos berendezések a járművekben, amelyek kutatásom középpontjában állnak, és különböző nélkülözhetetlen vezérléssel és ellenőrzéssel kapcsolatos feladatot látnak el. Az autók esetében a motorvezérléstől kezdve az ABS vezérlésen át egészen a légzsák vezérlésig terjedően sok területen vannak jelen ezek a kulcsfontosságú eszközök. [347]

Beszállítói kapcsolatok alakulása: Kutatásomban a beszállítói kapcsolatok alakulása a partnerek közötti áruáramlás megléte vagy hiánya egy adott évben, és ennek változása éves szinten.

Átfutási idő: Kutatásomban az átfutási idő definíciója a rendelés kihelyezésétől kezdve az alapanyag, vagy termék rendelkezésre állásáig eltelt idő. [348] A nemzetközi kereskedelmi feltételek, azaz INCOTERMS alapján a rendelkezésre állás lehet a beszállító gyárában, vagy

szállítás után. Egy másik, általánosabb definíció alapján az átfutási idő lehet: „Általánosságban így nevezzük egy adott folyamat elkezdésétől a befejezéséig eltelt időt. Ez lehet egy termékfejlesztési folyamat, de akár egy összeszerelési folyamat is.” [349]

Anyagár: A kutatásomban vizsgált komponensek és alapanyagok ára

Anyagállapot: Kutatásomban az anyagokat állapotuk szerint szűk keresztmetszetként, azaz kritikusként, illetve nem kritikusként értelmezem. A szűk keresztmetszet anyagok alatt azokat a kritikus elektronikai komponenseket definiálom, amelyek a vezérlőegység gyártás szempontjából meghatározó jelentőségük, magas komplexitású a beszerzésük és a nyereségre gyakorolt hosszú távú hatásuk szempontjából a legfontosabb anyagok közé tartoznak, mert ezek hiányában ellehetetlenedik a gyártás. [350] A Kraljic-mátrix ezeket stratégiai termékeknek definiálja. [351]

Anyagtípus: Kutatásomban kettő főbb anyagtípust különböztetek meg, a standard és NCNR anyagokat. A standard anyagok azon kutatásomban fontos alapanyagok típusa, amely esetében a megrendelések törölhetők, visszaküldhetők, átütemezhetők viszonylag rugalmasan az adott megállapodás szerint. Ezek a komponensek legtöbb esetben értékesíthetőek más vevőnek is, ezért kevésbé szigorúan vannak korlátozva a különböző módosítási kérelmek. Az NCNR anyagok azon kutatásomban jelentős szerepet játszó alapanyagok típusa, amely esetében a megrendelések szigorú feltételekhez vannak kötve, nem törölhetők, nem visszaküldhetők vagy átütemezhetők, [352] ezért sokkal rugalmatlanabb módon lehet tervezni az anyaggazdálkodást és sokkal nagyobb szerepe van a stratégiai tervezésnek. Az autóiipari mikroelektronika területén kimondottan sok ilyen anyaggal kell dolgoznia az együttműködő vállalatoknak, további kihívások elé állítva az ellátási hálózatok tagjait.

Beszállítások száma: Egy adott évben egy bizonyos ellátási hálózatban lévő vállalat hány alkalommal szállított be partnerének a kutatásomban vizsgált hálózatban, azaz beszállítás esetén van kapcsolat az adott évben, beszállítás nélkül pedig nincsen kapcsolat két adott partner között. [353]

Második szintű beszállítói réteg: A vizsgált ellátási hálózat azon szereplői, amelyek közvetlenül a kutatás középpontjában álló első szintű beszállítókkal vannak kapcsolatban. [354]

3.3. Operacionalizálás

Ebben a fejezetben összegeztem a vizsgált változókat, és az azokhoz tartozó mérési módszereket. A 8. táblázatban szemléltetem a kutatásom során használt változókat, illetve jelölöm azt, azokat a mérési módszereket, amelyekkel mérhetővé teszem azokat.

Vizsgált változók	Mérési módszer
Fontosság	Köztiesség centralitás, Közelség centralitás, Sajátvektor centralitás
Anyagáram	Fok centralitás
Hálózat tagoltsága	Közösségek eloszlása
Anyagár változás	Arányszám, hány százalékkal változott az adott évben az előző évhez képest
Átfutási idő változás	Arányszám, hány százalékkal változott az adott évben az előző évhez képest
Anyagstátusz	Sztenderd és nem törölhető, nem visszaküldhető anyagok jelölése 0 és 1 értékekkel
Anyagtípus	Anyag kritikusságának jelölése 0 és 1 értékekkel

8. táblázat: Operacionalizálás összefoglaló táblázata
Forrás: Saját szerkesztés

Doktori dolgozatomban a kutatás magját a vállalati adatbázisok elemzése alkotják, dolgozatomban során strukturált interjúkat is folytattam a vizsgált első szintű beszállítókkal, hogy kvalitatív módszerekkel is támogassam és alátámasszam a kvantitatív elemzésemet. A kutatási kérdéseket, illetve az azokhoz hozzátartozó hipotéziseket, kapcsolódó interjúkérdéseket és a használt módszertanokat a 9. táblázatban összegzem.

Kutatási kérdés	Hipotézisek	Alkalmazott módszertan
K-1: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatának struktúrájában megfigyelhető-e különbség a COVID-ot megelőző két év és a COVID időszakában?	H-1: A vizsgált autóiipari első szintű beszállítók, elektronikai területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatokban, strukturális különbség volt megfigyelhető a vizsgált négyéves periódus alatt.	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturális redukálhatóság, mint többrétegű hálózatelemzési módszer temporális hálózatok esetén vizsgálva • Közösség detekció • Strukturált interjúelemzés: I-1, I-2
K-2: Megfigyelhető-e időbeli változás a szereplők fontosságát, illetve központi szerepét és anyagellátási viselkedésüket tekintve a 2018-2021 időszakon belül?	H-2: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatában, további anyagellátási források bevonása, mint például disztribútor, bróker cégek, illetve a beszállítói hálózat bővítése szükségessé vált, bár a további anyagellátási források hatalmi pozíciója nem erősödött; ugyanakkor a vizsgálat szerinti harmadik szintű partnerek, a kutatott ellátási hálózatban betöltött szerepének felértékelődése volt megfigyelhető a COVID alatti időszakban.	<ul style="list-style-type: none"> • Centralitás metrikák temporális hálózatok esetén vizsgálva • Kétmintás t-próba • ANOVA teszt • Wilcoxon teszt • Strukturált interjúelemzés: I-3, I-4
K-3: A kutatás középpontjában álló ellátási hálózatok beszállítói kapcsolatainak alakulásában, mely vizsgált bizonytalansági tényezők játszanak szerepet?	H-3: A kutatás során vizsgált, négy változó közül, az átfutási idők változása határozza meg szignifikánsan, a beszállítói kapcsolatok alakulását a COVID időszak alatt, 2020-ban és 2021-ben, a többi vizsgált változónak nincsen szignifikáns szerepe.	<ul style="list-style-type: none"> • Korrelációelemzés, mint kapcsolatelemzési módszer a vizsgált tényezők tükrében • ANOVA teszt • Wilcoxon teszt • Strukturált interjúelemzés: I-5, I-6

9. táblázat: Operacionalizálás összefoglaló táblázata

Forrás: Saját szerkesztés

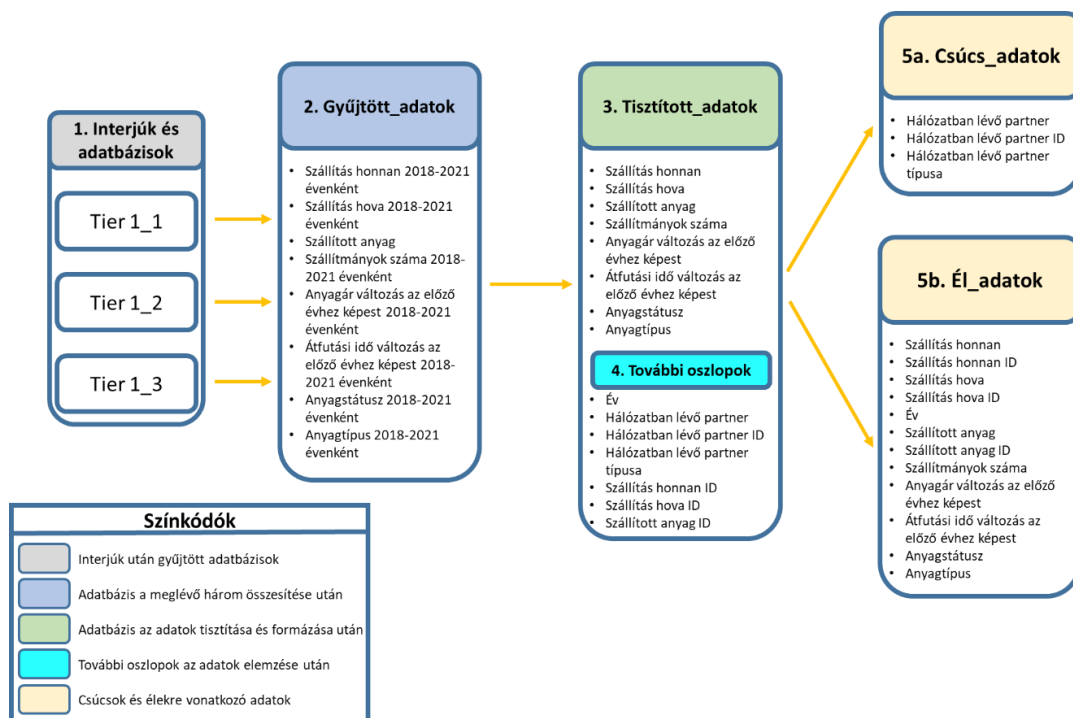
3.4. Adatgyűjtés és a kutatáshoz felhasznált adatok

Kutatásom magját az adatbáziselemzés alkotta a kutatási kérdések megválaszolása és a hipotézisek igazolása vagy elvetése céljából. A kutatásom vizsgálati fókuszában lévő három autóiipari elektronikai területtel kapcsolatos első szintű beszállító vállalat szakembereit (vezetők, illetve senior pozícióban lévő ellátási lánc területen dolgozó szakértők) 2021 végén felkerestem interjúkészítés és primer adatgyűjtés, adatbázishoz való hozzáférés céljából, hogy el tudjam végezni a megfelelő elemzéseket a kutatási céloom eléréséhez. Az egyeztetések után 2022 elején készítettem el a strukturált interjúkat online videóhívások keretében mindhárom vállalat ellátási lánc területén dolgozó munkatársával. A strukturált interjú módszertanára kitérek kutatásomban a kvalitatív módszerek fejezetben részletesebben is. Az interjúdátumok

előtt az interjúalanyok rendelkezésére bocsátottam előre a kérdéseket, hogy elég idő legyen a felkészülésre. Az interjúk során kapott információk segítségemre voltak a kvantitatív elemzésem támogatásához. A közvetlen vállalatirányítási rendszerekből származó adatbázisokat később megkaptam a szakemberektől a már előre egyeztetett módon. Mindhárom vállalat munkatársának szigorú kérése volt a teljes anonimitás, ennek tükrében bocsájtották rendelkezésre az adatbázisokat, és válaszoltak az interjúkérdésekre. Ennél az oknál fogva kutatásomban nem neveztem meg a vizsgált vállalatokat, illetve az elemzésnél használt minden információ kódolva lett, a vizsgált első szintű beszállítókkal kapcsolatban álló beszállítók, gyártók, disztribútorok, anyagmegnevezések stb. egy-egy sorszámot kaptak, ezek alapján hivatkozok rájuk elemzésem során. Az interjúk felépítése, és az interjúkérdések az 1. függelékben találhatóak.

3.5. Az adatok tisztítása és struktúrája

Az első szintű beszállítóktól kapott három adatbázist egységes struktúrába szerkesztettem, egy adattáblába rendeztem. Az összeállított, egységes adatbázis fő jellemzője, hogy éves adatokat szerepelnek benne 2018 és 2021 között, tehát négyéves periódust tartalmaz szimmetrikusan, kettő év a COVID előtti, illetve kettő év a COVID alatti időszakot öleli fel, ezekre az évekre állnak rendelkezésre a különböző változók. Az adatok gyűjtésétől az adatbázis véglegesítéséig, az egyes változtatásokat és lépéseket a 15. ábrán vizualizálom.



15. ábra: Az adatbázis létrehozásának keretrendszere
Forrás: Saját szerkesztés

A „Gyűjtött_adatok” adattáblában egy változóhoz négy oszlop volt rendelve, amelyek annyiban különböztek, hogy más-más éveket reprezentáltak, ezért az elemzéshez szükséges formára, új oszlopot hoztam létre az évek, mint változónak, és ennek tükrében csökkentettem az oszlopok számát, ezzel párhuzamosan pedig növeltem a sorok számát, ugyanazokat az adatokat megtartva, csak más szerkezeti elrendezésben. Az egyes adattáblák leírását a 10. táblázatban gyűjtöttem össze.

Adattábla elnevezése	Adattábla leírása	Oszlopok száma	Sorok száma	Hiányzó adatok %-os formában
Gyűjtött_adatok	A három első szintű beszállítótól kapott adatokat összesítő adattábla	27	3205	11,82%
Tisztított_adatok	Az adatok tisztítása és átstrukturálása után kapott adatbázis	12	11305	0,00%
Él_adatok	A tisztított adatok, amelyek az élekhez köthető változókat tartalmazzák	10	11305	0,00%
Csúcs_adatok	A tisztított adatok, amelyek a csúcsokhoz köthető változókat tartalmazzák	2	432	0,00%
Temp_adatok	Azokat a sorokat és oszlopokat tartalmazó adattábla, amelyek a temporális hálózatok elemzésénél voltak szükségesek	5	11305	0,00%
Kapcs_adatok	Azokat a sorokat és oszlopokat tartalmazó évek alapján aggregált adattábla, amelyek a kapcsolatok elemzésénél voltak szükségesek	7	3582	0,00%

10. táblázat: Az adattáblák jellemzése
Forrás: Saját szerkesztés

A „Gyűjtött_adatok” adatbázisban lévő sorok közel 12%-a hiányos volt, az adattisztítás során ezek eltávolításra kerültek. A „Tisztított_adatok” táblában további oszlopok létrehozására került sor, amelyek főként az eredeti adatok kódolásának céljából szolgáltak. Végül pedig az ebben az adattáblában lévő változókat két csoportra osztottam, így alakultak ki a hálózati csúcsokra és élekre vonatkozó adattáblák. A „Tisztított_adatok” táblában szereplő változók leírásait és típusait a 11. táblázatban részletezem.

Oszlop megnevezések	Oszlopok leírása	Adatok típusa
Szállítás honnan	Szállítást indító partner, ha szerepel egy sorban ez az adott partner, akkor a szállítmányok számától függetlenül kapcsolatban volt azzal a partnerrel, akinek szállított	szöveg
Szállítás honnan ID	Szállítás honnan oszlop kódolt megfelelője	numerikus
Szállítás hova	Szállítást fogadó partner, ha szerepel egy sorban ez az adott partner, akkor a szállítmányok számától függetlenül kapcsolatban volt azzal a partnerrel, akinek szállított	szöveg
Szállítás hova ID	Szállítás hova oszlop kódolt megfelelője	numerikus
Év	Melyik évre vonatkozó adatok vannak az adott sorban	numerikus
Szállított anyag	Az adott anyag gyártói kódja	szöveg
Szállított anyag ID	A szállított anyag oszlop kódolt megfelelője	numerikus
Szállítmányok száma	Hány alkalommal történt szállítás két partner között	numerikus
Anyagár változás az előző évhez képest	Az adott év és az azt megelőző év közötti anyagár változás %-os formában, 20%-os intervallumokban megadva*	numerikus
Átfutási idő változás az előző évhez képest	Az adott év és az azt megelőző év közötti átfutási idő változás %-os formában, 20%-os intervallumokban megadva*	numerikus
Anyagstátusz	Egy adott anyag jellemzése, hogy kritikus, szűk keresztmetszet-e a vezérlőegység gyártáshoz, vagy normál, nem szűk keresztmetszetként azonosítható anyag*	kategorikus
Anyagtípus	Egy adott anyag jellemzése, hogy nem törölhető, nem visszaküldhető az adott anyag, vagy standard, azaz törölhető, visszaküldhető, tehát nagyobb rugalmassággal kezelhető anyag*	kategorikus
Hálózatban lévő partner	A csúcokat jelentő vállalatok a vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózataiban	szöveg
Hálózatban lévő partner ID	A hálózatban lévő partner oszlop kódolt megfelelője	numerikus
Hálózatban lévő partner típusa	Az adattisztítás után kategorizált partnerek az ellátási hálózatban betöltött szerepük szerint	szöveg

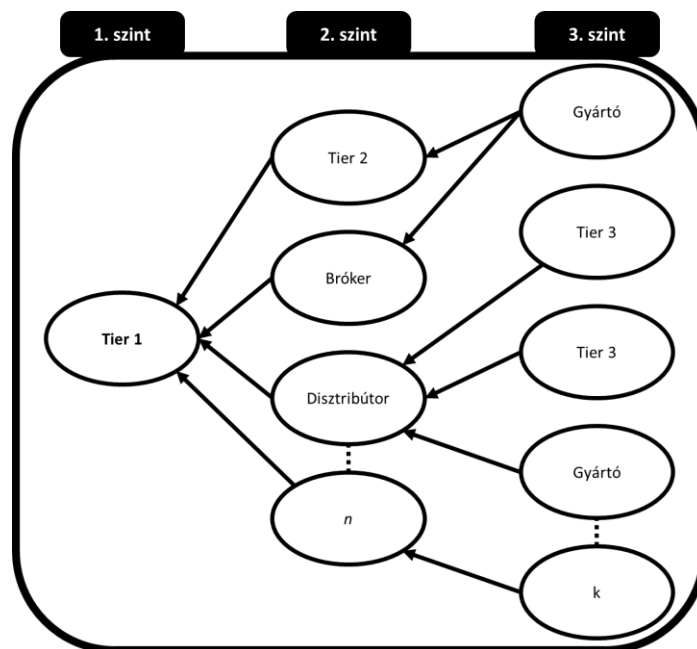
*: globális változó, egy anyagra vonatkozik, szereplőktől független

11. táblázat: A tisztított adatok adattáblában szereplő változók jellemzése
Forrás: Saját szerkesztés

Fontos kiemelni, hogy az első szintű beszállítóktól kapott adatbázisokban vannak olyan közös anyagok, közös beszállítók vagy gyártók, amelyek másik első szintű beszállítók adatbázisában is szerepelnek, kutatásom során ezek alapján kapcsolom össze egy ellátási hálózattá a három első szintű beszállító adatait. Anyagokhoz rendelve bocsátották rendelkezésre az adatbázisokat, ezért egy anyag esetében vállalatirányítási rendszer szerint beállított globális értékek (egy anyagra vonatkozik, szereplőktől független) szerepelnek, olyan anyagnál, ahol több mint egy adatbázisban szereplő érték volt jelen, ott az értékek átlaga került

véglegesítésre, a szöveg típusú változók esetén nem volt különbség az egyes adatbázisokban, egységesen ugyanazok az értékek/szövegek szerepeltek.

Az ellátási hálózatot tekintve háromszintű hálózatot vizsgálok, amelyet a 16. ábrán vizualizálok. Az első szintű, mint középpontban lévő vállalatok, azok beszállítóit, azaz második szintű vállalatokat, illetve harmadik szintű vállalatokat. Az anyagbeszerzés azonban nem minden esetben történt ezen a standard csatornákon keresztül, mert egyéb partnereken keresztül is történhetett az anyagáramlás, akik a második szintű vagy harmadik szintű beszállítókon kívül lehetnek más komponens gyártók, disztribútorok, brókerek, logisztikai szolgáltatók, központi logisztikai egységek, szállítmányozó partnerek szolgáltatói, és egyéb más partnerek is.



16. ábra: Háromszintű ellátási hálózat szemléltetése egy példán keresztül
Forrás: Saját szerkesztés

Az elektronikai piac specifikussága miatt az elektronikai komponens gyártók és beszállítók a globális integráció következtében hatalmas piaci jelenléttel és hatalommal rendelkeznek, nagyon sok autógyártóhoz és nem autógyártóhoz köthető partnereik vannak, ezért nagyon sok esetben egy ilyen beszállító több autógyártó beszállítónak is értékesíti termékeit, ami jól látszik az általam vizsgált ellátási hálózatban is.

3.1. Alkalmazott módszertanok

Doktori dolgozatom során többféle megközelítésből vizsgáltam az ellátási hálózatokat és a bizonytalansági tényezőket az autógyártó elektronikai területén. A kutatásom magját a

kvantitatív elemzések alkották, ez mellett kvalitatív módszerekkel is támogattam a kvantitatív vizsgálataimat.

3.2. Kvalitatív kutatási módszerek bemutatása

A kvalitatív kutatások során az adatok különböző megfigyelések és beszélgetések eredményéből származnak, amelyek lehetnek például interjúk, résztvevői megfigyelések. A gyűjtött adatok és információk ezután úgy kerülnek feldolgozásra, hogy a különböző társas jelenségek eredeti kontextusukban kerülnek olyan módon feltárásra, ahogyan az ezeket megtapasztaló egyének érzékelik. [355] Kutatásom során feltáró jellegű módszerként strukturált interjúkat folytattam szakemberekkel a vizsgált ellátási hálózat megismerése, összefüggések feltárása, továbbá a kvantitatív elemzések támogatása. [356]

3.2.1. A kutatás során lefolytatott interjúk

Kutatásomban strukturált interjúkat folytattam a három vizsgált első szintű beszállító ellátási lánc területén dolgozó szakembereivel. Az interjúkérdések kutatásomhoz szorosan kapcsolódnak, az interjúk három cél miatt készültek. Az első cél az volt, hogy jobban megismerjem a kutatáshoz választott vállalatokat, több információt szerezzek, a kutatási témában további összefüggéseket tárjak fel. A második célom az volt, hogy az interjúkkal előkészítsem az adatgyűjtést, előzetesen egyeztessenek a vállalati szakemberekkel az adatbázisok rendelkezésre állásának módjáról és feltételeiről. Harmadik célom pedig az volt, hogy a lefolytatott interjúk során szerzett információkkal támogassam a kvantitatív kutatásomat. Az interjúkérdések az interjúk előtt elküldésre kerültek az interjúalanyoknak, így megfelelő módon fel tudtak készülni. Mind a három interjú online videóhívás keretében történt. Az általam készített három interjú az alábbi felépítés szerint történt, az interjúkérdések az 1. függelékben találhatóak.

1. Interjúalany adatai (vállalat, pozíció, interjú dátuma)
2. Felvezetés
3. Bevezető szöveg
4. A kutatási kérdésekhez kapcsolódó interjú kérdések
5. Az interjú lezárása és köszönetnyilvánítás

3.2.1. Interjúk a kvalitatív kutatásokban

Az interjút, mint kvalitatív módszert, egy beszélgetésként, konzultációként lehet definiálni, ahol a kérdező többet szeretne megtudni egy adott témáról, problémáról a kérdezettől. Az interjúkat interaktív folyamatként is lehet értelmezni, ahol azért tesznek fel kérdéseket, hogy

bizonyos információhoz jussanak, [357] illetve adatot gyűjtsenek a különböző kutatásokhoz. [358] A terepkutatás során különböző technikák alkalmazhatóak, a kutató hallgathatja, megfigyelheti az eseményeket, kérdéseket is tehet fel, amelyekre rögzítheti a válaszokat, a rögzített válaszokat pedig végül különböző módszerekkel értékelheti. A kérdések megfogalmazása, sorrendje, kötöttsége, a kérdező aktivitása, tapasztalata, tudása és stílusa fontos szerepet kapnak az interjúk során. [359] Az interjúkat különböző kategóriák alapján lehet csoportosítani. Az interjúk természetéből adódóan azonosítani lehet formális és informális interjúkat, [360] illetve strukturáltságuk foka, mértéke alapján meg lehet megkülönböztetni strukturálatlan, félig strukturált és strukturált interjúkat, [361] amelyek sajátosságait részletesen is kifejtem a következő alfejezetekben.

3.2.2. Strukturálatlan interjú

A strukturálatlan interjúk során a témakör a legtöbb esetben előre meghatározásra kerül, azonban konkrét kérdéseket nem határoznak meg, hanem azok a beszélgetés során a különböző interakciók eredményeként születnek meg. Ez lehetőséget teremt akár új irányba is terelni a beszélgetést, amely előzetesen talán nem volt eltervezve. Ahhoz, hogy a strukturálatlan interjú során eredményes legyen az adatgyűjtés, adatfelvétel, ahhoz a megfelelő témák és a mélyebb kapcsolatok, jelentések azonosítása, feltárása szükséges, amelyhez elengedhetetlen a kérdező megfelelő tudása, ismerete, tapasztalata az adott témakörben. [362]

3.2.3. Félig strukturált interjú

A félig strukturált interjúk a strukturált és strukturálatlan interjúk közötti területet fedik le. Általánosságban elmondható, hogy a félig strukturált interjúk esetében megfigyelhetők az átívelő témák, célzott problémák, specifikus kérdések, és a strukturálatlan interjúval szemben ezek a témák egy előre meghatározott ütemezésben, sorrendben kerülnek felszínre az interjúk során. Fontos azt is kiemelni, hogy a strukturálatlan interjúk esetéhez hasonlóan a kérdezőnek további kérdéseket feltennie az adott területen túlmutatóan is, ha a helyzet, szituáció úgy kívánja további információszerzés, esetlegesen mélyebb szintű kapcsolatok feltárása érdekében. [363]

3.2.4. Strukturált interjú

A strukturált interjúk esetén a kérdező az előre meghatározott kérdéseket rögzített, strukturált sorrendben teszi fel, és ezáltal nincsen, vagy csak minimális mozgástere van az interjúalanynak. Általában ezek a kérdések rövidek, célzottak az adott témára nézve, ahol az

interjúztató a kérdéshez hasonló módon releváns, lényegre törő válaszra számít. A kérdések szigorúan meghatározott sorrendben történnek, a kérdezettnek mindig az adott kérdésre kell válaszolnia, nem szabad eltérnie attól, így célzottan lehetősége nyílik a kérdezőnek a kívánt információ megszerzésére. [364]

3.3.Kvantitatív módszerek

A kvalitatív módszerekkel ellentétben a kvantitatív kutatások sokkal jobban számszerűsítik az adatokat, és leggyakrabban különböző statisztikai módszerek segítségével közelítik meg a vizsgálandó területet. Kutatásom magját a különböző kvantitatív elemzések alkotják, amelyek során az általam gyűjtött primer adatok alapján összeállított adatbázisok elemzése során vizsgálom a három választott első szintű beszállító ellátási hálózatát a COVID előtti és alatti négyéves időszakban. Kutatásomban az alkalmazott módszereket két főbb csoportra bontottam, az egyik csoport a hálózatelemzéssel kapcsolatos módszerek, míg a másik a kapcsolatelemzéssel kapcsolatos módszerek. Az első csoport esetében először a hálózatokat, hálózatokhoz tartozó fontosabb fogalmakat, centralitási metrikákat, majd a többrétegű hálózatokat, utána annak egy típusát, a multiplex hálózatokat, végül azok egy speciális esetét, a temporális hálózatokat mutattam be részletesen. Ezek után a közösség detekciót és a strukturális redukálhatóság módszerét részleteztem. A második csoport esetén pedig a korreláció elemzést emeltem ki.

3.3.1. Hálózatelemzés

Ellátási láncok esetén hálózatokról, ezek elemzése során pedig hálózatelemzésről is beszélhetünk. Az ellátási láncok hálózatelemzése nem más, mint a különböző együttműködő partnerek, és a közöttük lévő kapcsolatok vizsgálata, hogy például melyik partner milyen szerepet tölt be az ellátási hálózatban. Az elemzés történhet a köztük lévő távolság, szárosság, csomópontok, kapcsolatok stb. alapján, mellette próbálva kiszűrni az egyes zavaró tényezőket. A modellezés alkotja a hálózatelemzés magját, és fontos kiemelni, hogy sokszor a valósághoz képest egy egyszerűsített formában lehet csak leképezni az adott hálózatokat, azaz a hálózat egy adott valós rendszer több szempontból is egyszerűsített modellje, [365] kutatásom során ez a vizsgált első szintű beszállítók beszállítói hálózata. Az általam vizsgált ellátási láncokban szereplő partnerek a hálózatban lévő csúcsok, akik lehetnek beszállítók, gyártók, első szintű beszállítók, logisztikai szolgáltatók, központi logisztikai szervezetek, disztribútorok, brókerek stb., az egyes partnerek közötti kapcsolatokat pedig az élek

reprezentálják, amelyek lehetnek például a két partner közötti beszállítások, és további egyéb jellemzők is egyaránt.

A hálózatok vagy gráfok lehetnek irányítatlanok, ahol a csúcsok közötti élek annyi információtartalommal rendelkeznek, hogyha van él az adott két csúcs között, akkor van kapcsolat közöttük, ha nincsen, akkor pedig nem állnak kapcsolatban egymással. Az irányított gráfok esetén egy adott él a két csúcs közötti kapcsolat irányát határozza meg, kutatásomban ez például a szállítások irányát tekintve kiemelten fontos. Súlyozás esetén az élek, azaz kapcsolatok fontossága kerül meghatározásra. Egy hálózat akkor statikus, ha egy adott időpontban vagy eseménynek, entitásnak a hálózata kerül leképezésre. A doktori dolgozatomban kulcsszerepet játszó temporális hálózatokat később részletezem kutatásomban. [366]

3.3.1.1. A hálózatelemzéshez tartozó néhány fontosabb alapfogalom

Néhány alapfogalmat emeltem ki dolgozatomhoz a hálózatelemzéssel kapcsolatban, amelyek fontosak lehetnek kutatásom során. Az egyes csúcsokhoz és élekhez különböző tulajdonságokat és változókat lehet hozzárendelni, így bonyolult rendszereket lehet leképezni, [367] amelyek kutatásomban is kiemelkedően fontos szerepet kaptak.

A sűrűség egy olyan mutatószám, amely a hálózat szerkezetére vonatkozik. Egy hálózat sűrűsége a pontok, azaz csúcsok között létező kapcsolatok arányát definiálja a hálózatban lévő összes lehetséges kapcsolathoz viszonyítva. Ez azt jelenti, hogy minél nagyobb egy hálózat sűrűsége, minél több a kapcsolat a hálózaton belül, a hálózat elemei annál könnyebben érik el egymást, tehát a szállítmányok, információk áramlása annál gördülékenyebb, esetlegesen gyorsabb. [368]

A fokszám egy olyan hálózati strukturális mutatószám, amely azt mutatja meg, hogy a hálózat egy adott tagjának hány kapcsolata van, az átlagos fokszám pedig a csomópontok egyedi fokszámainak átlagaként definiálható. A nagyobb fokszámmal rendelkező csúcs tehát fontosabb szerepet tölt be a hálózatban. [369]

A közelség egy olyan mutatószám, amely azt határozza meg, hogy mennyire van középpontban egy adott csúcs a hálózatban, azaz milyen hosszúak átlagosan az adott csúcsból kiinduló legrövidebb utak az adott hálózat többi csúcsába. [370]

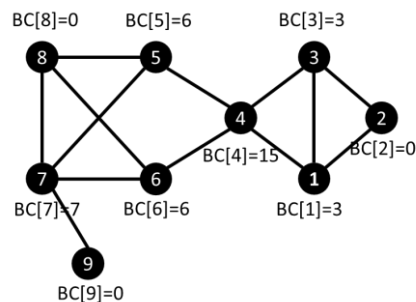
Köziesség esetén egy adott csúcs azért lehet sikeres vagy fontos egy hálózatban, mert valamilyen közvetítő szerepe van csoportok között. [371]

3.3.1.2. A centralitás és egyes fontosabb mutatói

A centralitás, vagy központiség egy olyan mérőszám, amely az egyes csúcsok kapcsolatainak, fokainak számát viszonyítja az összes kapcsolathoz. [372] Különböző centralitás metrikák segítségével meg lehet határozni a legfontosabb csúcsokat egy adott hálózatban. [373] Ez kiemelten fontos lesz kutatásom során, mert ez alapján a vizsgált beszállítói hálózatokban lévő vállalatok közötti kapcsolatokat, és az egyes partnerek helyzetét elemzem. A doktori dolgozatomban is fontos metrikákat részletesebben kifejtem ebben a fejezetben.

A fok centralitás esetén az egyes pontok kapcsolatainak száma kerül viszonyításra az összes kapcsolathoz. [374] A fok centralitás értelmezhető úgy, mint olyan aktivitást mérő érték, amely azt is megmutatja, hogy egy adott partner hány másik partnernek szállít, illetve hány szállítmányt kap más partnerektől. [375] A fok centralitás úgy is értelmezhető, hogy egy partner hány másik vállalattal áll kapcsolatban, hány másik vállalatra, azok döntéseire, viselkedésére van hatással. [376]

A köztiesség centralitás alapján azon szereplők, csúcsok a legbefolyásosabbak, amelyek sok másik csúcs között helyezkednek el. [377] A köztiesség centralitás értelmezhető úgy, mint a hálózatban szereplő partnerek közötti kommunikáció lehetséges kontrollja. [378] A köztiesség centralitás jellemezhető úgy is, mint az egyes partnerek beavatkozása, illetve az adott hálózatban lévő többi partner közötti együttműködés kontrollálása, befolyásolása. [379] A 17. ábrán egy példát vizualizálok egy köztiesség centralitás gráfra.

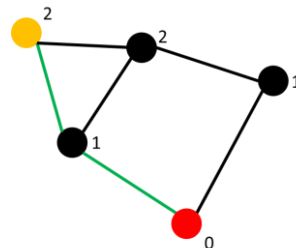


17. ábra: Példa egy köztiesség centralitás gráfra
Forrás: [380] alapján saját szerkesztés

A közelség centralitás alapján egy adott csúcs akkor kerül központi szerepbe, ha az összes többi csúcsot rövid idő alatt éri el, azaz a mutató megmutatja, hogy egy adott csúcs milyen közel van a többi csúcshoz a hálózatban. [381] A közelség centralitás jellemezhető úgy, mint a hálózatban szereplő partnerek közötti kommunikáció kontrolljától való függetlenséget, illetve úgy is, mint a hatékonyságot vagy elérhetőséget mérő érték. [382] A közelség

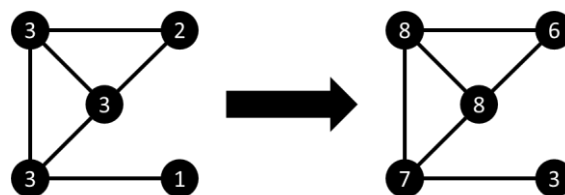
centralitás úgy is értelmezhető, mint a partnerek információ hozzáférhetőségtől való függése, mások kontrolljától való függetlensége. [383]

A 18. ábrán látható számok az egyes csúcsoknál a piros csúcstól való távolságuk, a zöld élek pedig a piros és narancssárga csúcs közötti legrövidebb utat jelölik.



18. ábra: Példa egy közelség centralitás gráfra
Forrás: Saját szerkesztés

Az sajátvektor centralitás esetén egy adott csúcs akkor rendelkezik magasabb centralitással, hogyha olyan más csúcsokkal van kapcsolatban, amelyek ugyancsak magas centralitással rendelkeznek, tehát ilyen esetben a centralitás nem feltétlenül a szomszédos csúcsok számától függ, hanem azok centralitás értékétől. [384] A sajátvektor centralitás értelmezhető úgy, mint egy partner befolyásának és presztízsének a mértéke az adott hálózatban. [385] A sajátvektor centralitás úgy is értelmezhető, mint a népszerűség mérésre alkalmas mérőszám olyan tekintetben, hogy a magas sajátvektor centralitással rendelkező csúcsok is olyan partnerekkel vannak kapcsolatban, amelyek jó kapcsolatokkal rendelkeznek, fontos szerepet játszanak szállítási szempontokból az adott hálózatban. [386] A 19. ábra szemlélteti a sajátvektor centralitás számításának módszerét.



19. ábra: Példa egy sajátvektor centralitás kiszámítására
Forrás: [387] alapján saját szerkesztés

Ezek alapján tehát egy csúcs rendelkezhet magas sajátvektor centralitással, ha sok alacsony centralitással rendelkező csúccsal van kapcsolatban, illetve akkor is, ha kevés, de magas centralitással rendelkező csúccsal van kapcsolatban. [388] A sajátvektor centralitásnak az egyik specifikus esete [389] [390] a PageRank centralitás, amely számítása hasonló módszer mentén történik. Az irodalomkutatási fejezetben kifejtett módon doktori dolgozatomban a

bemutatott négy centralitási metrikával foglalkozom, amelyek összegzését a 12. táblázatban mutatom be.

Fok centralitás	Közelség centralitás
A fok centralitás során a centralitás meghatározása az adott csúcshoz tartozó élek száma alapján történik. Ez a táblázatban lévő négy közül a legegyszerűbb módszer.	A közelség centralitás során egy adott csúcs az össze többi csúcshoz számolt átlagos távolsága kerül meghatározásra az adott hálózatban, milyen hosszúak a legrövidebb utak az adott csúcsból kiindulva, tehát az adott csúcs milyen közel van a többi csúcshoz.
Köztiesség centralitás	Sajátvektor centralitás
A köztiesség centralitás azt mutatja meg, hogy egy adott csúcs milyen gyakran helyezkedik el a többi csúcs közötti legrövidebb úton a hálózatban. A közelség és köztiesség centralitások komplexebb módszerek a fok centralitásnál, mert ezeknél szükséges a hálózatban lévő legrövidebb utak kiszámítása is.	A sajátvektor centralitás azt vizsgálja, hogy egy adott csúcsnak milyen befolyása van a hálózatban, azaz attól függ egy adott csúcs sajátvektor centralitása, hogy hány másik csúccsal van kapcsolatban, illetve azoknak a csúcsoknak milyen értékű a sajátvektor centralitása.

12. táblázat: A kutatásomban fontos szerepet betöltő centralitások összefoglalója
 Forrás: [391] alapján saját szerkesztés

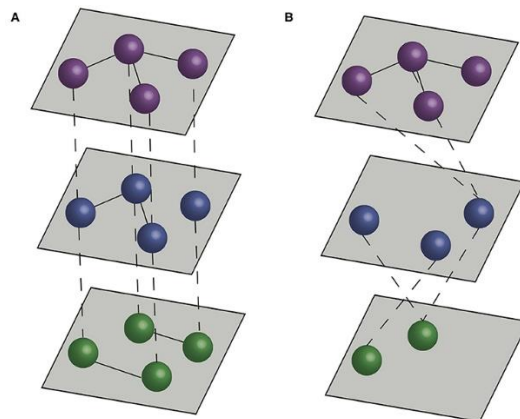
3.3.1.3. Többrétegű hálózatok

Az egyrétegű hálózatokhoz képest, ahol a csúcsok és élek adják az elemzések alapjait, a többrétegű hálózatok esetében több hálózat és azok elemei kerülnek összehasonlításra, ahol esetlegesen másféle kapcsolatok figyelhetők meg a vizsgált elemek között. Egy átlagos többrétegű hálózat esetén egy adott csúcs bármely réteghez tartozhat, megtalálható benne, és egy él két csúcsot összekapcsolhat bármely rétegen belül, vagy rétegek között. Többféle különböző többrétegű hálózat létezik, attól függően, hogy milyen sajátossággal rendelkeznek a csúcsok és az élek a hálózat egy adott rétegén belül, vagy rétegei között. [392]

A többrétegű hálózatokban az egyes rétegekre vonatkozó információk és mérőszámok is fontosak. A sokoldalúság, mint egy egységes mérőszám azt mutatja meg a többrétegű hálózatok esetén, hogy egy adott csúcs milyen jelentőséggel bír a teljes többrétegű hálózatban minden réteg felépítését figyelembe véve. Többféle sokoldalúság mérőszámot lehet alkalmazni a különböző centralitások esetén. A többrétegű hálózatok esetén fontos az egyes rétegek jellemzése is, hogy mennyire fontosak lehetnek a teljes többrétegű hálózat esetén. A szomszédsága egy adott csúcsnak azon csúcs vagy csúcsok összessége, amelyek kapcsolatban állnak a vizsgált csúccsal az adott rétegen belül vagy rétegek között. A kizárólagos szomszédság, ami azon csúcsok összessége, amelyek csak egy csomópont csúccsal vannak közvetlen kapcsolatban az adott rétegen belül vagy rétegekben. Egy réteg relevanciája bizonyos meghatározott rétegek összességében szereplő szomszédok százalékos aránya, míg a

kizárólagos relevancia pedig a szomszédok százalékos aránya csak bizonyos rétegekben, rétegek összességében. [393]

A rétegek jellemzése és a közöttük lévő különbségek kiemelten fontosak dolgozatomban a többrétegű hálózatelemzés során. A többrétegű hálózatok egyik nagy előnye, hogy többféle kapcsolatot és hatást lehet vizsgálni, modellezni, leírni ezzel a módszerrel a hagyományos egyrétegű hálózathoz képest, ahol az élek a csúcsok közötti irányított vagy irányítatlan kapcsolatát mutatja. A többrétegű hálózat esetén az egyes rétegekben különböző csúcsok és élek szerepelhetnek, amelyek különböző kapcsolatokat reprezentálhatnak. Egy adott rétegen belüli csúcsok közötti éleket rétegen belüli kapcsolatoknak, míg két különböző rétegben található csúcsok közötti éleket rétegek közötti kapcsolatoknak nevezünk. Ezek a rétegek, vagy több réteg összessége különböző eseteket, scenáriókat jelölhetnek, mint például különböző alrendszereket, térbeli elrendeződéseket, vagy időpontokat. [394] Az időpontok vizsgálata kutatásomban kiemelten fontos szerepet kapott, mert olyan többrétegű hálózatot vizsgáltam, ahol a hálózat négy rétege négy különböző időpontot jelöl a COVID előtti két évet, 2018-at és 2019-et, és a COVID alatti két évet, 2020-at és 2021-et. A 20. ábra az egyes többrétegű hálózatok esetén a különböző rétegeket jelölik, a bal oldali rész egy multiplex, a jobb oldali rész pedig egy összekapcsolt többrétegű hálózatot vizualizál.



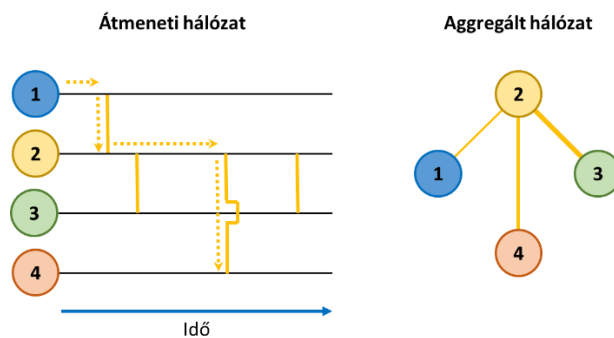
20. ábra: Példa: A esetben multiplex hálózatra, B esetben összekapcsolt hálózatra
Forrás: [395]

A többrétegű hálózatok esetén két főbb különböző hálózatot lehet megkülönböztetni, a multiplex hálózatokat és az összekapcsolt hálózatokat. A multiplex hálózatok esetén a rétegek közötti élek csak olyan csúcsok közötti kapcsolatok lehetnek, amelyek mindkét rétegben ugyanazokat az entitásokat jelölik, tehát a multiplex hálózatok ugyanazokat az entitások közötti kapcsolatokat vizsgálják a különböző rétegekben. Az összekapcsolt hálózatok esetén a rétegek közötti élek lehetnek más-más entitások között is különböző rétegek esetén, tehát az

összekapcsolt hálózatok különböző entitások közötti kapcsolatokat vizsgálják a különböző rétegekben. [396] A különbséget a két fő típus között a 20. ábra szemlélteti. Doktori dolgozatom során a multiplex hálózatok egyik fajtája, az átmeneti hálózat kerül részletesebb bemutatásra a következő fejezetben.

3.3.1.4. Átmeneti hálózatok

A kutatásomban is kiemelten fontos szerepet játszó hálózattípus az átmeneti hálózat volt, amely a multiplex hálózatok egyik típusa. Az átmeneti hálózatokban az egyes csúcsok vannak rétegek közötti összeköttetésben, kapcsolatban a különböző rétegekben, amik egy-egy időpillanatot, időtávot, időpontot jelentenek. Fontos kiemelni, hogy egy adott rétegen belüli kapcsolatok az adott időpillanatban érvényes, létező kapcsolatokat reprezentálják, tehát egy réteg egy adott időszakra vonatkozó kapcsolatokat mutatja. [397] A 21. ábra baloldali részén egy átmeneti hálózat négy rétege és az idő függvényében lévő kapcsolatok alakulása látható, a jobboldali részen pedig a négy réteg aggregált verziója van vizualizálva.

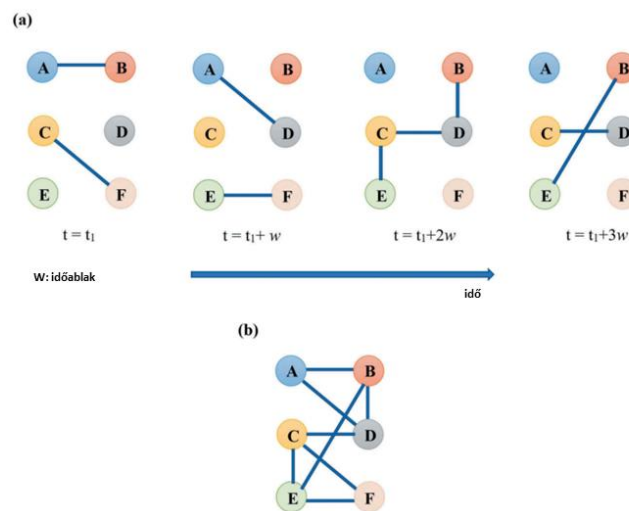


21. ábra: Példa egy átmeneti hálózat és aggregált, statikus hálózatra
 Forrás: [398] alapján saját szerkesztés

Mivel egyes hálózatokban változások történnek az idő előrehaladtával, sok információ nyerhető az időbeliség vizsgálatával, azonban több különböző időpillanat egyégyé aggregálásával rengeteg idővel kapcsolatos információ elveszhet, amely torzíthatja a modellezni kívánt hálózatot, amelyet a 21. ábra is szemléltet. [399] Az átmeneti hálózatok esetén tehát az idő, mint egy tényező jelenik meg rétegeket alkotva, az adott rétegekben pedig az adott időpillanatra érvényes kapcsolatok jelennek meg. [400] Fontos kiemelni, hogy a választott időhorizontok kulcsfontosságúak lehetnek egy elemzés során, mert a nagyon közeli időablakok esetlegesen túl kevés változást mutatnak, míg az egymástól nagyon távoli időpontok esetén nem biztos, hogy azonosítani lehet a temporalitás miatti változásokat. [401] Dolgozatomban éves adatok segítségével vizsgálom az átmeneti hálózatokat, a centralitások fontos szerepet kapnak azok elemzése során, segítségükkel azonosítani lehet azokat a főbb

csúcsokat, azaz azon szereplőket a vizsgált hálózatban, amelyek a 2018 és 2021 közötti időszakban fontos szerepet töltek be a kutatás középpontjában álló három első szintű beszállító ellátási hálózatának esetében.

Az elérhetőség ugyancsak fontos az átmeneti hálózatokban. Csak és kizárólag akkor közvetlenül elérhető egy bizonyos X csúcs Y csúcsból, ha van közöttük direkt kapcsolat közvetett csúcsok nélkül. X csúcs akkor van indirekt kapcsolatban Y csúccsal, ha más csúcsokon keresztül van kapcsolat közöttük. Ez a temporalitás miatt kiemelten fontos, mert az idő dimenziója befolyásolja az egyes csúcsok közötti elérhetőséget, amely a statikus hálózatok esetén kevésbé kap hangsúlyos szerepet. A 22. ábra egy átmeneti hálózatot, és annak különböző rétegeit ábrázolja, melynek felső részén (a) az egyes rétegekben lévő kapcsolatok vannak ábrázolva az egyes csúcsok között az idő függvényében, az ábra alsó részén (b) pedig a négy réteg aggregált állapota látható.



22. ábra: Átmeneti és aggregált statikus hálózatok közötti elérhetőségbeli különbség
Forrás: [402] alapján saját szerkesztés

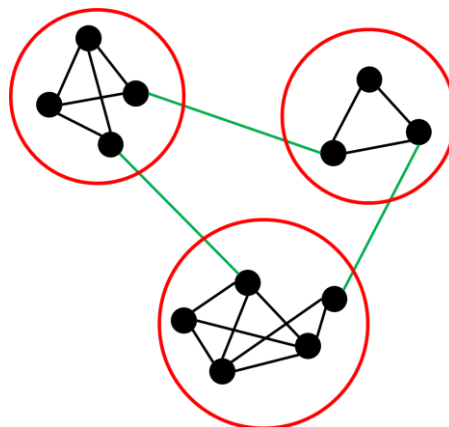
A 22. ábrán jól látszik, hogy a négy időpont átmeneti hálózatából alkotott aggregált statikus hálózatban (b) bármely csúcs közvetetten vagy közvetlenül elérhető bármely más csúcs számára, viszont a külön vizsgált négy időpontra ez nem igaz (a). [403] Míg a statikus hálózatok esetében az út az élek összességét jelenti a vizsgált csúcsok között, amelynek a hossza a megtett élek száma, az átmeneti hálózatokban az út fogalma pedig az élek időben előre haladó sorrendjét jelenti, amelynek meghatározása két megközelítés alapján történhet. A topologikus hossz megközelítés esetében az út hossza két bármely csúcs közötti élek száma hasonlóan a statikus hálózatokhoz, viszont ebben az esetben sokszor az eltelt idő fontosabb

tényező lehet, mint a legrövidebb út. A temporális hossz megközelítés az utat, mint az időtartamot jelenti az időablakok tükrében. [404]

3.3.1.5. Közösség detekció

Kutatásomban ugyancsak fontos szerepet játszott a csúcsok valamilyen módon történő csoportosítása, egymáshoz való rendeződése, amely alapján azt vizsgáltam doktori dolgozatomban, hogy a három első szintű beszállítói hálózatban az egyes partnerek, vagyis a hálózatban lévő csúcsok milyen módon kapcsolódtak egymáshoz, alkottak csoportokat egymással, tehát mely partnerek álltak szorosabb kapcsolatban a többi, közösségen kívüli partnerhez képest, így jellemezhető volt az ellátási hálózat struktúrája.

A tranzitivitás azt mutatja meg, hogy az egymással közvetlen kapcsolatban álló csúcsok nagyobb eséllyel rendelkeznek közös kapcsolatokkal, és egy hálózat ezért sok esetben szétbontható több közösségre, amelyek jellemzője, hogy a közösségen belüli csúcsok közötti kapcsolatok sokkal gyakrabban fordulnak elő, mint a közösségek közötti csúcsok között. A modularitás megmutatja a részegységeket, azaz a közösségek erősségét, mennyire szeparálhatók a csúcsok egyes közösségekre. A többrétegű hálózatokban lévő közösségek esetében a rétegek közötti kapcsolatok plusz információ tartalmat hordoznak. [405] Kutatásom során a Leiden algoritmus alkalmaztam, mert a Leiden algoritmus az élek változására robusztusabb eredményeket ad. [406]. A 23. ábra egy példát vizualizál egy több közösséget tartalmazó hálózatra, a piros körök az egyes közösségeket, a fekete pontok és vonalak a csúcsokat és éleket, míg a zöld vonalak a közösségeket összekapcsoló éleket reprezentálják.



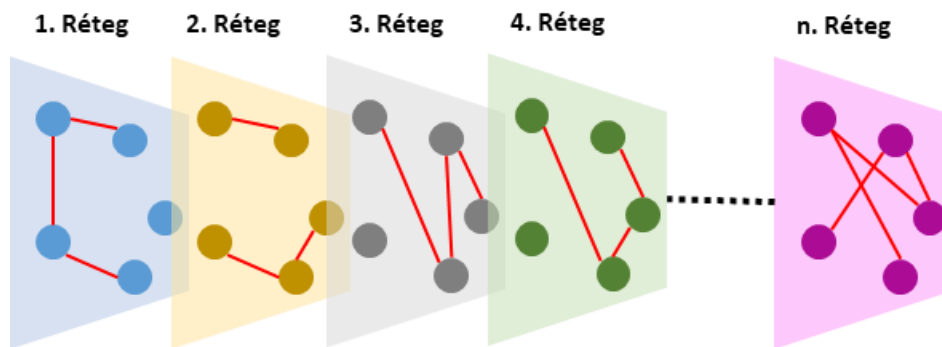
23. ábra: Példa egy három közösséget tartalmazó hálózatra
Forrás: [407] alapján saját szerkesztés

Doktori dolgozatomban fontos szerepet játszik a közösség detekció, amely segítségével az ellátási hálózatban azonosítani lehet az egymáshoz közel álló főbb csoportokat, és meg lehet

vizsgálni az egyes közösségek változását a kutatott négyéves periódusban, amely segítségével megfigyelhető a vizsgált ellátási hálózat struktúrájának változása.

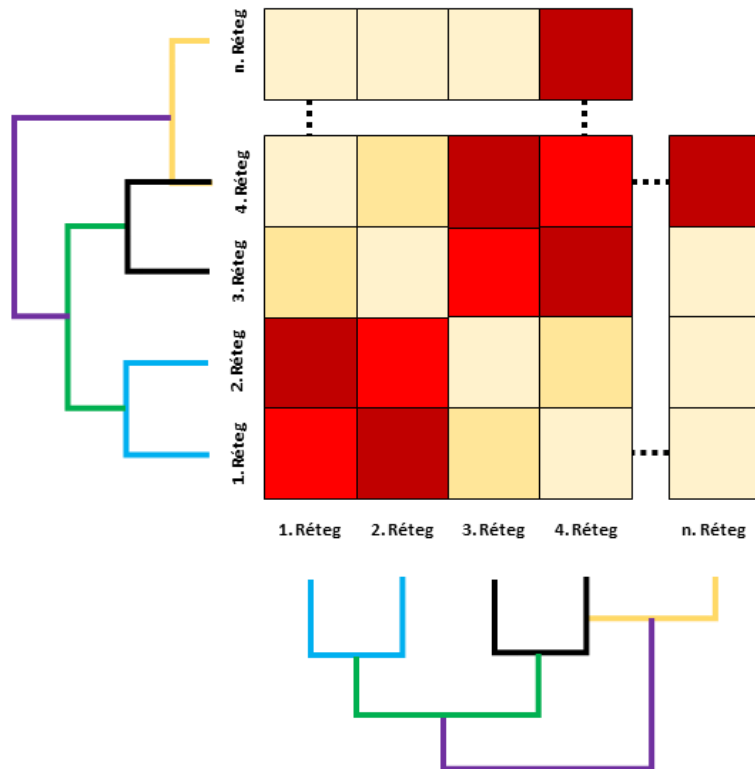
3.3.1.6. Strukturális redukálhatóság

Kutatásom során kiemelten fontos hálózatelemzési módszer a strukturális redukálhatóság, amely használatával lehetőség van különbséget tenni a vizsgált ellátási hálózatok éves rétegei között. A strukturális redukálhatóság módszer lényege, hogy a komplex hálózatok redukálásával könnyebben meg lehessen érteni azokat, de a lényeges információk, összefüggések és kapcsolatok megmaradjanak, illetve, hogy el lehessen különíteni az egyes rétegeket hasonlóság alapján. A 24. ábrán egy példa látható egy többrétegű hálózatra, ahol az egyes rétegek, és a rétegeken belüli csúcsok közötti élek, kapcsolatok vizualizálva vannak.



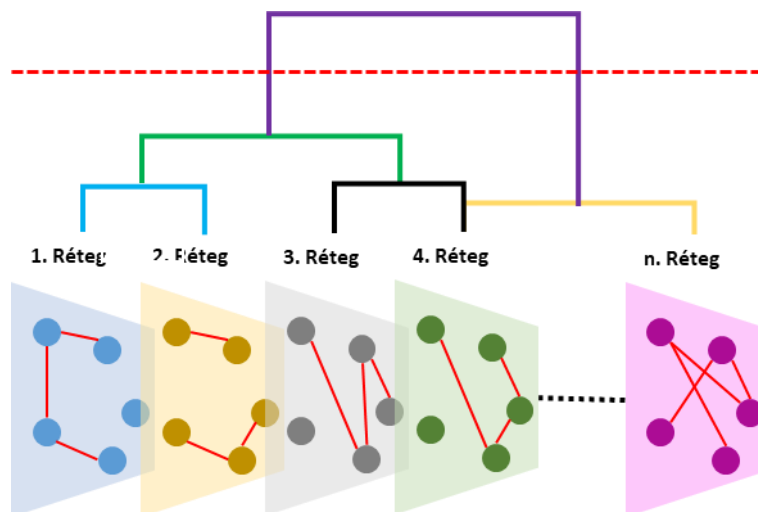
24. ábra: Példa egy többrétegű hálózatra
Forrás: [408] alapján saját szerkesztés

Ez azért lehetséges, mert léteznek a komplex, összetett hálózatokban lényegtelen, redundáns struktúrák, csúcsok, kapcsolatok, amelyek kiszűrésével egyszerűsíteni lehet a hálózatokat. [409] A strukturális redukálhatóság során a redukcióban lévő távolság kerül vizsgálatra a redukálhatóság, klaszterezés szerint. A módszer a hierarchikus klaszterezés során lépésenként összevonja az egymáshoz közel álló elemeket, pontokat, az egyes rétegeket a hálózatban, és az összevonó lépések során azok az elemek kerülnek összevonásra, amelyek a leghasonlóbbak egymáshoz. [410] A 25. ábrán egy példa látható többrétegű hálózatok klaszterezésére. Az egyes rétegek mátrix elrendezésben láthatóak, és a dendrogramok pedig hasonlóság alapján rendezik csoportba az egyes rétegeket. Minél sötétebb színnel van jelölve egy réteg pár, annál nagyobb a hasonlóság közöttük.



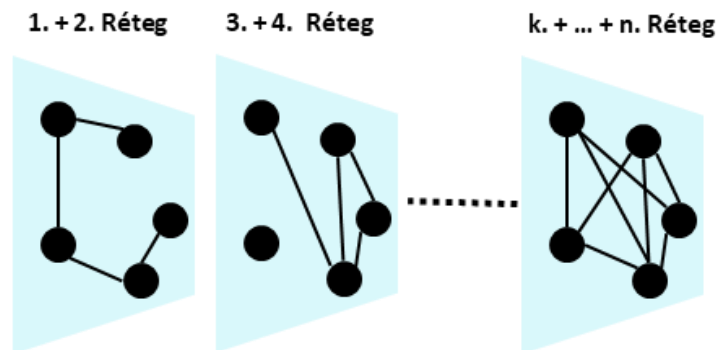
25. ábra: Egy példa a többrétegű hálózatok rétegeinek klaszterezésére
 Forrás: [411] saját szerkesztés

Ha egy lépés esetén nincsen egymáshoz hasonló pont, réteg, akkor a hasonlósági mérték növelésével lehet csak további összevonásokat végezni. Ha nagymértékben kell növelni a módszernek a hasonlósági mértéket, az azért lehetséges, mert már nincsenek egymáshoz hasonló pontok. A 26. ábra az egyes rétegeket, és hasonlóságuk alapján dendrogramokat vizualizál, illetve azt mutatja meg, hogy hol érdemes vágni, elkülöníteni az egyes klasztereket.



26. ábra: Egy példa a rétegek hierarchikus klaszterezésére
 Forrás: [412] alapján saját szerkesztés

Ezért ott érdemes vágni, elkülöníteni az egyes klasztereket, ahol a dendrogram függőleges magassága a legnagyobb, azaz a hasonlósági mérték nagyobb szintű növelése volt szükséges, mert az adott lépésben már csak kevésbé hasonló pontok, rétegek találhatóak. [413] [414] Dolgozatomban a strukturális redukálhatóság során a Jensen-Shannon divergencia metrika alapján kerül kiszámításra a rétegek közötti távolság. [415] [416] A 27. ábra a hasonlóság alapján összevont rétegeket vizualizálja.



27. ábra: Példa egy strukturális redukció eredményére
 Forrás: [417] alapján saját szerkesztés

A redukált rétegek alapján meg lehet állapítani, hogy hasonlóság alapján milyen csoportokat lehet létrehozni a rétegekből, és az összevonás után az egyes csoportok mennyire különülnek el, mennyire különböznek egymástól. A redukció utáni állapotot a 27. ábrán szemléltetem.

3.3.2. Wilcoxon próba

A kutatásom során fontos szerepet játszik a Wilcoxon próba, amely egy olyan nem paraméteres próba, amely csoportok közötti különbségek kimutatására alkalmas, és nincsen feltételezve a minták normál eloszlása. Ez a vizsgálat a parametrikus kétmintás t-próba nem parametrikus alternatívája. A Wilcoxon próba előnye, hogy akkor is használható, ha a minta populációja nem normál eloszlást követ. [418] Azért választottam ezt a módszert kutatásom során, mert széles körben elterjedt, [419] [420] és több szerző is alkalmazta hasonló területen, [421] [422] illetve mert az általam használt adatbázisban szereplő adatok esetén nem teljesülnek azok a feltételek, amelyek szükségesek a parametrikus vizsgálatokhoz, mint például a varianciaanalízishez vagy a kétmintás t-próbához.

3.3.3. Korrelációelemzés

A korrelációelemzés során az kerül vizsgálatra, hogy van-e kapcsolat a változók között, illetve milyen erősségű és irányú a kapcsolat. Általánosságban a korrelációelemzés előtt nem ismeretes, vagy nincsen előfeltételezés a változók között lévő kapcsolat irányáról, nem ok-okozati összefüggések vizsgálatára szokták alkalmazni, hanem arra, hogy létezik-e kapcsolat

a változók között. [423] [424] [425] A szakirodalomban legtöbbször használt fajtái a korrelációelemzésnek a Spearman, Kendall és Pearson féle korreláció. A Spearman és Kendall korreláció a nem lineáris kapcsolatokat is feltárja, míg a Pearson korreláció csak a lineáris kapcsolatok kimutatására alkalmas. [426] [427] [428] Ezeknek a kiszámítási módjait a 8. mellékletben szemléltetem. Doktori dolgozatomban azért használtam a korrelációelemzést, hogy elemezzem, hogy az általam vizsgált hálózatok attribútumai hogyan korrelálnak egymással a különböző beszállítói szinteken. Fontos kiemelni, hogy a Kendall féle rangkorrelációt használtam az általam végzett elemzések során, mert pontosabb korreláció értéket ad az azonos szintek rangsorolásánál, [429] ami fontos a rendelkezésre álló adatok miatt.

4. Kutatási eredmények bemutatása

Ebben a fejezetben az interjúk alapján készített esettanulmányokat, a kutatás lefolytatását, illetve az elemzések során kapott eredményeket részleteztem. A három kutatási kérdésem alapján három részre bontottam a kutatás lefolytatását és az eredmények bemutatását. Először reflektáltam a kutatási kérdésekre, bemutattam, hogy mit vizsgáltam az egyes kutatási kérdések esetében, illetve a már bemutatott módszerek közül, amelyek használatával milyen eredményeket és következtetéseket lehetett levonni az egyes esetekben, és ezek alapján fogalmaztam meg a téziseimet.

4.1.1. A vizsgált első szintű beszállítók bemutatása

A következő alfejezetekben a lefolytatott interjúk alapján rövid esettanulmányt készítettem a vizsgált első szintű beszállítókról, kiemelve a kutatásomhoz kapcsolódó összefüggéseket. A vizsgált első vállalat kiemelt szereplője az autóiipari ellátási láncoknak, olyan autógyártó és beszállítói kapcsolatokkal rendelkezik, amelyek alapján lehetősége van további növekedésre a vezérlőegység gyártás területén. A vállalat számos autóiipari terméket állít elő, a piac élvonalában helyezkedik el az autóiipari ellátási láncokban. A vizsgált magyarországi leányvállalatot illetően a COVID nagymértékben befolyásolta a vállalat üzletmenetét, operációját, ezáltal reagálnia kellett az új kihívásokra. Bár a vállalat éves árbevétele alapján úgy tűnik, hogy sikerült fenntartania a COVID előtti szintet, a működési tevékenységekből származó költségek megemelkedtek. A vállalat készletszintje fokozatosan emelkedett a 2020-as évtől kezdődően, az átfutási idők növekedésével járó problémák, a különböző költségek és szállítványozáshoz kapcsolódó nehézségek leküzdése, illetve a kritikus, szűk keresztmetszet anyagok jelentették a legnagyobb kihívásokat az interjúkban kapott válaszok alapján. A vezérlőegység gyártás területén az interjúalany kiemelt olyan árucikkeket, mint szűk keresztmetszet anyagokat, amelyek típusa nem törölhető és nem visszaküldhetőre változott 2020-tól kezdődően.

A kutatásomban szereplő második vállalatnak is vezető szerepe van a globális autóiipari beszállítói piacon, beleértve a kutatásomban vizsgált vezérlőegység gyártást is. Autógyártó partnerei és legfontosabb beszállítói ugyancsak az ipar élvonalában vannak. Termékportfólióját nézve számos autóiipari termékcsaládhoz gyártanak alkatrészeket. A COVID miatt több szempontból megváltozott a vizsgált magyar leányvállalat üzletmenete, sok ellátási láncsal kapcsolatos kihívással kellett szembenézni. A COVID megjelenésétől kezdve a vállalat éves árbevétele csökkenő tendenciát mutatott, de a profitja nem változott

szignifikánsan, a készletszintje pedig nagymértékben növekedett az előző évekhez képest. A vezérlőegység gyártás tekintetében a legnagyobb problémákat a megnövekedett készletszint, illetve az átfutási idők és anyagárak növekedése jelentették. A COVID hatására az egyes szűk keresztmetszet, kritikus anyagok több esetben ellehetetlenítették a gyártást, ezért további külső ellátási forrás bevonására volt szükség.

A dolgozatomban vizsgált harmadik vállalat is az előzőekhez hasonlóan vezető pozícióban van a vezérlőegység és további autóiipari termékcsaládok gyártásban is. A vállalat folyamatos fejlődését meghatározza globális jelenléte, hasonlóan az előző kettő vállalathoz, kiépített beszállítói és autógyártó kapcsolatokkal rendelkezik. A vizsgált magyar leányvállalat éves árbevételét tekintve a koronavírus globális elterjedésekor nagy visszaesés volt tapasztalható, azonban 2021 végére sikerült a COVID előtti állapothoz közeli eredményeket elérnie. Hasonlóan a másik kettő leányvállalathoz, a készletszint növekedés kezdetben rendkívül magas volt a koronavírus hatására, azonban később sikerült jobb eredményeket elérnie. A vezérlőegység gyártás területén ellátási lánc szempontból az anyagárak és átfutási idők növekedése, illetve a COVID miatti anyagbeszerzéssel kapcsolatos kihívások, a kritikus, szűk keresztmetszet anyagok és a magas készletszint okozták a legnagyobb kihívásokat és problémákat. Az anyagellátás diverzifikációja fontos céllá vált a vállalatnak az esetleges anyagihiányok proaktív megelőzése érdekében.

Mindhárom vállalat fontos szerepet tölt be az autóiipari vezérlőegységek ellátási láncában, amelyeket nagymértékben befolyásolt a koronavírus a 2020-as évek elejétől kezdve. A COVID számos nem várt következménye eddig példátlan kihívások elé állította ezeket az ellátási hálózatokat, számos ponton alapanyaghiányt okozva, amely ostorcsapás szerűen minden szereplőre hatással volt. A 2020-as évek elején kezdetben úgy tűnt, hogy az ellátási problémákra megoldást nyújthat a meglévő beszállítói bázis, de az idő előrehaladtával egyre több nehézség, és a költségek emelkedése volt megfigyelhető, amelyekre megoldást jelentett a vállalatok ellátási hálózatainak bővítése, rendszeres vagy alkalmi megoldásként. A megkérdezett vállalatok szerint ellátási lánc szempontból az anyagárak és átfutási idők változása, főképp növekedése, az egyes anyagok kritikussága, általánosságban az allokációs helyzetek kialakulása miatt, illetve az komponensek státuszának változása, főleg nem törölhetővé és nem visszaküldhetővé válása jelentette a nehézségeket és kihívásokat a különböző komplex problémák esetén, mint például az esetleges készletszint növekedésnél, árbevétel csökkenésnél, likviditási problémáknál.

4.1.1. Az esettanulmány összefoglalója és eredményei

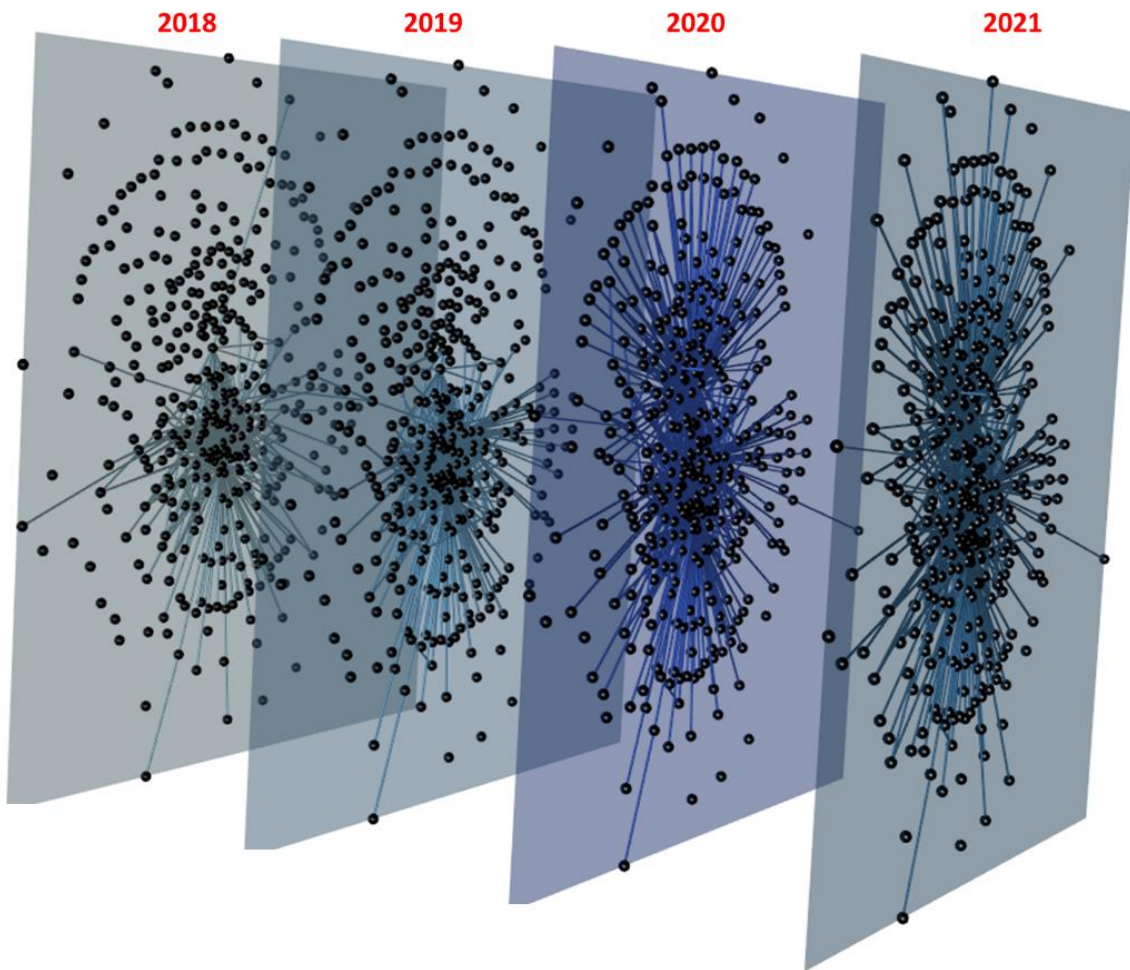
Az interjúalanyok alapos felkészültségükkel nagymértékben segítették kutatásomat, az interjúk fontos szerepet játszottak doktori dolgozatomban. Az interjúk során megerősítésre került a három vállalat vezető pozíciója az autóiipari vezérlőegység gyártás területén és a COVID jelentős hatása működésükre. Az interjúk során kiemelt bizonytalansági tényezők, mint átfutási idők, anyagárak, kritikus, szűk keresztmetszet anyagok és az egyes anyagtípusok változásai befolyással voltak a vállalati működésre és eredményekre, kihívások elé állítva a globális elektronikai ellátási láncok számos tagjait. Ezek a bizonytalansági tényezők közötti összefüggések feltérképezései olyan plusz információkat nyújtottak, amelyek támogatták a kvantitatív elemzésem eredményeinek interpretálását, következtetések levonását.

4.2.A kutatás lefolytatása

Ebben a fejezetben a doktori dolgozatomban használt módszerek kerültek alkalmazásra. Az egyes kutatási kérdések megválaszolása, illetve a hozzájuk tartozó hipotézisek igazolása vagy elvetése érdekében az alkalmazott módszertanok fejezetben kifejtett módszerek segítségével végeztem el a kutatás lefolytatását.

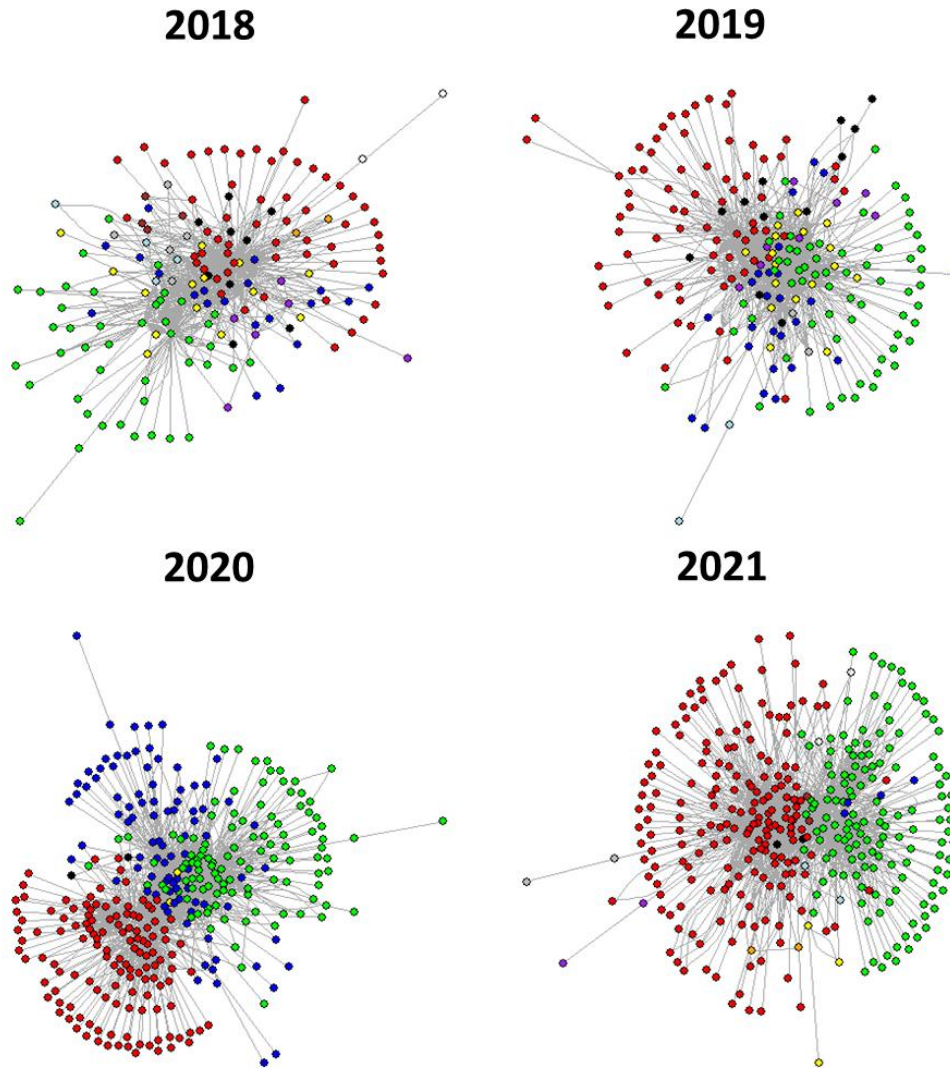
4.2.1. A hálózati struktúra évenkénti vizsgálata

A K-1 kutatási kérdésem a vizsgált ellátási hálózatok struktúrájára vonatkozott. Azt vizsgáltam az elemzések során, hogy a vizsgált 2018 és 2021 években történtek-e strukturális változások az általam vizsgált hálózatokban, az egyes vizsgált évek rétegei elkülönülnek-e egymástól, ami alapján csoportosítani lehet a rétegeket, illetve milyen csoportokba rendeződtek a hálózatban lévő szereplők. A 28. ábrán vizualizálom a kutatásom során elemzett temporális hálózat négy rétegét, azaz a vizsgált négy évet. Ezek a hálózatok a doktori dolgozatomban középpontjában álló három első szintű beszállító ellátási hálózatának évenkénti leképezései. A hálózatban lévő csúcsok az egyes vállalatokat jelölik, az élek pedig a közöttük lévő kapcsolatokat. A négy évet reprezentáló rétegek különböző színnel vannak jelölve vizualizációs szempontból. Mind a négy rétegben ugyanabban az elrendezésben van leképezve az összes hálózatban lévő csúcs, amely bármikor is részese volt a hálózatnak a négyéves időszakban.



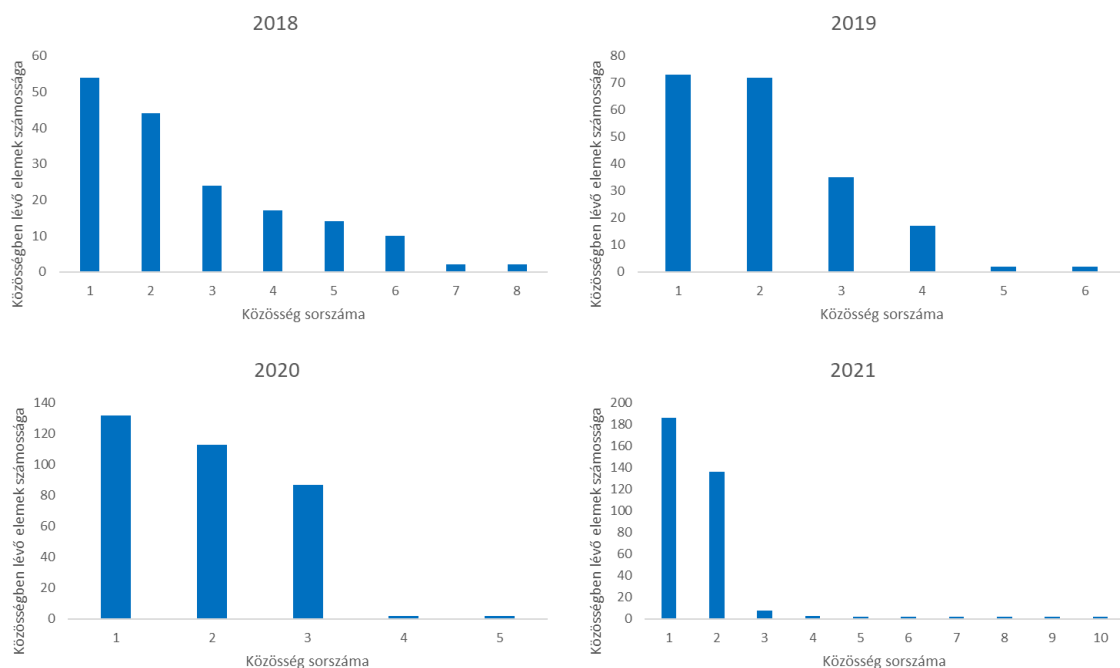
28. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok
 Forrás: Saját szerkesztés

A 28. ábrán jól látszik, hogy a partnerek közötti éleknek a sűrűsége növekedő tendenciát mutat évről évre, kifejezetten nagy különbséget a 2019 és 2020 közötti állapot adja. A 29. ábrán ugyancsak a vizsgált hálózat látható kétdimenziós formában, külön bontva a négy réteget. Az egyes csúcsok itt is a különböző partnereket, és az élek pedig a közül lévő kapcsolatot jelentik. A különböző színű csúcsok adott közösségeket jelölnek, azt szemléltetve, hogy mely partnerek állnak közelebbi viszonyban egymással, és ezek alapján milyen csoportok jöttek létre az egyes partnerek között. A legnagyobb elemszámú közösségeket piros színnel, a másodikat zöld színnel, illetve a harmadikat kék színnel jelöltem. A további, kisebb közösségek esetén más-más színekkel alkalmaztam.



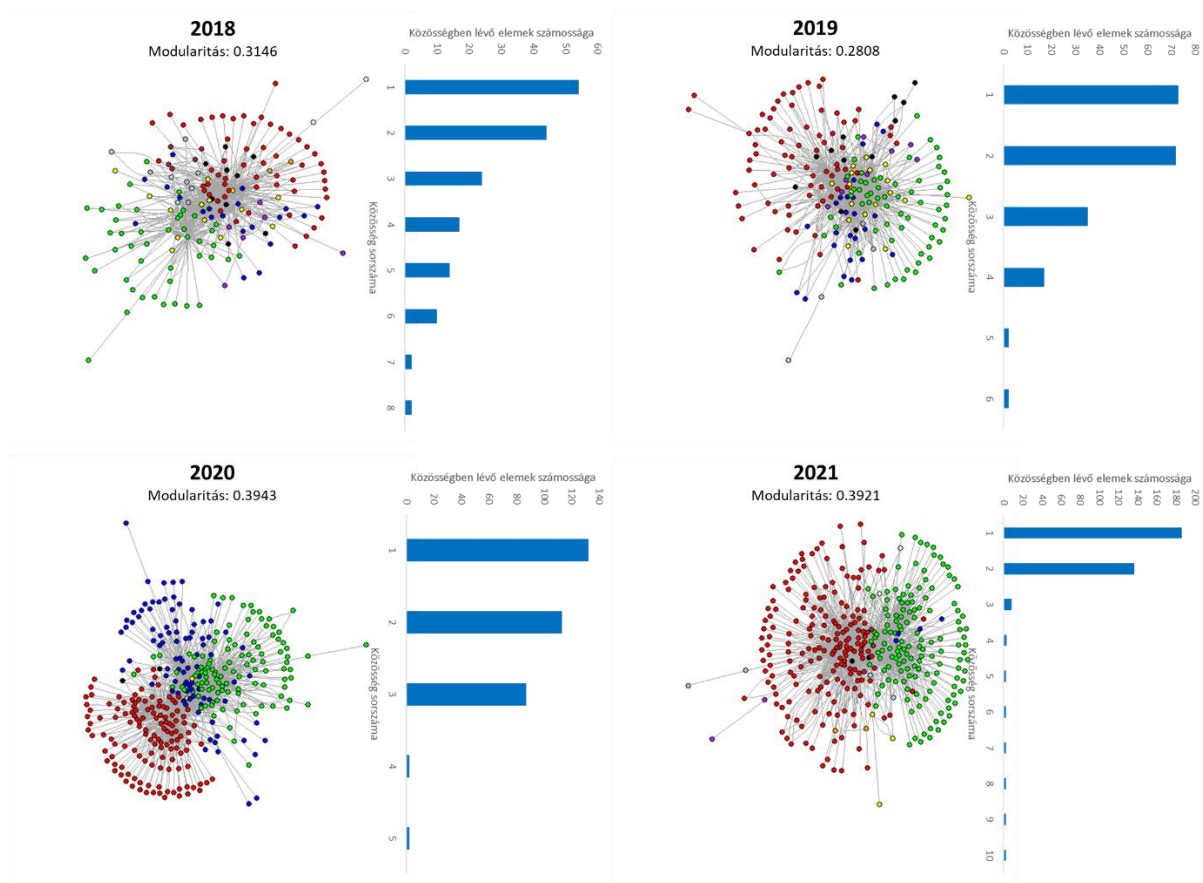
29. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok és közösségek
 Forrás: Saját szerkesztés

A 29. ábrán szembetűnően látszanak a különbségek az egyes évek között, főleg a 2018-2019, illetve a 2020-2021 évek között. Jól látható, hogy a COVID-ot megelőző években kevesebb partner között létezett kapcsolat az ellátási hálózatban. A COVID alatti években pedig az figyelhető meg, hogy közel kétszer annyi partner között történt az anyagáramlás a 2018-as évhez képest. A temporális hálózat felrajzolása után közösség detekcióval (Leiden algoritmus) azonosítottam azokat a csúcsokat, amelyek szorosabb kapcsolatban álltak egymással. Jól látszik az is, hogy a különböző évek során különböző csoportok alakultak ki, más közösségek jöttek létre. A 30. ábrán szemléltetem az egyes években kialakult közösségek számát, és azok számosságát.



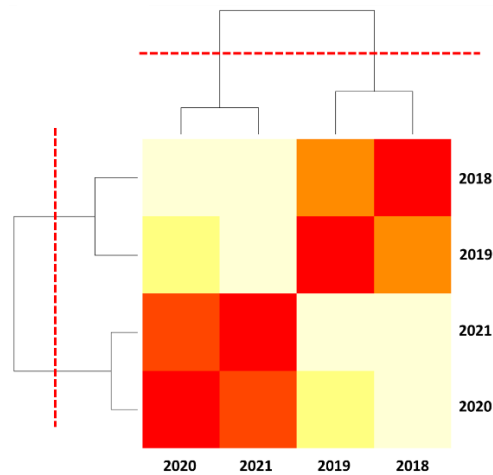
30. ábra: Az elemzések során azonosított közösségek számosságai
 Forrás: Saját szerkesztés

A 30. ábrán látszik, hogy 2018-ban nyolc közösség alakult ki, azok közül kettő nagyobb, négy közepes, illetve kettő pedig nagyon alacsony számossággal. 2019-ben hat közösség volt azonosítható, amelyek közül kettő nagyobb, kettő közepes és szintén kettő nagyon alacsony számossággal. 2018-ban és 2019-ben a közösségek eloszlása egyenletesebb volt, több, de kevésbé domináns közösség alakult ki. 2020-ban az öt közösség közül három nagyobb, kettő nagyon alacsony számosságú volt. Fokozatosan csökkenő elemszámmal jelentek meg a közösségek, nem volt tapasztalható nagymértékű, hirtelen változás 2020-ig. 2021-ben pedig csak kettő nagyobb, ezek mellett pedig nyolc nagyon alacsony számosságú közösség volt azonosítható. A közösségekben lévő változásokból az látszik, hogy míg 2018 és 2019-ben több nagyobb és közepes közösség alakult ki néhány nagyon alacsony számú mellett, 2020-ban három, míg 2021-ben pedig csak kettő domináns közösség volt azonosítható, így elmondható, hogy az vizsgált utolsó két évben dominánsabb közösségek voltak azonosíthatóak az első vizsgált két évhez képest. A 31. ábrán összegeztem a vizsgált hálózat négy rétegét, a kialakult közösségeket, és az éves szinten kapott modularitás értékeit.



31. ábra: A vizsgált hálózat négy rétegének összegzése
 Forrás: Saját szerkesztés

A 31. ábrán jól látható, hogy a modularitás értéke megnövekedett 2020-ra és 2021-re a 2018-as és 2019-es állapothoz képest, ami alátámasztja a már korábban említett domináns csoportok kialakulását 2020-ban és 2021-ben. A közösség detekció után a vizsgált hálózatra elvégzett strukturális redukálhatóság eredményét a 32. ábrán szemléltetem, ahol a 2018 és 2021 közötti éves rétegek hasonlóság szerinti csoportosítása látható. A sötétebb színek az erősebb kapcsolatokat, míg a világosabb színek a gyengébb kapcsolatokat jelölik a 4x4 mátrixban. A mátrixok egyes celláit összekötő dendogramok pedig a hierarchikus klaszterezés eredményeit szemléltetik.



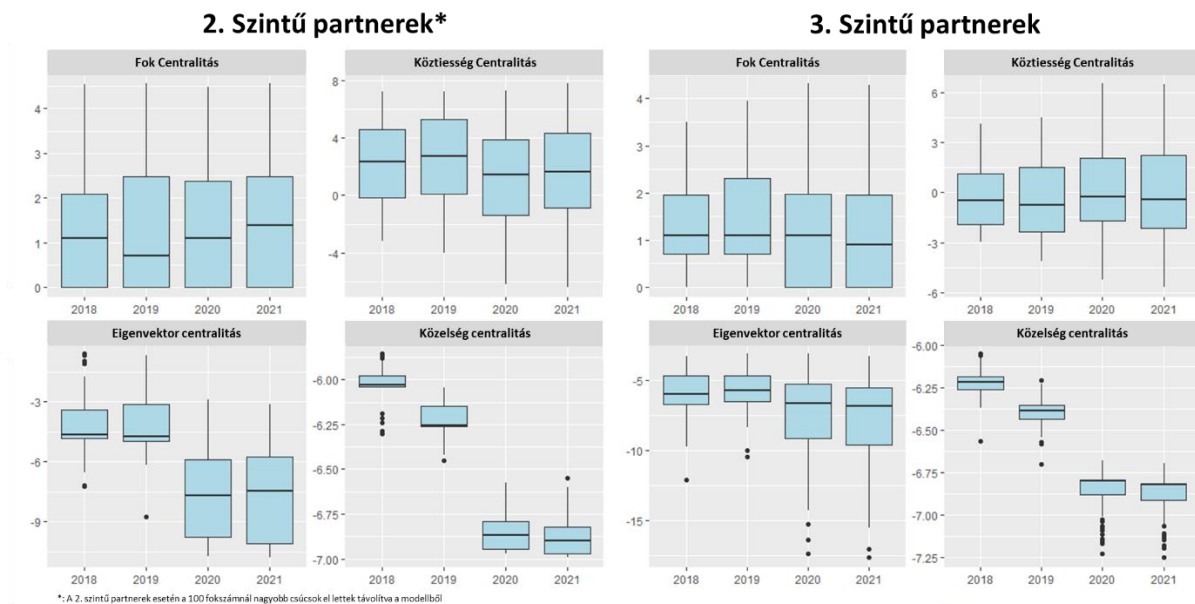
32. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok strukturális redukciója
 Forrás: Saját szerkesztés

A vizsgált négy év, azaz a többrétegű temporális hálózatban lévő négy réteg hierarchikus klaszterezésének eredményeként megállapítható a 32. ábráról, hogy a dendrogram függőleges magassága a kialakult két klaszter után a legnagyobb, ezért a vizsgált ellátási hálózat két részre különíthető el. Az egyik klaszter a 2018-as és 2019-es, míg a másik klaszter a 2020-as és 2021-es éveket reprezentáló rétegeket tartalmazza. Ez tovább erősíti és alátámasztja a 31. ábrán kapott eredményeket egyaránt.

4.2.2. A hálózatban lévő szereplők változásainak vizsgálata

A K-2 kutatási kérdésem a vizsgált ellátási hálózatban lévő ellátási forrásokra és az egyes partnerek fontosságára irányult, hogy a középpontban lévő három első szintű beszállítók és partnereik esetében milyen változás volt az anyagellátási viselkedésük tekintetében, illetve mely szereplők kerültek a fókuszba a vizsgált négyéves időszakban. Az elemzésem során azt vizsgáltam, hogy a második és harmadik szintű partnerek fontossága, illetve kapcsolataik hogyan alakultak a vizsgált négyéves periódusban. Az irodalomkutatás eredményeként fontosnak ítélt négy főbb centralitás metrikát alkalmaztam a kutatási kérdés megválaszolása céljából azt vizsgálva, hogy változott-e éves szinten az átlagos centralitások értéke a 2. és 3. szintű partnerek esetében külön vizsgálva a különböző szinten lévő partnereket. Ezen felül azt is vizsgáltam, hogy az egyes centralitás metrikák esetén van-e szignifikáns különbség az egyes évek között. A centralitásokkal kapcsolatos elemzésem eredményeit a 33. ábrán szemléltetem. Az egyes dobozdiagramok a különböző centralitás metrikákat ábrázolják, bal oldalon a 2. szintű partnerekkel, jobb oldalon pedig a 3. szintű partnerekkel kapcsolatos eredmények láthatók. Az x tengely az egyes éveket, míg az y tengely a logaritmizált értékeket

jelöli, amely a jobb ábrázolás céljából volt szükséges. Az egyes dobozok a várható értéket és azok szórását ábrázolják, a dobozokban lévő fekete vonal pedig a mediánokat.



33. ábra: A vizsgált ellátási hálózatban lévő 2. és 3. szintű partnerek centralitás metrikái
 Forrás: Saját szerkesztés

Egyik centralitás metrika vizsgálata során sem teljesül a homogenitás, tehát a 2. és 3. szintű partnerek esetében is inhomogén csoportokat vizsgálók Bartlett teszt alapján. A homogenitás vizsgálat eredményét a 3. függelékben szemléltetem. A 33. ábrán jól látszik, hogy a 2. szintű partnerek esetén a fok centralitás vizsgálat eredményeként a várható érték szórása viszonylag azonos, a medián mutat kisebb eltéréseket az egyes évek alatt. A közelség centralitás esetén a várható értékek magasabbak, a szórás alacsonyabb 2018-ban és 2019-ben, mint 2020-ban és 2021-ben. A köztiesség centralitás vizsgálatának eredményeként hasonló eredmények figyelhetők meg, mint a fok centralitás esetén, közel azonosak a várható értékek szórásai és a mediánok a vizsgált négy évre vonatkozóan. Az sajátvektor centralitás esetén 2018-ban a legmagasabbak a várható érték, és a szórás ebben az évben a legalacsonyabb. 2019-ben a alacsonyabbak a várható értékek, valamivel nagyobb szórással, és 2019-hez képest nagy különbség figyelhető meg 2020-ban és 2021-ben egyaránt. A 3. szintű partnerek esetén a fok centralitás tekintetében a medián mind a négy évben közel azonos, azonban a várható értékek 2018-ban és 2019-ben magasabbak, illetve a szórások alacsonyabbak, mint 2020-ban és 2021-ben. A közelség centralitás vizsgálatának hasonló eredménye lett kutatásomban, mint a 2. szintű partnerek esetében, 2018-ban és 2019-ben magasabb a várható érték és alacsonyabb a szórás mint 2020-ban és 2021-ben. A köztiesség centralitás esetén az látszik, hogy a várható értékek, és azok szórása, illetve a medián is közel azonos a vizsgált négy év alatt. A

sajátvektor centralitás eredményeként az látszik, hogy a várható értékek szórása 2018-ban és 2019-ben alacsonyabb, mint 2020-ban és 2021-ben, de a négy év alatt a medián közel azonos. Ahhoz, hogy statisztikailag megalapozott következtetéseket vonhassunk le, mindenképpen szükséges a statisztikai tesztek (Wilcoxon teszt) eredményeit is megvizsgálni. Ezért az egyes centralitás metrikák esetén külön a 2. és 3. szintű partnereknél évek közötti páronkénti összehasonlítást végeztem, amelynek eredményét a 13. táblázatban vizualizálom. Minden szint és centralitás esetén minden évet összehasonlítottam a többi évvel, amiket a kategóriák szemléltetnek, a p érték oszlop a kategóriák közötti hasonlóságot mutatja, illetve ebben az oszlopban csillaggal jelöltem azt, ahol két adott év között szignifikáns különbség volt megfigyelhető az adott szintű partnerek és centralitások esetében.

2. szintű partner				3. szintű partner			
Centralitás	Kategória 1	Kategória 2	p érték	Centralitás	Kategória 1	Kategória 2	p érték
Fok centralitás	2018	2019	1	Fok centralitás	2018	2019	1
	2018	2020	1		2018	2020	1
	2018	2021	1		2018	2021	1
	2019	2020	1		2019	2020	1
	2019	2021	1		2019	2021	1
	2020	2021	1		2020	2021	1
Közelség centralitás	2018	2019	<0,001 *	Közelség centralitás	2018	2019	<0,001 *
	2018	2020	<0,001 *		2018	2020	<0,001 *
	2018	2021	<0,001 *		2018	2021	<0,001 *
	2019	2020	<0,001 *		2019	2020	<0,001 *
	2019	2021	<0,001 *		2019	2021	<0,001 *
	2020	2021	0,002 *		2020	2021	<0,001 *
Köztiesség centralitás	2018	2019	1	Köztiesség centralitás	2018	2019	1
	2018	2020	0,364		2018	2020	0,021 *
	2018	2021	0,381		2018	2021	0,006 *
	2019	2020	0,892		2019	2020	0,013 *
	2019	2021	0,892		2019	2021	0,003 *
	2020	2021	1		2020	2021	1
Sajátvektor centralitás	2018	2019	0,136	Sajátvektor centralitás	2018	2019	0,395
	2018	2020	<0,001 *		2018	2020	0,026 *
	2018	2021	<0,001 *		2018	2021	0,001*
	2019	2020	<0,001 *		2019	2020	<0,001 *
	2019	2021	<0,001 *		2019	2021	<0,001 *
	2020	2021	0,344		2020	2021	0,103

13. táblázat: Az egyes centralitás metrikák éves szintű páronkénti összehasonlításai
 Forrás: Saját szerkesztés

Az egyes évek közötti páronkénti összehasonlítást kétmintás t-próba módszerével végeztem először, de nem teljesült minden alkalmazhatósági feltétel (normál eloszlás), ezért Wilcoxon

tesztet alkalmaztam, miután az egyes párok esetében Bartlett-próbával megvizsgáltam a homogenitást, aminek eredményeként egyik pár esetében sem teljesült a teszt.

A 2. szintű partnereknél a fok centralitás esetén egyik évpár között sincsen szignifikáns különbség, a közelség centralitás p értéke viszont szignifikáns különbséget mutat mindegyik évpár tekintetében. A köztiesség centralitás esetén ugyancsak sincsen szignifikáns különbség az évpárok között, a sajátvektor centralitás esetén pedig megfigyelhető, hogy 2018 és 2019, illetve 2020 és 2021 között sincsen szignifikáns különbség, és a 2018 és 2020, 2018 és 2021, illetve a 2019 és 2020, és a 2019 és 2021 közötti évpárok között pedig szignifikáns különbség látható.

A 3. szintű partnerek esetében megfigyelhető, hogy a fok centralitás esetén sincsen szignifikáns különbség az évpárok között, a közelség centralitás esetén pedig hasonlóan, mint a 2. szintű partnerek esetében, minden esetben szignifikáns különbség látható az évpárok között. A köztiesség centralitás esetén a 2018-as és 2019-es, illetve a 2020-as és 2021-es évpárok között sincsen szignifikáns különbség, viszont a többi esetben szignifikáns különbség figyelhető meg. A sajátvektor centralitás esetében is a 2018-as és 2019-es évek, illetve a 2020-as és 2021-es évek között sincsen szignifikáns különbség, a 2018 és 2020, 2018 és 2021, illetve 2019 és 2020, és 2019 és 2021 között azonban szignifikáns különbség látható. A 14. táblázatban szemléltetem az összefoglalást az egyes centralitások esetében, hogy a 2. és 3. szintű partnerek esetében hogyan alakult az egyes metrikák átlaga a vizsgált években.

Partner típusa	Centralitás	Átlag				szign. ⁹ (Wilcoxon)
		2018	2019	2020	2021	
2. szintű partner	Fok centralitás	10,8636	11,3692	9,3916	10,3636	
	Közelség centralitás	0,0024	0,0020	0,0011	0,0010	*
	Köztiesség centralitás	91,3909	92,7538	59,8915	73,2053	
	Sajátvektor centralitás	0,0425	0,0363	0,0037	0,0033	*
3. szintű partner	Fok centralitás	5,6111	7,3077	8,3248	8,0898	
	Közelség centralitás	0,0020	0,0017	0,0011	0,0010	*
	Köztiesség centralitás	3,5244	4,2512	11,5290	8,8568	*
	Sajátvektor centralitás	0,0067	0,0079	0,0053	0,0044	*

14. táblázat: Az egyes centralitás metrikák átlagának összefoglalója

Forrás: Saját szerkesztés

A 14. táblázatban látható, hogy a Wilcoxon tesztek eredményeként a 2. szintű partnerek esetében a közelség és sajátvektor centralitás esetén volt szignifikáns különbség a vizsgált

⁹A Wilcoxon teszthez alkalmazott függvény csak páronként ad p értéket, ezért a táblázatban az egyes változókra vonatkozó szignifikáns különbségek meglétét jelöltem

évek között, míg a 3. szintű partnerek esetén a közelség, köztiesség és sajátvektor centralitás esetén is szignifikáns különbség volt megfigyelhető.

A 2. szintű partnereknél a fok, közelség, köztiesség és sajátvektor centralitás esetén is az átlag magasabb volt a vizsgált első két évben, mint az utolsó két évben, míg a 3. szintű partnerek vizsgálata során az volt megfigyelhető, hogy a fok és köztiesség centralitás átlaga növekedő tendenciát mutatott, míg a közelség és sajátvektor centralitás esetén csökkenő trend volt látható.

4.2.3. A partnerkapcsolatokat leíró változók közötti összefüggések vizsgálata

A K-3 kutatási kérdésem fókuszában a vizsgált ellátási hálózatban lévő partnerek közötti kapcsolatok szerepelnek, hogy a vizsgálati tényezők és az áruáramlás között van-e kapcsolat, és ha igen, milyen mértékű és irányú. A kutatásom során azt elemeztem, hogy vizsgált autóiipari ellátási hálózatban az anyagárak és átfutási idők változása, illetve az anyagok státusza és típusa közül mely változók állnak kapcsolatban a szállításokkal az egyes partnerek között a kutatás középpontjában lévő időszakban.

A korreláció és Wilcoxon teszt alkalmazásánál a szignifikanciát figyelembe lehet venni az elemzések során, de mivel nem egy modellben szerepelnek, ezért az együttes hatásukat nem mutatja egyben a modell, az alacsony mérési szintű változókat a többi alacsony mérési szintű változóhoz, míg a magas mérési szintű változókat a többi magas mérési szintű változóval lehet összehasonlítani. A 15. táblázatban szemléltetem a négyéves periódus egészére nézve, hogy az egyes változók gyakoroltak-e szignifikáns hatást a partnerek közötti szállítások számára. A négy vizsgált változó esetében megjelöltem az elemzés során használt módszert, illetve a p értékeket.

Használt módszer	Változó	Vizsgált négyéves periódus
Korreláció	Anyagár változás az előző évhez képest	<0,001 *
	Átfutási idő változás az előző évhez képest	0,001 *
Wilcoxon teszt	Anyagstátusz	<0,001 *
	Anyagtípus	<0,001 *

15. táblázat: A szállítványok számát befolyásoló változók 2018 és 2021 között
Forrás: Saját szerkesztés

Kutatásom során két főbb módszert alkalmaztam a K-3 kutatási kérdés vizsgálatára. Mivel a regresszió elemzéshez nem teljesült az összes feltétel kutatásomban, ezért más megközelítés alapján vizsgáltam a kapcsolatokat. A varianciaanalízis esetén sem teljesült minden

alkalmazhatósági feltétel, ezért a Wilcoxon teszt eredményeit vettem alapul, így a magas mérési szintű változók esetén korrelációelemzést (Kendall) végeztem, míg az alacsony mérési szintű változóknál pedig Wilcoxon tesztet alkalmaztam. A 15. táblázatban jól látszik, hogy a négy változó közül minden esetben a p 0,05 érték alatti eredményt mutat, azaz az anyagárok és átfutási idők változása, illetve az anyagok státusza és típusa is olyan változók, ahol szignifikáns kapcsolat van a partnerek közötti szállítások gyakoriságát tekintve a vizsgált négyéves időszakra vonatkozóan. A 16. táblázatban szemléltetem a változók éves szintű hatását a szállításokra.

Használt módszer	Változó	2018	2019	2020	2021
Korreláció	Anyagár változás az előző évhez képest	0,135	<0,001 *	<0,001 *	<0,001 *
	Átfutási idő változás az előző évhez képest	0,992	0,249	0,625	0,029 *
Wilcoxon teszt	Anyagstátusz	0,054	0,055	0,006*	<0,001 *
	Anyagtípus	0,862	0,327	0,007 *	<0,001 *

16. táblázat: A szállítmányok számát befolyásoló változók éves szintű bontásban

Forrás: Saját szerkesztés

A 16. táblázatban több különböző output látható, az anyagárok változása esetén megfigyelhető, hogy 2018-ban még nem, de 2019-től kezdve felértékelődik a hatása a partnerek közötti szállítások gyakoriságának tekintetében, és 2020-ban és 2021-ben továbbra is szignifikáns eredményt mutat. Az átfutási idők változása egészen 2020 végéig nem magyarázza a kapcsolatok, szállítások alakulását, 2021-ben azonban szignifikáns értéket mutat már. Az anyagok státusza, hogy standard vagy nem törölhető és nem visszaküldhető, a COVID előtti években nem, míg a 2020-as és 2021-es években szignifikáns mértékben befolyásolta a szállítások gyakoriságát. Az anyagtípus esetén is a 2018-as és 2019-es években nem befolyásolta a szállításokat a partnerek között, míg a COVID alatti időszakban felértékelődött ezek hatása is.

5. Kutatási kérdések megválaszolása és diszkusszió

K-1: A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatának struktúrájában megfigyelhető-e különbség a COVID-ot megelőző két év és a COVID időszakában?

A COVID okozta kihívások és nehézségek megváltoztatták az autóiipari elektronikai piacon a vezérlőegység gyártás területén a globális ellátási hálózatokat. Az addigi hagyományos operatív tevékenységek és ellátási stratégiák újragondolása szükségessé vált. Az aktív ellátási források bővítése, a beszállítói bázis növelése, a disztribúciós, illetve bróker kapcsolatok, és egyéb külső csatornák bevonása volt megfigyelhető mind a vizsgált első szintű beszállítók, mind pedig partnereik esetében is a teljes hálózat vizsgálatának tükrében. A hálózatelemzés során szembetűnő volt, hogy megnőtt a közös kapcsolódási pontok száma a három első szintű beszállító ellátási hálózatában 2020-ra és 2021-re, és a kutatási eredmények alapján elmondható, hogy a COVID alatti években, 2020-ban és 2021-ben változás történt a vizsgált ellátási hálózat struktúrájában a 2018-as és 2019-es évekhez képest. Ezen felül az is megállapítható a kutatási eredmények alapján, hogy a COVID alatti években szorosabb kapcsolatban álltak a vizsgált ellátási hálózatban lévő partnerek, jobban egymásra voltak utalva a megváltozott piaci helyzetben, mint a 2018-as és 2019-es években.

K-2: Megfigyelhető-e időbeli változás a szereplők fontosságát, illetve központi szerepét és anyagellátási viselkedésüket tekintve a 2018-2021 időszakon belül?

Az autóiipari vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatok szereplőinek fontossága megváltozott a koronavírus hatására. A 2. szintű partnerek átlagosan hasonló számú partnerrel álltak kapcsolatban a vizsgált négy év során, kivéve 2020-ban, mikor ez kismértékben csökkent a COVID megjelenésével. Ezeknek a partnereknek az információkhoz való hozzáférhetőségük, mint az anyagiányok és szűk keresztmetszet anyagok feltérképezése, átlagosan egyre jobban csökkent, így kevésbé volt lehetséges a stratégiai tervezés és a kritikus anyagok eredményes kezelése hosszabb távra. Ezért fokozatosan csökkent a hatékonyságuk, amely alapanyagbeszerzési kihívásokhoz is vezethetett 2018-tól kezdődően. A COVID előtti években ezek a partnerek átlagosan nagyobb mértékben tudták a többi partner közötti együttműködéseket kontrollálni, saját hasznukra fordítani bizonyos eseteket, erősíteni pozíciójukat. Ez a COVID alatt megváltozott, hiszen sokkal alacsonyabb köztiesség centralitás értékeket mérhetünk. Ez magyarázhatja, hogy 2020-tól már kevésbé volt lehetőségük a kontroll érvényesítésére. 2018-ban és 2019-ben ezek a 2. szintű partnerek

átlagosan nagyobb hatalommal és presztízzsel rendelkeztek, mint a vizsgált utolsó két évben, tehát kevésbé előnyös pozícióba kerültek a COVID alatti 2020-as és 2021-es évekre.

A 3. szintű partnerek esetében átlagosan megfigyelhető, hogy 2018-tól kezdődően egyre több partnerrel álltak kapcsolatban, a COVID alatti években volt átlagosan a legtöbb kapcsolatuk, azaz a megváltozott, kihívásokkal teli piaci helyzetben szükségessé vált újabb források és partnerek bevonása az ellátási hálózatba. A 2. szintű partnerekhez hasonlóan ezek a partnerek is átlagosan egyre kevesebb információhoz jutottak az idő előrehaladtával a vizsgált periódusban. Így feltehetőleg kevésbé tudtak reagálni az egyes változásokra, ami hatékonyság csökkenéshez vezethetett, és ezzel párhuzamosan egyre több kihívás adódhatott az anyagbeszerzés területén. Bár ezek a 3. szintű partnerek, mint például egyes disztribútor és bróker vállalatok, átlagosan ki tudták használni a COVID miatti piaci helyzetet, lehetőségük nyílt a saját hasznukra fordítani a körülményeket, és erősíteni tudták pozíciójukat, de még így sem sikerült befolyásukat és hatalmukat növelni a COVID alatt, mert több piaci szereplővel kellett versenyezniük, amit a 14. táblázatban lévő átlagos fok centralitás növekedés mutat.

K-3: A kutatás középpontjában álló ellátási hálózatok beszállítói kapcsolatainak alakulásában, mely vizsgált bizonytalansági tényezők játszanak szerepet?

A vizsgált autóiipari ellátási hálózatokban lévő kapcsolatokat és anyagáramlást több bizonytalansági tényező is befolyásolta. 2018-ban és 2019-ben az anyagok esetleges kritikussága és szűk keresztmetszet státusza nem befolyásolták a vizsgált ellátási hálózatban lévő partnerek közötti anyagáramlást, sokkal tervezhetőbb volt az anyaggazdálkodás az autóiipari vezérlőegység gyártás területén, illetve az átfutási időktől és az anyagok típusától függetlenül rugalmasan és hatékonyan tudtak reagálni a beszállítók az igényváltozásokra. 2019-től kezdődően a dráguló komponensek miatt, amelyek már befolyásolták az anyagáramlást, egyes alternatív források bevonásával biztosítani lehetett az anyagszükségletet a költséghatékonyabb anyagtervezés elérése céljából. 2020-tól felértékelődött a kritikus anyagok beszerzésének biztosítása, fontossá vált az anyagok státusza az egyes nehézségek esetén, illetve továbbra is meghatározó jelentőségű volt az anyagok ára, ezért ezekkel kapcsolatosan különböző kihívásokkal kellett szembenéznie a vizsgált ellátási hálózat szereplőinek ebben a megváltozott piaci helyzetben. 2021-től pedig az eddigieken felül a nehéz anyagbeszerzés miatt az átfutási idők is meghatározó szerepet kaptak a kapcsolatok alakulásában, ahol az időben kihelyezett megrendelések is kiemelten fontossá váltak a globális allokációs elektronikai piaci helyzetben, hogy a megfelelő ütemezésben

rendelkezésre álljanak az alapanyagok a gyártáshoz. Feltehetőleg a COVID megjelenése a hatások dinamikáját is érintette.

- **H-1:** A vizsgált autóiipari első szintű beszállítók, elektronikai területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatokban, strukturális különbség volt megfigyelhető a vizsgált négyéves periódus alatt.

A hipotézis elfogadható, mivel a strukturális redukálhatóság eredménye után kettő klaszter alakult ki, a 2018-as és 2019-es, illetve a 2020-as és 2021-es évek rétegeiből.

- **H-2:** A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatában, további anyagellátási források bevonása, mint például disztribútor, bróker cégek, illetve a beszállítói hálózat bővítése szükségessé vált, bár a további anyagellátási források hatalmi pozíciója nem erősödött; ugyanakkor a vizsgálat szerinti harmadik szintű partnerek, a kutatott ellátási hálózatban betöltött szerepének felértékelődése volt megfigyelhető a COVID alatti időszakban.

A hipotézis elfogadható, mert a 3. szintű partnerek esetében átlagosan nőtt a COVID alatti évekre a partnerkapcsolatok, beszerzési források száma, és bár a 3. szintű partnerek befolyása átlagosan csökkent a 2020-ban és 2021-ben, de például a disztribútor és bróker vállalatok ki tudták használni a megváltozott piaci helyzetet, meg tudták erősíteni piaci pozíciójukat, és a nagyobb kapcsolati hálózatuk miatt a jelentőségük felértékelődött.

- **H-3:** A kutatás során vizsgált, négy változó közül, az átfutási idők változása határozza meg szignifikánsan, a beszállítói kapcsolatok alakulását a COVID időszak alatt, 2020-ban és 2021-ben, a többi vizsgált változónak nincsen szignifikáns szerepe.

A hipotézis nem fogadható el, mert egyrészt a többi változó is, úgymint az anyagárak változása, az anyagok státusza és típusa is szignifikáns összefüggést mutat a teljes időtávra vetítve, amit a 15. táblázat szemléltet. Másrészt az átfutási idők változása bár összességében szignifikánsan befolyásolja a szállításokat, de külön évenként nézve 2018-ban, 2019-ben és 2020-ban nem volt szignifikáns szerepe, ami a 16. táblázatban látszik.

Összegzett következtetések

Új és újszerű tudományos eredmények

Doktori dolgozatom célja az volt, hogy azonosítsam és elemezzem a legnagyobb európai székhellyel rendelkező autóiipari első szintű beszállítók ellátási hálózatát az elektronikai vezérlőegység gyártás területén egyes bizonytalansági tényezők tükrében.

Az általam végzett irodalomkutatás során elmondható, hogy komplex hálózatelemzéssel kiegészített autóiipari elektronikai kutatás nem került még lefolytatásra a COVID tükrében, amely az általam vizsgált fontos bizonytalansági tényezőket helyezi a középpontba.

A kutatásommal kapcsolatos elméleti rész bemutatása után kifejtettem a kutatás tervét, az adatgyűjtési és adattisztítási folyamatot, illetve az alkalmazott kvalitatív és kvantitatív módszereket. A módszerek bemutatása után a kutatás lefolytatása következett, aminek eredményeképpen a strukturális redukálhatóság, közösség detekció, centralitás metrikák és korrelációs módszerek által kapott következtetéseket részleteztem. A doktori disszertációm eredményeként az alábbi téziseket fogalmaztam meg:

- **T-1:** A vizsgált autóiipari első szintű beszállítók, elektronikai területén, a vezérlőegység gyártással kapcsolatos ellátási hálózatokban, strukturális különbség volt megfigyelhető a vizsgált négyéves periódus alatt. (Kapcsolódó tudományos közlemények sorszáma: 1, 5, 6, 8, 9, 10)

A kutatási eredményeim alapján igazoltam, hogy az autóiipari elektronikai vezérlőegység gyártás területén megváltozott a vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatának struktúrája a 2018-as és 2019-es, illetve a 2020-as és 2021-es évek között. Ennek következtében fontosabbá vált a kapcsolatok elmélyítése, a közös problémamegoldás, illetve stratégiai szövetségek létrehozása a hatékonyabb közös együttműködés céljából. A strukturális változások időben történő felismerése és menedzselése előnyt adhat az egyes vállalatoknak a különböző stratégiai döntések támogatásában.

- **T-2:** A vizsgált első szintű beszállítók ellátási hálózatában, további anyagellátási források bevonása, mint például disztribútor, bróker cégek, illetve a beszállítói hálózat bővítése szükségessé vált, bár a további anyagellátási források hatalmi pozíciója nem erősödött; ugyanakkor a vizsgálat szerinti harmadik szintű partnerek, a kutatott ellátási hálózatban betöltött szerepének felértékelődése volt megfigyelhető a COVID alatti időszakban. (Kapcsolódó tudományos közlemények sorszáma: 2, 3, 11)

Az elemzéseim alapján bebizonyítottam, hogy azon felül, hogy hangsúlyos lett a beszállítói bázis fejlesztése és növelése, illetve újabb források bevonása az ellátási láncokba a megfelelő anyagellátás biztosítása érdekében a vizsgált területen, egyes vizsgált partnerekkel kapcsolatban olyan változások is történtek a vizsgált periódus alatt, melyek meglepő eredményt mutattak. Amellett, hogy átlagosan a vizsgált partnerek egyre kisebb hatékonysággal tudták kezelni a különböző anyaggazdálkodási kihívásokat és befolyásuk is fokozatosan csökkent az idő előrehaladtával, a 2. szintű partnerek kevésbé tudták kihasználni a lehetőségeket, míg annak ellenére is, hogy a 3. szintű partnerek opportunista stratégiával meg tudták erősíteni piaci pozíciójukat és jelentőségük felértékelődött, de még így sem sikerült a hatalmukat és befolyásukat növelni a vizsgált ellátási hálózatban. Ez a vizsgálati eredmény más aspektusba helyezi például a bróker és disztribútor vállalatokat, mert a jelentőségük felértékelődésével párhuzamosan ezeknek a partnereknek a hatalmi pozíciójuk erősödése volt várható, mely nem következett be az elemzések eredményei alapján. Ezen felül pedig elmondható, hogy a kulcsfontosságú partnerekkel való szoros együttműködés fenntartása, még ha az potenciálisan költségesebb is, olyan stratégiai előnyöket biztosíthat, amelyek csökkenthetik a szűk keresztmetszet anyagok ellátásának kockázatait.

- **H-3:** A kutatás során vizsgált, négy változó közül, az átfutási idők változása határozza meg szignifikánsan, a beszállítói kapcsolatok alakulását a COVID időszak alatt, 2020-ban és 2021-ben, a többi vizsgált változónak nincsen szignifikáns szerepe. (Kapcsolódó tudományos közlemények sorszáma: 4, 7)

Kutatásom során a H-3 hipotézis nem került igazolásra, ezért nem lehet tézisként közölni. Doktori dolgozatomban igazoltam, hogy a beszállítói kapcsolatok alakulását az átfutási idők és anyagárak változásán kívül az anyagok státusza és típusa is befolyásolta a vizsgált autóiipari elektronikai vezérlőegység gyártás területén 2018 és 2021 között a teljes időtávra vetítve. Ezek a vizsgált változók különböző mértékben érzékenyek az egyes változásokra ezen a területen, ezért egy sokk hatására, mint a COVID, ezek a változók nagymértékben befolyásolhatják az anyagellátottságot, ezért ezek figyelembevételével és monitorozásával előnyös anyaggazdálkodási stratégiák alakíthatók ki.

Ajánlások

A doktori disszertációm több módon járul hozzá a tudományos, szakmai és vállalati területen egyaránt, az ellátási láncok működésének megértéséhez, agilis működtetéséhez és az ellátási láncok sebezhetőségének mérsékléséhez, így támogatja és kiegészíti a meglévő korábbi kutatási eredményeket is. A doktori dolgozatom során végzett irodalomkutatás eredményeként szembetűnő volt, hogy az autóiipari ellátási hálózatok (többrétegű, temporális) elemzése komplex hálózatelemzési módszerekkel, mint a strukturális redukálhatóság hiánypótló, a disszertációm kiinduló alapja lehet kutatók számára további ellátási láncokkal, hálózatokkal kapcsolatos kutatásoknak, ahol a középpontban az ellátási hálózatok változásainak, dinamikáinak modellezése áll.

Doktori disszertációm azért értékes vállalati vezetők számára, mert felhívja a figyelmet nem csak arra, hogy kiemelten kell foglalkozni a meglévő beszállítói bázis fejlesztésével és növelésével, illetve a kapcsolatok elmélyítésével, stratégiai szövetségek létrehozásával, hanem arra is, hogy az egyes kritikus változókra is nagyobb hangsúlyt kell fektetni, mint az anyagárak és átfutási idők változására, illetve az anyagok státuszára és kritikusságára. Ennek az az oka, hogy egy sokk esetében ezek befolyásolhatják szignifikáns mértékben az anyagellátottságot, ezért az anyaggazdálkodási stratégiát ezek tükrében kell alakítani.

Az átfutási időkre és azok változásaira azért kell több hangsúlyt fektetni a vállalati vezetőknek, mert egy projekt kezdetét nagymértékben befolyásolhatják a magas átfutási idővel rendelkező alapanyagok, akár mintagyártás, akár szériagyártás tekintetében. Ezen felül pedig a megfelelő ellátás biztosítása érdekében a hosszú időtávra előre kihelyezett és visszaigazolt megrendelések elengedhetetlenek az operáció folyamatos, tervezhető és hatékony támogatásához anyagellátási szempontból.

Az anyagárak, és azok változásai jelentősen befolyásolhatják egy adott vevői projekt megnyerését, vagy egy már meglévő projekt sikerességét, ezért is kell nagyobb hangsúlyt fektetni rá, és a beszállítói és vevői ártárgyalások céljait ennek tükrében kell kialakítani. Ezen felül pedig a komponensek beszerzése során várható nyereséget, az árstruktúrába úgy érdemes beépíteni, és olyan ellátási forrásokat javasolt használni, hogy maximalizálni lehessen az ebből származó nyereséget.

A stratégiai, szűk keresztmetszetű anyagok azonosítására, és kiemelt menedzselésére is ráirányítja a dolgozat a figyelmet. Ezen anyagok ellátásának biztosítása és ezeknek a beszállítóival történő szoros együttműködése, valamint közös problémamegoldása

kulcsfontosságú lehet a hosszútávú és költséghatékony anyaggazdálkodási stratégia kialakításához. Az anyagellátottságban az átláthatóság és kötelezettségvállalás kulcsfontosságú szerepet kap, így az ellátási lánc szerepe megkérdőjelezhetetlen.

A dolgozat ugyancsak felhívja a figyelmet a vállalati vezetők számára, szorosan kapcsolódva az előző pontokhoz, hogy az anyagok státusza, kiemelve a nem törölhető és nem visszaküldhetőket esetét, hogy milyen hosszútávú kihívásokat és nehézségeket okozhatnak, főleg az elfekvő, immobilia, és az ezekből emberi döntés alapján keletkező felesleges készletekkel kapcsolatos felelősségek tekintetében. A felelősségvállalás akár beszállítói vagy vevői oldalról sok esetben egy kényes kérdés még, annak ellenére is, hogy ezek a pontok többségben rögzítésre kerülnek a partnerek közötti szerződésekben. A vállalati vezetők számára fontos üzenet lehet az ezekkel kapcsolatos felelősség egyértelmű, átlátható és világos kommunikációja a többi érintett partner felé.

Kutatásom során ennek a négy változónak a vizsgálata rávilágított arra, hogy egy olyan sokk alatt, mint a COVID, nagymértékben tudnak módosulni ezek a tényezők, amikre időben fel kell készülni. A kutatásomban kapott eredmények megmutatták, hogy ezekben az esetekben vannak olyan tényezők, amelyek kevésbé vagy nagyobb mértékben érzékenyek a változásokra az autópári elektronikai vezérlőgyártás területén. Azt is fontos kiemelni, hogy nem elég csak külön egy-egy tényezővel foglalkozni, hanem minden tényezőt figyelembe kell venni a versenyképesség megtartása, beszállítói bázis növelése és fejlesztése, ellátási lánc stratégiák kialakítása, illetve a költségek minimalizálása céljából. A változások időben történő felismerése, menedzselése, az ezzel kapcsolatos döntések támogatása kulcsfontosságú az ellátási láncok területén, a kutatásom eredményeként különböző időtávokat vizsgálva lehetőség nyílik a releváns ellátási hálózatok strukturális változásainak felismerésére, illetve a további stratégiai irányok kialakítására, és különböző stratégiai szintű döntéshozatal támogatására.

Jövőbeli lehetséges kutatási irányok

A doktori dolgozatomban vizsgált téma számos további kutatási iránynak ad lehetőséget. Az egyik irány, amivel tervezem folytatni a kutatásomat a jövőben, az az ellátási hálózatokhoz kapcsolódó él predikciós módszerek segítségével történő előrejelzések készítése, és azok elemzése, amely adott vizsgált hálózatban, vagy hálózatokban lévő partnerek közötti jövőbeli kapcsolatok alakulását, illetve összefüggések felismerését, megértését teszi lehetővé.

Ez az irány jól ki tudja egészíteni a jelenlegi kutatást, mert a historikus adatok elemzése mellett a vizsgált autóiipari elektronikai ellátási hálózatban lévő partnerek közötti jövőbeli kapcsolatok alakulása számos olyan információt hordozhat, melyek alapján potenciálisan értékes és a gyakorlati élet számára is hasznos eredményeket lehet megállapítani. A vizsgált területen a jelenlegi piaci környezetben rendkívül fontos az előrejelzések szimulációja, megérteni, elemezni és átláthatóan kommunikálni a lehetséges kimeneteleket a különböző partnerekkel, illetve a döntések támogatása végett.

Ez kiemelten fontos lehet nem csak az autóiipari elektronika területén, hanem más iparág ellátási hálózataiban is egyaránt. Ennek a kutatási iránynak azonban egyik limitációja a minőségi és strukturált adatok hozzáférhetősége, amelyek elengedhetetlenek a kutatás kiterjesztéséhez.

Irodalomjegyzék

- [1] DELIC M., EYERS D. (2020): The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry, *International Journal of Production Economics*, Volume 228, p.107689., pp 1-7
- [2] GRIDA M., MOHAMED R., ZAIED A. (2020): Evaluate the impact of COVID-19 prevention policies on supply chain aspects under uncertainty, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume 8, p.100240., pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100240>
- [3] MASLARIC M., BACKALIC T., NIKOLICIC S., MIRCETIC D. (2013): Assessing the trade-off between lean and resilience through supply chain risk management, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(4), pp 229-236
- [4] ASL-NAJAFI J., YAGHOUBI S., ZAND F. (2021):. Dual-channel supply chain coordination considering targeted capacity allocation under uncertainty, *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 187, pp 566-572, <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2021.03.019>
- [5] FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106
- [6] FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106
- [7] TOLOO M., ERTAY T. (2014): The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach, *Measurement*, Volume 52, pp 135-142
- [8] BIRKEL H., MÜLLER J. M. (2021): Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability - A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 289, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125612>
- [9] BURGGRÄF P., DANNAPFEL M., ADLON T., KAHMANN H., SCHUKAT E., KEENS, J. (2020): Capability-based assembly design: An approach for planning an agile assembly system in automotive industry, *Procedia CIRP*, Volume 93, pp 1206-1211
- [10] FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106
- [11] LÈBRE, É, KUNG, A., SAVINOVA, E., VALENTA, R. K. (2023): Mining on land or in the deep sea? Overlooked considerations of a reshuffling in the supply source mix, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 191, 106898, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106898>
- [12] ESMAEILI-NAJAFABADI E., AZAD N., SABER FALLAH NEZHAD M. (2021): Risk-averse supplier selection and order allocation in the centralized supply chains under disruption risks, *Expert Systems with Applications*, Volume 175, p.114691., pp 1-10
- [13] CHEN, Z., LIU F. (2021): Multi-outsourcing supply chain coordination under yield and demand uncertainties, *Expert Systems with Applications*, pp 1-10 doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115177>
- [14] AL-DOORI, J. A. (2019): The Impact of Supply Chain Collaboration on Performance in Automotive Industry: Empirical Evidence, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 12, No. 2, pp 241-253, <https://doi.org/10.3926/jiem.2835>
- [15] BELHADI, A., KAMBLE, S., JABBOUR, C. J. C., GUNASEKARAN, A., NDUBISI, N. O., VENKATESH, M. (2021): Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 163, 120447, pp 1-19, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120447>
- [16] HOFMAN, P. S., BLOME, C., SCHLEPER, M. C., SUBRAMANIAN, N. (2020): Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 29, Issue 6, pp 2734-2754, <https://doi.org/10.1002/bse.2532>
- [17] GOVINDAN, K., MINA, H., ESMAEILI, A., GHOLAMI-ZANJANI, S. M. (2020): An Integrated Hybrid Approach for Circular supplier selection and Closed loop Supply Chain Network Design under Uncertainty, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 242, 118317, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118317>
- [18] IVANOV, D., DOLGUI, A. (2020): Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 10, pp 2904-2915, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>

- [19] RAJ, A., MUKHERJEE, A. A., JABBOUR, A. B. L. DE S., SRIVASTAVA, S. K. (2022): Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned, *Journal of Business Research*, Vol. 142, pp 1125-1139, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.037>
- [20] SANTHARM, B. A., RAMANATHAN, U. (2022): Supply chain transparency for sustainability - an intervention-based research approach, *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN: 0144-3577, Vol. 42, No. 7, pp. 995-1021, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2021-0684>
- [21] YUSOOF, MYM, MOHAMED, NMZN, MUSTAPAH, MM, NELFIYANTI (2022): The effect of the supply chain in the quick response manufacturing (QRM) environment in the automotive industry, *Procedia Computer Science*, Volume 207, pp 2116-2124, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.271>
- [22] GERMAIN, B. S., VALCKENAERS, P., VERSTRAETE, P., BRUSSEL, H. V. (2004): Resource Coordination in Supply Networks, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Volume 2, pp 1972-1976, DOI:10.1109/ICSMC.2004.1399982
- [23] GONÇALVES, J. N. C., CORTEZ, P., CARVALHO, M. S., FRAZÃO, N. M. (2021): A multivariate approach for multi-step demand forecasting in assembly industries: Empirical evidence from an automotive supply chain, *Decision Support Systems*, Volume 142, 113452, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113452>
- [24] HOFMAN, P. S., BLOME, C., SCHLEPER, M. C., SUBRAMANIAN, N. (2020): Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 29, Issue 6, pp 2734-2754, <https://doi.org/10.1002/bse.2532>
- [25] IVANOV, D., DOLGUI, A. (2020): Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 10, pp 2904-2915, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
- [26] RAJ, A., MUKHERJEE, A. A., JABBOUR, A. B. L. DE S., SRIVASTAVA, S. K. (2022): Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned, *Journal of Business Research*, Vol. 142, pp 1125-1139, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.037>
- [27] CAI, M., LUO, J. (2020): Influence of COVID-19 on Manufacturing Industry and Corresponding Countermeasures from Supply Chain Perspective, *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 25 (4), 409-416, <https://doi.org/10.1007/s12204-020-2206-z>
- [28] TORNIEVIADZI, H. M., OWUSU-ANSAH, E., MOHAMMED, H., SEIDU, R. (2022): A systematic framework for dynamic nodal vulnerability assessment of water distribution networks based on multilayer networks, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 219, 108217, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108217>
- [29] ANZOOM, R., NAGI, R., VOGIATZIS, C. (2021): A review of research in illicit supply-chain networks and new directions to thwart them, *IIE Transactions*, Vol. 54, Issue 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1080/24725854.2021.1939466>
- [30] DE JEUDE, J A VAN L., ASTE, T., CALDARELLI, G. (2019): The multilayer structure of corporate networks, *New Journal of Physics*, Vol. 21, 025002, pp 1-10, DOI 10.1088/1367-2630/ab022d
- [31] GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
- [32] LIU, M., LIU, Z., CHU, F., ZHENG, F., CHU, C. (2021): A new robust dynamic Bayesian network approach for disruption risk assessment under the supply chain ripple effect, *International Journal of Production Research*, Vol. 59, Issue 1, pp 265-285, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1841318>
- [33] MOOSAVI, J., NAENI, L. M., FATHOLLAHI-FARD, A. M., FIORE, U. (2021): Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, pp 1-15, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13094-3>
- [34] POURNADER, M., KACH, A., TALLURI, S. (2020): A Review of the Existing and Emerging Topics in the Supply Chain Risk Management Literature, *Decision Sciences* 51.4, pp 867-901, DOI:10.1111/deci.12470
- [35] SENNA, P., REIS, A., SANTOS, I. L., DIAS, A.C., COELHO, O. (2021): A systematic literature review on supply chain risk management: is healthcare management a forsaken research field?, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 28 No. 3, pp 926-950, <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2020-0266>
- [36] KRALJIC, P. (1983): Purchasing must become supply management, *Harvard Business Review*, 61 (5), pp 109-117

- [37] KÄKI, A., SALO, A., TALLURI, S. (2015): Disruptions in supply networks: A probabilistic risk assessment approach, *Journal of Business Logistics*, 2015, 36(3), pp 273-287, <https://doi.org/10.1111/jbl.12086>
- [38] THOO, A. C., HUAM, H. T., YUSOFF, R. M., RASLI, A. M., HAMID, A. B. A. (2011): Supply chain management: success factors from the Malaysian manufacturer's perspective, *African Journal of Business Management*, Vol. 5 (17), pp 7240-7247, DOI: 10.5897/AJBM10.746
- [39] CHEN, J., WANG, H., ZHONG, R. Y. (2021): A supply chain disruption recovery strategy considering product change under COVID-19, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 60, pp 920-927, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.04.004>
- [40] NUZULITA, N., DJOHAN, R. S. A., ROIQOH, S. (2020): Supply Chain Management Analysis Using the Business Process Model and Notation in the Midst of Covid-19 Pandemic, *Journal of Accounting and Strategic Finance*, Volume 3, No. 2, pp 185-195, DOI: <https://doi.org/10.33005/jasf.v3i2.144>
- [41] MOOSAVI, J., FATHOLLAHI-FARD, A. M., DULEBENETS, M. A. (2022): Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 75, 102983, pp 1-19, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102983>
- [42] SZMELTER-JAROSZ, A., GHAREMANI-NAHR, J., NOZARI, H. (2021): A Neutrosophic Fuzzy Optimisation Model for Optimal Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network during COVID-19, *Journal of Risk and Financial Management*, 14(11), 519, pp 1-22, <https://doi.org/10.3390/jrfm14110519>
- [43] XU, Z., ELOMRI, A., KERBACHE, L., OMRI, A. E. (2020): Impacts of COVID-19 on Global Supply Chains: Facts and Perspectives, *IEEE Engineering Management Review*, Volume 48, Issue 3, pp 153-157, DOI: 10.1109/EMR.2020.3018420
- [44] HUA, G., WANG, S., CHENG, T. C. E. (2010): Price and lead time decisions in dual-channel supply chains, *European Journal of Operational Research*, Vol. 205, Issue 1, pp 113-126, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.12.012>
- [45] GEORGIADIS, G. P., GEORGIADIS, M. C. (2021): Optimal planning of the COVID-19 vaccine supply chain, *Vaccine*, Vol. 39, Issue 37, pp 5302-5312, <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.07.068>
- [46] HOSSEINI, S., IVANOV, D. (2021): A multi-layer Bayesian network method for supply chain disruption modelling in the wake of the COVID-19 pandemic, *International Journal of Production Research*, Vol. 60, No. 17, pp 5258-5276, <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1953180>
- [47] JAENICHEN, F.-M., LIEPOLD, C. J., ISMAIL, A., MARTENS, C. J., DÖRRSAM, V., EHM, H., (2021): Simulating and Evaluating Supply Chain Disruptions Along an End-to-end Semiconductor Automotive Supply Chain, *Proceedings of the 2021 Winter Simulation Conference*, pp 1-12
- [48] YUSOOF, MYM, MOHAMED, NMZN, MUSTAPAH, MM, NELFIYANTI (2022): The effect of the supply chain in the quick response manufacturing (QRM) environment in the automotive industry, *Procedia Computer Science*, Volume 207, pp 2116-2124, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.271>
- [49] SARKAR, B., DEY, B.K., SARKAR, M., ALARJANI, A. (2021): A Sustainable Online-to-Offline (O2O) Retailing Strategy for a Supply Chain Management under Controllable Lead Time and Variable Demand, *Sustainability*, 13, 1756., pp 1-25, <https://doi.org/10.3390/su13041756>
- [50] THARANI, S., UTHAYAKUMAR, R. (2020): A novel approach to safety stock management in an integrated supply chain with controllable lead time and ordering cost reduction using present value, *RAIRO-Operations Research* 54.5, pp 1327-1337, DOI:10.1051/ro/2019051
- [51] GONÇALVES, J. N. C., CORTEZ, P., CARVALHO, M. S., FRAZÃO, N. M. (2021): A multivariate approach for multi-step demand forecasting in assembly industries: Empirical evidence from an automotive supply chain, *Decision Support Systems*, Volume 142, 113452, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113452>
- [52] HOFMAN, P. S., BLOME, C., SCHLEPER, M. C., SUBRAMANIAN, N. (2020): Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 29, Issue 6, pp 2734-2754, <https://doi.org/10.1002/bse.2532>
- [53] IVANOV, D., DOLGUI, A. (2020): Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 10, pp 2904-2915, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
- [54] RAJ, A., MUKHERJEE, A. A., JABBOUR, A. B. L. DE S., SRIVASTAVA, S. K. (2022): Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned, *Journal of Business Research*, Vol. 142, pp 1125-1139, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.037>
- [55] CAI, M., LUO, J. (2020): Influence of COVID-19 on Manufacturing Industry and Corresponding Countermeasures from Supply Chain Perspective, *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 25(4), 409-416, <https://doi.org/10.1007/s12204-020-2206-z>

- [56] TORNYEVIADZI, H. M., OWUSU-ANSAH, E., MOHAMMED, H., SEIDU, R. (2022): A systematic framework for dynamic nodal vulnerability assessment of water distribution networks based on multilayer networks, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 219, 108217, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108217>
- [57] ANZOOM, R., NAGI, R., VOGIATZIS, C. (2021): A review of research in illicit supply-chain networks and new directions to thwart them, *IIEE Transactions*, Vol. 54, Issue 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1080/24725854.2021.1939466>
- [58] DE JEUDE, J A VAN L., ASTE, T., CALDARELLI, G. (2019): The multilayer structure of corporate networks, *New Journal of Physics*, Vol. 21, 025002, pp 1-10, DOI 10.1088/1367-2630/ab022d
- [59] GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
- [60] DUNN, J. (2021): COVID-19 and Supply Chains: A Year of Evolving Disruption, Federal Reserve Bank of Cleveland, Cleveland Fed District Data Brief, ISSN 2691-9710, pp 1-9, <https://doi.org/10.26509/frbc-ddb-20210226>
- [61] ÖZCEYLAN, E., DEMIREL, N., ÇETINKAYAA, C., DEMIREL, E. (2017): A closed-loop supply chain network design for automotive industry in Turkey, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 113, pp 727-745, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.12.022>
- [62] IVANOV, D., DOLGUI, A. (2020): Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 10, pp 2904-2915, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
- [63] SANTHARM, B. A., RAMANATHAN, U. (2022): Supply chain transparency for sustainability - an intervention-based research approach, *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN: 0144-3577, Vol. 42, No. 7, pp. 995-1021, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2021-0684>
- [64] AZIZ, A., KOSASIH, E. E., GRIFFITHS, R.-R., BRINTRUP A. (2021): Data Considerations in Graph Representation Learning for Supply Chain Networks, *arXiv:2107.10609*, ICML 2021 Workshop on Machine Learning for Data, pp 1-8, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10609>
- [65] LIU, S., LEAT, M., MOIZER, J., MEGICKS, P., KASTURIRATNE, D. (2013): A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management, *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 7, pp 2123-2137, <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.709646>
- [66] DENNYSON W, B., JOTHIKUMAR, C. (2022): A REVIEW ON CONTROLLER AREA NETWORK AND ELECTRONIC CONTROL UNIT IN AUTOMOTIVE ENVIRONMENT, *Journal of Positive School Psychology*, Vol. 6 No. 4, pp 269-275
- [67] AZADEGAN, A., DOOLEY, K. (2021): A Typology of Supply Network Resilience Strategies: Complex Collaborations in a Complex World, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 57, Issue 1, pp 17-26, <https://doi.org/10.1111/jscm.12256>
- [68] GONÇALVES, J. N. C., CORTEZ, P., CARVALHO, M. S., FRAZÃO, N. M. (2021): A multivariate approach for multi-step demand forecasting in assembly industries: Empirical evidence from an automotive supply chain, *Decision Support Systems*, Volume 142, 113452, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113452>
- [69] HU, X., WANG, C., ZHU, X., YAO, C., GHADIMI, P. (2021): Trade structure and risk transmission in the international automotive Li-ion batteries trade, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 170, 105591, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105591>
- [70] CAI, M., LUO, J. (2020): Influence of COVID-19 on Manufacturing Industry and Corresponding Countermeasures from Supply Chain Perspective, *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 25(4), 409-416, <https://doi.org/10.1007/s12204-020-2206-z>
- [71] REDDY, K. R. K., GUNASEKARAN, A., KALPANA, P., SREEDHARAN, V. R. (2021): Developing a blockchain framework for the automotive supply chain: A systematic review, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 157, 107334, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107334>
- [72] ANZOOM, R., NAGI, R., VOGIATZIS, C. (2021): A review of research in illicit supply-chain networks and new directions to thwart them, *IIEE Transactions*, Vol. 54, Issue 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1080/24725854.2021.1939466>
- [73] GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
- [74] STANLEY, N., SHAI, S., TAYLOR, D., MUCHA, P. J. (2016): Clustering network layers with the strata multilayer stochastic block model, *IEEE Trans Netw Sci Eng*, 3(2), pp 95-105, doi: 10.1109/TNSE.2016.2537545

- [75] YÜ, J.-Z., WU, M., BICHLER, G., AROS-VERA, F., GAO, J. (2023): Reconstructing Sparse Multiplex Networks with Application to Covert Networks, *Entropy* 2023, 25(1), 142, pp 1-18, <https://doi.org/10.3390/e25010142>
- [76] CAMILLERI, E., MIAH, S. J. (2021): Evaluating latent content within unstructured text: an analytical methodology based on a temporal network of associated topics, *Journal of Big Data*, 8, pp 1-37, <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00511-0>
- [77] CUI, L., KUMARA, S., ALBERT, R. (2010): Complex Networks: An Engineering View, *IEEE Circuits and Systems Magazine*, Vol. 10, Issue 3, pp 10-25, DOI: 10.1109/MCAS.2010.937883
- [78] FUNKE, T., BECKER, T. (2020): Complex networks of material flow in manufacturing and logistics: Modeling, analysis, and prediction using stochastic block models, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 56, pp 296-311, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.015>
- [79] LEIJTEN, F., REIS, T. N. P. DOS, SIM, S., VERBURG, P. H., MEYFROIDT, P. (2022): The influence of company sourcing patterns on the adoption and effectiveness of zero-deforestation commitments in Brazil's soy supply chain, *Environmental Science & Policy*, Vol. 128, pp 208-215, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.032>
- [80] MURATA, T. (2021): COVID-19 and Networks, *New Generation Computing*, 39, pp 469-481, <https://doi.org/10.1007/s00354-021-00134-2>
- [81] TAGHIZADEH, E., VENKATACHALAM, S., CHINNAM, R. B. (2021): Impact of deep-tier visibility on effective resilience assessment of supply networks, *International Journal of Production Economics*, Volume 241, 108254, pp 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108254>
- [82] LAVASSANI, K. M., MOVAHEDI, B. (2021): Firm-Level Analysis of Global Supply Chain Network: Role of Centrality on Firm's Performance, *International Journal of Global Business and Competitiveness*, 16, pp 86-103, <https://doi.org/10.1007/s42943-021-00026-8>
- [83] POTTER, A., WILHELM, M. (2020): Exploring supplier-supplier innovations within the Toyota supply network: A supply network perspective, *Journal of Operations Management*, Vol. 66, Issue 7-8, pp 797-819, <https://doi.org/10.1002/joom.1124>
- [84] WU, J., BIRGE, J. R. (2014): Supply Chain Network Structure and Firm Returns, SSRN, pp 1-48, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2385217>
- [85] GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
- [86] PARK, H., BELLAMY, M. A., BASOLE, R. C. (2018): Structural anatomy and evolution of supply chain alliance networks: A multi-method approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 63, pp 79-96, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.09.001>
- [87] ZOU, L., ZHAN, X.-X., SUN, J., HANJALIC, A., WANG, H. (2022): Temporal Network Prediction and Interpretation, *IEEE TRANSACTIONS ON NETWORK SCIENCE AND ENGINEERING*, VOL. 9, NO. 3, pp 1215-1224, DOI: 10.1109/TNSE.2021.3138643
- [88] SUBRAMANI, N., EASWARAMOORTHY, S. V., MOHAN, P., SUBRAMANIAN, M., SAMBATH, V. (2023): A Gradient Boosted Decision Tree-Based Influencer Prediction in Social Network Analysis, *Big Data Cogn. Comput.*, 7(1), 6, pp 1-18, <https://doi.org/10.3390/bdcc7010006>
- [89] CAMILLERI, E., MIAH, S. J. (2021): Evaluating latent content within unstructured text: an analytical methodology based on a temporal network of associated topics, *Journal of Big Data*, 8, pp 1-37, <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00511-0>
- [90] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [91] DE JEUDE, J A VAN L., ASTE, T., CALDARELLI, G. (2019): The multilayer structure of corporate networks, *New Journal of Physics*, Vol. 21, 025002, pp 1-10, DOI 10.1088/1367-2630/ab022d
- [92] TORNYEVIADZI, H. M., OWUSU-ANSAH, E., MOHAMMED, H., SEIDU, R. (2022): A systematic framework for dynamic nodal vulnerability assessment of water distribution networks based on multilayer networks, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 219, 108217, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108217>
- [93] GHAVASIEH, A., DE DOMENICO, M. (2020): Enhancing transport properties in interconnected systems without altering their structure, *PHYSICAL REVIEW RESEARCH* 2, 013155, pp 1-18, <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013155>
- [94] GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
- [95] TORNYEVIADZI, H. M., OWUSU-ANSAH, E., MOHAMMED, H., SEIDU, R. (2022): A systematic framework for dynamic nodal vulnerability assessment of water distribution networks based on

- multilayer networks, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 219, 108217, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108217>
- [96] CUI, L., KUMARA, S., ALBERT, R. (2010): *Complex Networks: An Engineering View*, *IEEE Circuits and Systems Magazine*, Vol. 10, Issue 3, pp 10-25, DOI: 10.1109/MCAS.2010.937883
- [97] DE JEUDE, J A VAN L., ASTE, T., CALDARELLI, G. (2019): The multilayer structure of corporate networks, *New Journal of Physics*, Vol. 21, 025002, pp 1-10, DOI 10.1088/1367-2630/ab022d
- [98] HU, X., WANG, C., ZHU, X., YAO, C., GHADIMI, P. (2021): Trade structure and risk transmission in the international automotive Li-ion batteries trade, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 170, 105591, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105591>
- [99] CAMILLERI, E., MIAH, S. J. (2021): Evaluating latent content within unstructured text: an analytical methodology based on a temporal network of associated topics, *Journal of Big Data*, 8, pp 1-37, <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00511-0>
- [100] WU, J., BIRGE, J. R. (2014): *Supply Chain Network Structure and Firm Returns*, SSRN, pp 1-48, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2385217>
- [101] PARK, H., BELLAMY, M. A., BASOLE, R. C. (2018): Structural anatomy and evolution of supply chain alliance networks: A multi-method approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 63, pp 79-96, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.09.001>
- [102] TAGHIZADEH, E., VENKATACHALAM, S., CHINNAM, R. B. (2021): Impact of deep-tier visibility on effective resilience assessment of supply networks, *International Journal of Production Economics*, Volume 241, 108254, pp 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108254>
- [103] POTTER, A., WILHELM, M. (2020): Exploring supplier-supplier innovations within the Toyota supply network: A supply network perspective, *Journal of Operations Management*, Vol. 66, Issue 7-8, pp 797-819, <https://doi.org/10.1002/joom.1124>
- [104] ANZOOM, R., NAGI, R., VOGIATZIS, C. (2021): A review of research in illicit supply-chain networks and new directions to thwart them, *IIE Transactions*, Vol. 54, Issue 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1080/24725854.2021.1939466>
- [105] MURATA, T. (2021): COVID-19 and Networks, *New Generation Computing*, 39, pp 469-481, <https://doi.org/10.1007/s00354-021-00134-2>
- [106] LAVASSANI, K. M., MOVAHEDI, B. (2021): Firm-Level Analysis of Global Supply Chain Network: Role of Centrality on Firm's Performance, *International Journal of Global Business and Competitiveness*, 16, pp 86-103, <https://doi.org/10.1007/s42943-021-00026-8>
- [107] COVELLO, V. T., MUMPOWER, J. (1985): Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective, *Risk analysis* 5(2), pp 103-120, 0272-4332/S5/0600-0103\$04 50/1 01985
- [108] GIFFORD, S. (2003): Risk and Uncertainty, In: Acs, Z.J., Audretsch, D.B. (eds) *Handbook of Entrepreneurship Research*, International Handbook Series on Entrepreneurship, Vol 1. Springer, Boston, MA, pp 303-318, https://doi.org/10.1007/0-387-24519-7_3
- [109] FOLTA, T. B. (2007): Uncertainty rules the day, *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1-2), pp 97-99, DOI:10.1002/sej.7
- [110] FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106
- [111] TOLOO M., ERTAY T. (2014): The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach, *Measurement*, Volume 52, pp 135-142
- [112] SZUN-CE (2006): *A háború művészete*, Cartaphilus kiadó, ISBN 963-744-854-3, pp 36-63
- [113] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [114] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [115] MEIDUTE, I. (2005): Comparative analysis of the definitions of logistics centres, *Transport*, 20:3, pp 106-110, DOI: 10.1080/16484142.2005.9638005
- [116] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [117] KOVACS, GY., KOT, S. (2016): New logistics and production trends as the effect of global economy changes, *Polish Journal of Management Studies*, Vol 14., No. 2, pp 115-126, DOI:10.17512/pjms.2016.14.2.11
- [118] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [119] PROKOPENKO, O., DIKIY, A., BUTENKO, N., NAUMENKO, M., DEDILOVA, T., MIROSHNYK, R. (2020): Business process optimization based on logistics concepts and technologies,

- International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET), Vol. 11, No. 6, pp 184-196, DOI: 10.34218/IJARET.11.6.2020.017
- [120] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [121] ZHANG, M., CHEN, J., CHANG, S.-H. (2020): An adaptive simulation analysis of reliability model for the system of supply chain based on partial differential equations, *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 59, Issue 4, pp 2401-2407, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.03.002>
- [122] TÁTRAI, T., VÖRÖSMARTY, GY. (2020): Beszerzés koronavírus idején. *Közbeszerzési Értesítő Plusz*, 2(4), pp 32-34
- [123] GHIYASINASAB, M., LEHOUX, N., MÉNARD S., CLOUTIER, C. (2020): Production planning and project scheduling for engineer-to-order systems- case study for engineered wood production, *International Journal of Production Research*, Vol. 59, Issue 4, pp 1-20 DOI: 10.1080/00207543.2020.1717009
- [124] PONTE, B., DOMINGUEZ, R., CANNELLA, S., FRAMINAN, J. M. (2022): The implications of batching in the bullwhip effect and customer service of closed-loop supply chains, *International Journal of Production Economics*, Volume 244, 108379, pp 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108379>
- [125] NUZULITA, N., DJOHAN, R. S. A., ROIQOH, S. (2020): Supply Chain Management Analysis Using the Business Process Model and Notation in the Midst of Covid-19 Pandemic, *Journal of Accounting and Strategic Finance*, Volume 3, No. 2, pp 185-195, DOI: <https://doi.org/10.33005/jasf.v3i2.144>
- [126] WILLIAMS, L. R., ESPER, T. L., OZMENT, J. (2002): The electronic supply chain: Its impact on the current and future structure of strategic alliances, partnerships and logistics leadership, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(8), pp 703-717, DOI:10.1108/09600030210444935
- [127] SENIR, G., BÜYÜKKEKLIK, A. (2020): The Effects of COVID-19 Outbreak on Supply Chains and Logistics Activities, *Reflections on the Pandemic in the Future of the World*, ISBN: 978-605-2249-53-6, pp 625-639, DOI: 10.53478/TUBA.2020.100
- [128] MOYANO-FUENTES, J., SACRISTÁN-DÍAZ M., MARTÍNEZ-JURADO, P. J. (2012): Cooperation in the supply chain and lean production adoption: Evidence from the Spanish automotive industry, *International Journal of Operations & Production Management* 32(9), pp 1075-1091, DOI:10.1108/01443571211265701
- [129] SODHI, M. S., TANG, C. S. (2019): Research Opportunities in Supply Chain Transparency, *Production and Operations Management* 28(12), pp 1-28, <https://doi.org/10.1111/poms.13115>
- [130] SANTOS, L. P., PROENÇA, J. F. (2022): Developing Return Supply Chain: A Research on the Automotive Supply Chain, *Sustainability*, 14(11), 6587, pp 1-21 <https://doi.org/10.3390/su14116587>
- [131] JOSHI, D., NEPAL, B., RATHORE, A. P. S., SHARMA, D. (2013): On supply chain competitiveness of Indian automotive component manufacturing industry, *International Journal of Production Economics*, Volume 143, Issue 1 pp 151-161, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.12.023>
- [132] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [133] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [134] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [135] GELEI, A, NAGY, J. (2017): *Logisztikai Évkönyv 2017*, Magyar Logisztika Egyesület, Csíkos Nyomda Kft., Szabadka, ISSN 1218-3849, pp 93-104
- [136] GERMAIN, B. S., VALCKENAERS, P., VERSTRAETE, P., BRUSSEL, H. V. (2004): Resource Coordination in Supply Networks, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Volume 2, pp 1972-1976, DOI:10.1109/ICSMC.2004.1399982
- [137] HANDFIELD, R. B., GRAHAM G., BURNS, L. (2020): Corona virus, tariffs, trade wars and supply chain evolutionary design, *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN: 0144-3577, Vol. 40, No. 10, pp 1649-1660, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0171>
- [138] LIU, K., DESHMUKH, S. (2022): The Evolution of the Multi-tier Supply Chains in the EU Automotive Industry Driven by Covid-19, A case study at a large automotive OEM, Master's thesis in Supply Chain Management, pp 47-71
- [139] RUMBAUGH, C., HRBEK, J., HICKEY, M., MARKOWITZ, N., HOWELL, T., AWWAD, M. (2020): Review of the Effect of COVID-19 on the American Semiconductor Industry Supply Chain,

- Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management, Dhaka, Bangladesh, December 26-27, IEOM Society International, pp 1-11
- [140] MICHELBERGER, p., LÁBODI, CS. (2009): Információbiztonság az ellátási láncokban, Proceedings-7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking (MEB 2009), in: György Kadocsa (ed.), 7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking MEB 2009-Proceedings, Óbuda University, Keleti Faculty of Business and Management, pp 277-279
- [141] LEE, J. Y., KIM, D., CHOI, B., JIMÉNEZ, A. (2023): Early evidence on how Industry 4.0 reshapes MNEs' global value chains: The role of value creation versus value capturing by headquarters and foreign subsidiaries, *Journal of International Business Studies*, 54, pp 599-630, <https://doi.org/10.1057/s41267-022-00596-6>
- [142] FONSECA, L. M., AZEVEDO, A. L. (2020): COVID- 19: outcomes for Global Supply Chains, *Management & Marketing, Challenges for the Knowledge Society*, Vol. 15, No. Special Issue, pp 424-438, DOI: 10.2478/mmcks-2020-0025
- [143] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [144] GELEI, A, NAGY, J. (2017): *Logisztikai Évkönyv 2017*, Magyar Logisztika Egyesület, Csíkos Nyomda Kft., Szabadka, ISSN 1218-3849, pp 93-104
- [145] GERMAIN, B. S., VALCKENAERS, P., VERSTRAETE, P., BRUSSEL, H. V. (2004): Resource Coordination in Supply Networks, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Volume 2, pp 1972-1976, DOI:10.1109/ICSMC.2004.1399982
- [146] NAGY, J. (2008): Ellátási lánc menedzsment technikák, 100. sz. Műhelytanulmány, HU ISSN 1786-3031, pp 1-12
- [147] MENTZER, J. T., DEWITT, W., KEEBLER, J. S., MIN, S., NIX, N. W., SMITH, C. D. (2001): Defining supply chain management, *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, Vol. 22, No. 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- [148] HORVÁTH A., VÍZKELETI A. (2016): Lean elvek érvényesülése a modern beszerzés-menedzsmentben, *Logisztikai Évkönyv 2016*, ISSN 1218-3849, pp 155-163
- [149] DELFMANN, W., ALBERS, S. (2000): Supply Chain Management in the Global Context, Working Paper No. 102, Dept. of Business Policy & Logistics, University of Cologne, pp 15-20.
- [150] DELFMANN, W., ALBERS, S. (2000): Supply Chain Management in the Global Context, Working Paper No. 102, Dept. of Business Policy & Logistics, University of Cologne, pp 15-20.
- [151] BABICH, V., BURNETAS, A. N., RITCHKEN, P. H. (2007): Competition and Diversification Effects in Supply Chains with Supplier Default Risk, *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp 123-146, <https://doi.org/10.1287/msom.1060.0122>
- [152] NALCIOGLU, H., KILIC, H. S. (2017): Localization of Material Supply: A Literature Review, *AJIT-e Academic Journal of Information Technology*, Vol. 8, No. 26, pp 7-22, DOI: 10.5824/1309-1581.2017.1.001.x
- [153] SAUDI, M. H. M., SINAGA, O., ROESPINOEDI, D. S. (2018): The role of tax education in supply chain management a case of Indonesian supply chain companies, *Polish Journal of Management Studies*, Vol. 18, No. 2, pp 284-299, DOI:10.17512/pjms.2018.18.2.23
- [154] MORSCHETT, D., SCHRAMM-KLEIN, H., & ZENTES, J. (2015): *Strategic International Management: text and cases*, 3rd Edition, ISBN 978-3-658-07884-3, pp 370-372
- [155] MORSCHETT, D., SCHRAMM-KLEIN, H., & ZENTES, J. (2015): *Strategic International Management: text and cases*, 3rd Edition, ISBN 978-3-658-07884-3, pp 370-372
- [156] MORSCHETT, D., SCHRAMM-KLEIN, H., & ZENTES, J. (2015): *Strategic International Management: text and cases*, 3rd Edition, ISBN 978-3-658-07884-3, pp 370-372
- [157] MORSCHETT, D., SCHRAMM-KLEIN, H., & ZENTES, J. (2015): *Strategic International Management: text and cases*, 3rd Edition, ISBN 978-3-658-07884-3, pp 370-372
- [158] HASAN, S. M., GAO, J., WASIF, M., IQBAL, S. A. (2014): An Integrated Decision Making Framework for Automotive Product Development with the Supply Chain, *Procedia CIRP*, Volume 25, pp 10-15, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.004>
- [159] M. RAMÍREZ-GRANADOS, J.E. HERNÁNDEZ, A.C. LYONS (2014): A Discrete-event Simulation Model for Supporting the First-tier Supplier Decision-Making in a UK's Automotive Industry, *Journal of Applied Research and Technology*, Volume 12, Issue 5, October 2014, pp 860-864.
- [160] GURTU, A., JOHNY, J. (2021): Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks* 9, 16., pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/risks9010016>
- [161] GURTU, A., JOHNY, J. (2021): Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks* 9, 16., pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/risks9010016>
- [162] GURTU, A., JOHNY, J. (2021): Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks* 9, 16., pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/risks9010016>

- [163] ZSIDISIN, G. A. (2003): A grounded definition of supply risk, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 9, Issues 5-6, pp 217-224, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2003.07.002>
- [164] BOGATAJ, D., BOGATAJ, M. (2007): Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space, *International Journal of Production Economics*, Volume 108, Issues 1-2, pp 291-301, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.017>
- [165] GOH, M., LIM, J. Y. S., MENG, F. (2007): A stochastic model for risk management in global supply chain networks, *European Journal of Operational Research*, Volume 182, Issue 1, pp 164-173, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.028>
- [166] ZSIDISIN, G. A. (2003): A grounded definition of supply risk, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 9, Issues 5-6, pp 217-224, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2003.07.002>
- [167] BOGATAJ, D., BOGATAJ, M. (2007): Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space, *International Journal of Production Economics*, Volume 108, Issues 1-2, pp 291-301, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.017>
- [168] GOH, M., LIM, J. Y. S., MENG, F. (2007): A stochastic model for risk management in global supply chain networks, *European Journal of Operational Research*, Volume 182, Issue 1, pp 164-173, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.028>
- [169] NARASIMHAN, R., TALLURI, S. (2009): Perspectives on risk management in supply chains, *Journal of Operations Management*, Volume 27, Issue 2, pp 114-118, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.02.001>
- [170] CELIKBILEK, C., ERENAY, B., SUER, G. A. (2015): A Fuzzy Approach for a Supply Chain Network Design Problem, *Proceedings of 26th Annual Production and Operations Management Society Conference*, Washington DC, USA, pp 1-10
- [171] BANSAL, M., ADHITYA, A., SRINIVASAN, R. (2005): An online decision support framework for managing abnormal supply chain events, *Computer Aided Chemical Engineering*, Volume 20, pp 985-990, [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(05\)80006-9](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(05)80006-9)
- [172] CHOPRA, S., SODHI, M. S. (2004): Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown, *MIT Sloan Management Review*, Vol. 46, No. 1, pp 53-61
- [173] JÜTTNER, U., PECK, H., CHRISTOPHER, M. (2010): Supply chain risk management: outlining an agenda for future research, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Volume 6, 197-210, <https://doi.org/10.1080/13675560310001627016>
- [174] MANUIJ, I., MENTZER, J. T. (2008): Global supply chain risk management strategies, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38, No. 3, pp 192-211
- [175] RAO, S., GOLDSBY, T. J. (2009): Supply chain risks: a review and typology, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 20, No. 1, pp 97-123, <https://doi.org/10.1108/09574090910954864>
- [176] GARVEY, M. D., CARNOVALE, S., YENIYURT, S. (2015): An analytical framework for supply network risk propagation: A Bayesian network approach, *European Journal of Operational Research*, Volume 243, Issue 2, pp 618-627, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.034>
- [177] WANG, M. (2018): Impacts of supply chain uncertainty and risk on the logistics performance, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 30, No. 3, pp 689-704, <https://doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0065>
- [178] ALHAWARI, S., KARADSHEH, L., TALET, A. N., MANSOUR, E. (2012): Knowledge-Based Risk Management framework for Information Technology project, *International Journal of Information Management*, Volume 32, Issue 1, pp 50-57, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.07.002>
- [179] SHARIF, A., ALOUI, C., YAROVAYA, L. (2020): COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach, *International Review of Financial Analysis*, Volume 70, July 2020, 101496, pp 1-3, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101496>
- [180] GURTU, A., JOHNY, J. (2021): Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks* 9, 16., pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/risks9010016>
- [181] EKINCI, E., MANGLA, S. K., KAZANCOGLU, Y., SARMA, P. R. S., SEZER, M. D., OZBILTEKIN-PALA, M. (2022): Resilience and complexity measurement for energy efficient global supply chains in disruptive events, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 179, 121634, pp 1-17, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121634>
- [182] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [183] CHOI H., MODY C. C. (2009): The long history of molecular electronics: Microelectronics origins of nanotechnology, *Social Studies of Science*, 39(1), pp 11-20, 37-43

- [184] STURGEON, T., FLORIDA R. (2000): Globalization and jobs in the automotive industry, Final report to the Alfred P. Sloan Foundation, International Motor Vehicle Program, Center for Technology, Policy, and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology, pp 17-48
- [185] JONES D.T., HINES P., RICH N. (1997): Lean logistics, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27 No. 3/4, pp 153-165, <https://doi.org/10.1108/09600039710170557>
- [186] MASLARIC M., BACKALIC T., NIKOLICIC S., MIRCETIC D. (2013): Assessing the trade-off between lean and resilience through supply chain risk management, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(4), pp 229-236
- [187] SARASINI S. (2014): Electrifying the automotive industry: The geography and governance of R&D collaboration, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, pp 109-125
- [188] RASHID M., HOSSAIN L., PATRICK J. (2002): The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective, Chapter I, *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*, pp 1-14, DOI: 10.4018/978-1-930708-36-5.ch003
- [189] SAFKHANI M., ROSTAMPOUR S., BENDAVID Y., BAGHERI N. (2020): IoT in medical & pharmaceutical: Designing lightweight RFID security protocols for ensuring supply chain integrity, *Computer Networks*, Volume 181, pp 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107558>
- [190] BIRKEL H., MÜLLER J. M. (2021): Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability - A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 289, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125612>
- [191] TREIBLMAIER H. (2018): The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action, *Supply Chain Management*, Volume 23, Issue 6, pp 545-556, DOI 10.1108/SCM-01-2018-0029
- [192] PARRY G., GRAVES A. P. (EDS.) (2008): Build to order: the road to the 5-day car, Springer-Verlag London Limited, London, School of Management, University of Bath, ISBN 978-1-84800-224-1, pp 13-32
- [193] LI X. Y., GE J. P., CHEN W. Q., WANG P. (2019): Scenarios of rare earth elements demand driven by automotive electrification in China: 2018–2030, *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 322-331.
- [194] HAIGH, T. (2016): How Charles Bachman invented the DBMS, a foundation of our digital world, *Communications of the ACM*, Vol. 59, Issue 7, pp 25-30, <https://doi.org/10.1145/2935880>
- [195] FIENBERG, S. E. (2012): A Brief History of Statistical Models for Network Analysis and Open Challenges, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 21, Issue 4, pp 825-839, <https://doi.org/10.1080/10618600.2012.738106>
- [196] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [197] CHOI H., MODY C. C. (2009): The long history of molecular electronics: Microelectronics origins of nanotechnology, *Social Studies of Science*, 39(1), pp 11-20, 37-43
- [198] STURGEON, T., FLORIDA R. (2000): Globalization and jobs in the automotive industry, Final report to the Alfred P. Sloan Foundation, International Motor Vehicle Program, Center for Technology, Policy, and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology, pp 17-48
- [199] HAIGH, T. (2016): How Charles Bachman invented the DBMS, a foundation of our digital world, *Communications of the ACM*, Vol. 59, Issue 7, pp 25-30, <https://doi.org/10.1145/2935880>
- [200] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [201] JONES D.T., HINES P., RICH N. (1997): Lean logistics, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27 No. 3/4, pp 153-165, <https://doi.org/10.1108/09600039710170557>
- [202] FIENBERG, S. E. (2012): A Brief History of Statistical Models for Network Analysis and Open Challenges, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 21, Issue 4, pp 825-839, <https://doi.org/10.1080/10618600.2012.738106>
- [203] MASLARIC M., BACKALIC T., NIKOLICIC S., MIRCETIC D. (2013): Assessing the trade-off between lean and resilience through supply chain risk management, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(4), pp 229-236
- [204] MASLARIC M., BACKALIC T., NIKOLICIC S., MIRCETIC D. (2013): Assessing the trade-off between lean and resilience through supply chain risk management, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(4), pp 229-236
- [205] RASHID M., HOSSAIN L., PATRICK J. (2002): The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective, Chapter I, *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*, pp 1-14, DOI: 10.4018/978-1-930708-36-5.ch003

- [206] SARASINI S. (2014): Electrifying the automotive industry: The geography and governance of R&D collaboration, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, pp 109-125
- [207] STURGEON, T., FLORIDA R. (2000): Globalization and jobs in the automotive industry, Final report to the Alfred P. Sloan Foundation, International Motor Vehicle Program, Center for Technology, Policy, and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology, pp 17-48
- [208] SHEN J. (2020): An environmental supply chain network under uncertainty, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 542, 123478. pp 1-4, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123478>
- [209] SAFKHANI M., ROSTAMPOUR S., BENDAVID Y., BAGHERI N. (2020): IoT in medical & pharmaceutical: Designing lightweight RFID security protocols for ensuring supply chain integrity, *Computer Networks*, Volume 181, pp 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107558>
- [210] BIRKEL H., MÜLLER J. M. (2021): Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability - A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 289, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125612>
- [211] BURGRÄF P., DANNAPFEL M., ADLON T., KAHMANN H., SCHUKAT E., KEENS, J. (2020): Capability-based assembly design: An approach for planning an agile assembly system in automotive industry, *Procedia CIRP*, Volume 93, pp 1206-1211
- [212] BÜTTNER, K., SALAU, J., KRIETER, J. (2016): Adaption of the temporal correlation coefficient calculation for temporal networks (applied to a real-world pig trade network), *SpringerPlus*, 5, 165, pp 1-19, <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1811-7>
- [213] DAUD, N. N., HAMID, S. H. A., SAADOON, M., SAHRAN, F., ANUAR, N. B. (2020): Applications of link prediction in social networks: A review, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 166., 102716, pp 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102716>
- [214] PARRY G., GRAVES A. P. (EDS.) (2008): Build to order: the road to the 5-day car, Springer-Verlag London Limited, London, School of Management, University of Bath, ISBN 978-1-84800-224-1, pp 13-32
- [215] BARTNIK R., WILHELM M., FUJIMOTO T. (2018): Introduction to innovation in the East Asian automotive industry: Exploring the interplay between product architectures, firm strategies, and national innovation systems, *Technovation*, Vol. 70-71, pp 1-6
- [216] International Energy Agency: IEA, Global electric car sales by key markets, 2010-2020, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-sales-by-key-markets-2015-2020>, letöltve: 2021.04.27.
- [217] International Energy Agency: IEA, Global electric car sales by key markets, 2010-2020, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-sales-by-key-markets-2015-2020>, letöltve: 2021.04.27.
- [218] LI X. Y., GE J. P., CHEN W. Q., WANG P. (2019): Scenarios of rare earth elements demand driven by automotive electrification in China: 2018–2030, *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 322-331.
- [219] ASL-NAJAFI J., YAGHOUBI S., ZAND F. (2021): Dual-channel supply chain coordination considering targeted capacity allocation under uncertainty, *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 187, pp 566-572, <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2021.03.019>
- [220] CHEN, Z., LIU F. (2021): Multi-outsourcing supply chain coordination under yield and demand uncertainties, *Expert Systems with Applications*, pp 1-10 doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115177>
- [221] ESMAEILI-NAJAFABADI E., AZAD N., SABER FALLAH NEZHAD M. (2021): Risk-averse supplier selection and order allocation in the centralized supply chains under disruption risks, *Expert Systems with Applications*, Volume 175, p.114691., pp 1-10
- [222] YOU, F., WASSICK, J. M., GROSSMANN, I. E. (2009): Risk management for a global supply chain planning under uncertainty: models and algorithms, *AIChE Journal*, 55(4), pp 1-22, <https://doi.org/10.1002/aic.11721>
- [223] GUARNER, J., MD (2020): Three Emerging Coronaviruses in Two Decades, The Story of SARS, MERS, and Now COVID-19, *American Journal of Clinical Pathology*, Vol. 153, Issue 4, pp. 420-421, <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqaa029>
- [224] HALDON, J., EISENBERG, M., MORDECHAI, L., IZDEBSKI, A., WHITE, S. (2020): Lessons from the past, policies for the future: resilience and sustainability in past crises, *Environment Systems and Decisions*, 40, pp 287-297, <https://doi.org/10.1007/s10669-020-09778-9>
- [225] OPATHA, H. H. D. N. P. (2020): The Coronavirus and The Employees: A Study from the Point of Human Resource Management. *Sri Lankan Journal of Human Resource Management*, 10(1), pp 37-49

- [226] HARAPAN, H., ITOH, N., YUFIKA, A., WINARDI, W., KEAM, S., TE, H., MEGAWATI, D., HAYATI, Z., WAGNER, A. L., MUDATSIR M. (2020): Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review, *Journal of Infection and Public Health*, Volume 13, Issue 5, May 2020, Pages 667-670, <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.03.019>
- [227] POKHREL, P., HU, C., MAO, H. (2020): Detecting the Coronavirus (COVID-19), *ACS Sensors*, 5(8), 2283-2296, DOI: 10.1021/acssensors.0c01153
- [228] CHENG, P., XIA, G., PANG, P., WU, B., JIANG, W., LI, Y., WANG, M., LING, Q., CHANG, X., WANG, J., DAI, X., LIN, X., BI, X. (2020): COVID-19 Epidemic Peer Support and Crisis Intervention Via Social Media, *Community Mental Health Journal*, 56(5), pp 786-792, <https://doi.org/10.1007/s10597-020-00624-5>
- [229] LIU, Y., WANG, H., CHEN, J., ZHANG, X., YUE, X., KE, J., WANG, B., PENG, C. (2020): Emergency management of nursing human resources and supplies to respond to coronavirus disease 2019 epidemic, *International Journal of Nursing Sciences* 7, pp. 135-138. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2020.03.011>
- [230] Statista, Number of new cases of coronavirus (COVID-19) worldwide from January 23, 2020 to June 13, 2023, by day, ECDC; OWID; WHO, <https://www.statista.com/statistics/1103046/new-coronavirus-covid19-cases-number-worldwide-by-day/>, letöltés dátuma: 2023.01.10.
- [231] NICOLA, M., ALSAFI, Z., SOHRABI, C., KERWAN, A., AL-JABIR, A., IOSIFIDIS, C., AGHA, M., AGHA, R. (2020): The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review, *International Journal of Surgery* 78, pp. 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.04.018>
- [232] GOODELL, J. (2020): COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance Research Letters*, Vol. 35, 101512, pp 1-4, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101512>
- [233] European Centre for Disease Prevention and Control, The European Respiratory Virus Surveillance Summary (ERVISS), <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>, letöltés dátuma: 2020.05.31.
- [234] BYLEN, S. (2020): Market of Logistics Services During the Covid-19 Pandemic, *European Research Studies Journal*, Volume XXIII, Special Issue 3, pp 47-61
- [235] SHIBAYAMA, T., SANDHOLZER, F., LAA, B., BREZINA, T. (2021): Impact of COVID-19 lockdown on commuting: a multi-country perspective, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 21(1), pp 70-93, <https://doi.org/10.18757/ejtir.2021.21.1.5135>
- [236] ALBERS, S., RUNDSHAGEN, V. (2020): European airlines' strategic responses to the COVID-19 pandemic (January-May, 2020), *Journal of Air Transport Management*, Volume 87, 101863, pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101863>
- [237] GUPTA, V., SANTOSH, K.C., ARORA, R., CIANO, T., KALID, K. S., MOHAN, S. (2022): Socioeconomic impact due to COVID-19: An empirical assessment, *Information Processing & Management*, Volume 59, Issue 2, 102810, pp 1-20, <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102810>
- [238] REJEB, A., REJEB, K., KEOGH, J. G. (2020): COVID-19 and the Food Chain? Impacts and future research trends, *LogForum* 16 (4), pp 475-485, <http://doi.org/10.17270/J.LOG.2020.502>
- [239] GUAN, D., WANG, D., HALLEGATTE, S., DAVIS, S. J., HUO, J., LI, S., BAI, Y., LEI, T., XUE, Q., COFFMAN, D., CHENG, D., CHEN, P., LIANG, X., XU, B., LU, X., WANG, S., HUBACEK, K., GONG, P. (2020): Global supply-chain effects of COVID-19 control measures, *Nat Hum Behav* 4, pp 577-587, <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>
- [240] XU, Z., ELOMRI, A., KERBACHE, L., OMRI, A. E. (2020): Impacts of COVID-19 on Global Supply Chains: Facts and Perspectives, *IEEE Engineering Management Review*, Volume 48, Issue 3, pp 153-157, DOI: 10.1109/EMR.2020.3018420
- [241] INO, E., WATANABE, K. (2021): The Impact of COVID-19 on the Global Supply Chain: A Discussion on Decentralization of the Supply Chain and Ensuring Interoperability, *J. Disaster Res.*, Vol 16, No 1, pp 56-60, doi: 10.20965/jdr.2021.p0056
- [242] OPATHA, H. H. D. N. P. (2020): The Coronavirus and The Employees: A Study from the Point of Human Resource Management. *Sri Lankan Journal of Human Resource Management*, 10(1), pp 37-49
- [243] DINGEL, J. I., NEIMAN, B. (2020): How many jobs can be done at home? NBER Working Paper No. 26948, National Bureau of Economic Research, Inc, pp. 1-13.
- [244] IVANOV, D. (2020): Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 136, 101922, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
- [245] ZÁGON, CS. (2013): A tengeri konténeres szállítás biztonsága, In: Horváth, Attila (szerk.) *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből : Kiemelten a közlekedési alrendszer : Tanulmánykötet*

- Budapest, Magyarország : Magyar Hadtudományi Társaság, ISBN 978-963-08-6926-3, 319 p. pp. 147-153. , 34 p.
- [246] KRAUS, S., CLAUSS, T., BREIER, M., GAST, J., ZARDINI, A., TIBERIUS, V. (2020): The economics of COVID-19: initial empirical evidence on how family firms in five European countries cope with the corona crisis, *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, pp 1-13 <https://doi.org/10.1108/IJEER-04-2020-0214>
- [247] Statista, Supply chain challenges in 2021*, Deloitte; MHI, <https://www.statista.com/statistics/1182057/global-supply-chain-challenges/>, letöltés dátuma: 2022.06.01.
- [248] MANI, S., MISHRA, M. (2020): Non-monetary levers to enhance employee engagement in organizations - "GREAT" model of motivation during the Covid-19 crisis, *Strategic HR Review*, Vol. 19, No. 4, pp. 171-175, <https://doi.org/10.1108/SHR-04-2020-0028>
- [249] GOVINDANA, K., MINA, H., ALAVI, B. (2019): A decision support system for demand management in healthcaresupply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19), *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 138, 101967, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101967>
- [250] KIRILMAZ, O., EROL, S. (2017): A proactive approach to supply chain risk management: Shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 23, Issue 1, pp 54-65, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.04.002>
- [251] ALZOUBI, H. M., ELREHAIL, H., HANAYSHA, J. R., AL-GASAYMEH, A., AL-ADAILEH, R. (2022): The role of Supply Chain Integration and agile practices in improving lead time during the COVID-19 crisis, *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, 13(1), pp 1–7, DOI: 10.4018/IJSSMET.290348
- [252] LIAO, C.-J., SHYU, C.-H. (1991): An Analytical Determination of Lead Time with Normal Demand, *International Journal of Operations & Production Management*, 11(9), pp.72-78.
- [253] SARKAR, B., DEY, B.K., SARKAR, M., ALARJANI, A. (2021): A Sustainable Online-to-Offline (O2O) Retailing Strategy for a Supply Chain Management under Controllable Lead Time and Variable Demand, *Sustainability*, 13, 1756., pp 1-25, <https://doi.org/10.3390/su13041756>
- [254] TREVILLE, S., SHAPIRO, R. D., HAMERI, A.-P. (2004): From supply chain to demand chain: the role of lead time reduction in improving demand chain performance, *Journal of Operations Management*, Volume 21, Issue 6, pp 613-627, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.10.001>
- [255] HADADAN, E. K. (2016): Inventory Optimization Through Integration of Marketing and Supply Chain Management, University of Gävle, Faculty of Education and Business Studies, Department of Business and Economic Studies, Independent thesis Advanced level, pp 1-64
- [256] MADAN, A. K., SINGARI, R. M. (2014): Application of Selective Inventory Control Techniques for Cutting Tool Inventory Modeling and Inventory Reduction-A Case Study, *International Conference of Advance Research and Innovation (ICARI-2014)*, ISBN 978-93-5156-328-0, pp 127-135
- [257] SHETTY, G., NOUGARAHIIYA, S., MANDLOI, D., SARSODIA, T., DABADE, S. J. (2020): COVID-19 and Indian Commerce: An Analysis of Fast Moving Consumer Goods (FMCG), and Retail Industries of Tomorrow, *International Journal of Current Research and Review*, 12 (17), pp 23-31, DOI: <http://dx.doi.org/10.31782/IJCRR.2020.121715>
- [258] KIERS, J., SEINHORST, J., ZWANENBURG, M., STEK, K. (2022): Which Strategies and Corresponding Competences Are Needed to Improve Supply Chain Resilience: A COVID-19 Based Review, *Logistics* 2022, 6(1), 12, pp 1-17, <https://doi.org/10.3390/logistics6010012>
- [259] MERKURYEVA, G., VALBERGA, A., SMIRNOV, A. (2019): Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study, *Procedia Computer Science*, Volume 149, 2019, pp 3-7, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
- [260] SHABAN, A., SHALABY, M. A., GRAVIO, G. D., PATRIARCA, R. (2020): Analysis of Variance Amplification and Service Level in a Supply Chain with Correlated Demand, *Sustainability* 2020, 12, 6470, pp 1-27, doi:10.3390/su12166470
- [261] DOLGUI, A., IVANOV, D., ROZHKOV, M. (2020): Does the ripple effect influence the bullwhip effect? An integrated analysis of structural and operational dynamics in the supply chain, *International Journal of Production Research*, Volume 58, Issue 5, pp 1285-1301, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627438>
- [262] ZHU, T., BALAKRISHNAN, J., SILVEIRA, G. J. C. (2020): Bullwhip effect in the oil and gas supply chain: A multiple-case study, *International Journal of Production Economics*, Volume 224, 107548, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107548>
- [263] ZHAN, J., LI, S., CHEN, X. (2018): The impact of financing mechanism on supply chain sustainability and efficiency, *Journal of Cleaner Production*, Volume 205, 20, pp 407-418, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.347>

- [264] COLTMAN, T., BRU, K., PERM-AJCHARIYAWONG, N., DEVINNEY, T. M., BENITO, G. R. G. (2009): Supply chain contract evolution, *European Management Journal*, Volume 27, Issue 6, pp 388-401, <https://doi.org/10.1016/j.emj.2008.11.005>
- [265] LIU, Y. F., ZHANG, Q. S. (2018): Solving multi-objective planning model for equipment manufacturing enterprises with dual uncertain demands using NSGA-II algorithm, *Advances in Production Engineering & Management*, Volume 13, Number 2, pp 193-205, <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.284>
- [266] ELDEM, B., KLUCZEK, A., BAGIŃSKI, J. (2022): The COVID-19 Impact on Supply Chain Operations of Automotive Industry: A Case Study of Sustainability 4.0 Based on Sense-Adapt-Transform Framework, *Sustainability* 2022, 14(10), 5855, pp 1-32, <https://doi.org/10.3390/su14105855>
- [267] HEYDARI, J., KAZEMZADEH, R. B., CHAHARSOOGHI, S. K. (2009): A study of lead time variation impact on supply chain performance, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, volume 40, pp 1206-1215, <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1428-2>
- [268] YANG, X. (2013): A Review of Distribution Related Problems in Logistics and Supply Chain Research, *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 2, No. 4, pp 1-8
- [269] HUO, B., QI, Y., WANG, Z., ZHAO, X. (2014): The impact of supply chain integration on firm performance: The moderating role of competitive strategy, *Supply Chain Management*, Vol. 19, No. 4, pp 369-384, <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2013-0096>
- [270] REMKO, V.H. (2020): Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain - closing the gap between research findings and industry practice, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 40, No. 4, pp 341-355, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0165>
- [271] MUHAMMAD, M. H., KERBACHE, L., ELOMRI, A. (2022): Potential of additive manufacturing for upstream automotive supply chains, *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 23, No. 1, pp 1-19, DOI: 10.1080/16258312.2021.1973872
- [272] SUNNY, J., UNDRALLA, N., PILLAI, V. M. (2020): Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 150, 106895, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106895>
- [273] ZHU, S., XIE, K., GUI, P. (2021): Dynamic adjustment mechanism and differential game model construction of mask emergency supply chain cooperation based on covid-19 outbreak, *Sustainability*, 13(3), 1115, pp 1-7, <https://doi.org/10.3390/su13031115>
- [274] BUTT, A. S. (2021): Strategies to mitigate the impact of COVID-19 on supply chain disruptions: a multiple case analysis of buyers and distributors, *The International Journal of Logistics Management*, pp 1-16, <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2020-0455>
- [275] BARRAD, S., VALVERDE, R. (2020): The impact of e-supply chain management systems on procurement operations and cost reduction in the electronics manufacturing services industry, *Journal of Media Management and Entrepreneurship*, 2(1), pp 1-22, DOI: 10.4018/JMME.2020010101
- [276] MERKURYEVA, G., VALBERGA, A., SMIRNOV, A. (2019): Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study, *Procedia Computer Science*, Volume 149, 2019, pp 3-7, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
- [277] SHABAN, A., SHALABY, M. A., GRAVIO, G. D., PATRIARCA, R. (2020): Analysis of Variance Amplification and Service Level in a Supply Chain with Correlated Demand, *Sustainability* 2020, 12, 6470, pp 1-27, doi:10.3390/su12166470
- [278] DOLGUI, A., IVANOV, D., ROZHKOVA, M. (2020): Does the ripple effect influence the bullwhip effect? An integrated analysis of structural and operational dynamics in the supply chain, *International Journal of Production Research*, Volume 58, Issue 5, pp 1285-1301, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627438>
- [279] ZHU, T., BALAKRISHNAN, J., SILVEIRA, G. J. C. (2020): Bullwhip effect in the oil and gas supply chain: A multiple-case study, *International Journal of Production Economics*, Volume 224, 107548, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107548>
- [280] ZHAN, J., LI, S., CHEN, X. (2018): The impact of financing mechanism on supply chain sustainability and efficiency, *Journal of Cleaner Production*, Volume 205, 20, pp 407-418, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.347>
- [281] COLTMAN, T., BRU, K., PERM-AJCHARIYAWONG, N., DEVINNEY, T. M., BENITO, G. R. G. (2009): Supply chain contract evolution, *European Management Journal*, Volume 27, Issue 6, pp 388-401, <https://doi.org/10.1016/j.emj.2008.11.005>
- [282] LIU, Y. F., ZHANG, Q. S. (2018): Solving multi-objective planning model for equipment manufacturing enterprises with dual uncertain demands using NSGA-II algorithm, *Advances in Production Engineering & Management*, Volume 13, Number 2, pp 193-205, <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.284>

- [283] ELDEM, B., KLUCZEK, A., BAGIŃSKI, J. (2022): The COVID-19 Impact on Supply Chain Operations of Automotive Industry: A Case Study of Sustainability 4.0 Based on Sense-Adapt-Transform Framework, *Sustainability* 2022, 14(10), 5855, pp 1-32, <https://doi.org/10.3390/su14105855>
- [284] HEYDARI, J., KAZEMZADEH, R. B., CHAHARSOOGHI, S. K. (2009): A study of lead time variation impact on supply chain performance, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, volume 40, pp 1206-1215, <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1428-2>
- [285] YANG, X. (2013): A Review of Distribution Related Problems in Logistics and Supply Chain Research, *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 2, No. 4, pp 1-8
- [286] HUO, B., QI, Y., WANG, Z., ZHAO, X. (2014): The impact of supply chain integration on firm performance: The moderating role of competitive strategy, *Supply Chain Management*, Vol. 19, No. 4, pp 369-384, <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2013-0096>
- [287] REMKO, V.H. (2020): Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain - closing the gap between research findings and industry practice, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 40, No. 4, pp 341-355, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0165>
- [288] MUHAMMAD, M. H., KERBACHE, L., ELOMRI, A. (2022): Potential of additive manufacturing for upstream automotive supply chains, *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 23, No. 1, pp 1-19, DOI: 10.1080/16258312.2021.1973872
- [289] SUNNY, J., UNDRALLA, N., PILLAI, V. M. (2020): Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 150, 106895, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106895>
- [290] ZHU, S., XIE, K., GUI, P. (2021): Dynamic adjustment mechanism and differential game model construction of mask emergency supply chain cooperation based on covid-19 outbreak, *Sustainability*, 13(3), 1115, pp 1-7, <https://doi.org/10.3390/su13031115>
- [291] BUTT, A. S. (2021): Strategies to mitigate the impact of COVID-19 on supply chain disruptions: a multiple case analysis of buyers and distributors, *The International Journal of Logistics Management*, pp 1-16, <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2020-0455>
- [292] BARRAD, S., VALVERDE, R. (2020): The impact of e-supply chain management systems on procurement operations and cost reduction in the electronics manufacturing services industry, *Journal of Media Management and Entrepreneurship*, 2(1), pp 1-22, DOI: 10.4018/JMME.2020010101
- [293] ZEHENDNER, A.G., SAUER, P.C., SCHÖPFLIN, P., KÄHKÖNEN, A.-K., SEURING, S. (2021): Paradoxical tensions in sustainable supply chain management: insights from the electronics multi-tier supply chain context, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 41 No. 6, pp. 882-901. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2020-0709>
- [294] LI, X., GHADAMI, A., DRAKE, J. M., ROHANI, P., EPUREANU B. I. (2021): Mathematical model of the feedback between global supply chain disruption and Covid-19 Dynamics, *Scientific Reports*, 11(1). 15450, pp 1-10, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94619-1>
- [295] AVELAR-SOSA, L., GARCÍA-ALCARAZ, J. L., MALDONADO-MACÍAS, A. A., MEJÍA-MUÑOZ, J. M. (2018): Application of structural equation modelling to analyse the impacts of logistics services on risk perception, agility and customer service level, *Advances in Production Engineering & Management*, Vol. 13, No. 2, pp 179-192, <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.283>
- [296] BRODING, H. C., FARTASCH, M. (2020): Automotive Industry, in: John, S., Johansen, J., Rustemeyer, T., Elsner, P., Maibach, H. (eds) *Kanerva's Occupational Dermatology*, Springer, Cham, pp 1-6 https://doi.org/10.1007/978-3-319-68617-2_134
- [297] Statista, Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2022, OICA, <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>, letöltve: 2022.08.12.
- [298] EBRAHIMI, M., BABOLI, A., ROTHER, E. (2019): The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), pp 188-194.
- [299] BERKE SZ., TÓTH G. (2020): Felelős vállalat vagy "csak" felelős vezető? LÉPÉSEK: A FENNTARTHATÓSÁG FELÉ 25:1, pp. 14-15, 2 p.
- [300] STURGEON, T. J., MEMEDOVIC, O., BIESEBROECK, J. V., GEREFFI, G. (2009): Globalisation of the automotive industry: main features and trends, *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 2, No. 1-2, pp 7-24, <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2009.021954>
- [301] STURGEON, T. J., MEMEDOVIC, O., BIESEBROECK, J. V., GEREFFI, G. (2009): Globalisation of the automotive industry: main features and trends, *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 2, No. 1-2, pp 7-24, <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2009.021954>

- [302] STURGEON, T. J., MEMEDOVIC, O., BIESEBROECK, J. V., GEREFFI, G. (2009): Globalisation of the automotive industry: main features and trends, *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 2, No. 1-2, pp 7-24, <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2009.021954>
- [303] Statista, Estimated growth rates for the global electronics industry from 2020 to 2022, by region, ZVEI, <https://www.statista.com/statistics/268396/estimated-growth-rates-for-the-electronics-industry-by-region/>, letöltés dátuma: 2022.01.15.
- [304] HOSSEINI, S., IVANOV, D. (2021): A multi-layer Bayesian network method for supply chain disruption modelling in the wake of the COVID-19 pandemic, *International Journal of Production Research*, Vol. 60, No. 17, pp 5258-5276, <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1953180>
- [305] Precedence Research, Automotive Electronics Market, <https://www.precedenceresearch.com/automotive-electronics-market>, letöltés dátuma: 2023.07.03.
- [306] WEIDE-ZAAGE, K. (2019): New-Automotive -Autonomous Driving Challenges For The Microelectronic Components, 2019 Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific), Kauai, HI, USA, 2019, pp 1-6, doi: 10.23919/PanPacific.2019.8696273.
- [307] TAYMAZ, E., YILMAZ, K. (2008): Integration with the global economy. The case of Turkish automobile and consumer electronics industries, Working Paper, No. 0801, TÜSİAD-Koç University Economic Research Forum, Istanbul, pp 1-36
- [308] ALBRECHT, M., BEDFORD, R., PLIETKER, B. (2014): Catalytic and Organometallic Chemistry of Earth-Abundant Metals, *Organometallics*, 33, 20, pp 5619-5620, <https://doi.org/10.1021/om5010379>
- [309] VARGA J., CSISZÁRIK-KOCSIR Á. (2019): Redefining the Role of Project Leader for Achieving a Better Project Result, *PM World Journal*, 8(8), September, pp 1-18. Volume 136, April 2020, 101922, pp 1-3, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
- [310] AZIZI, A., MANOHARAN, T. (2015): Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED-A Case Study, *Procedia Manufacturing*, Vol. 2, pp 153-158, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.027>
- [311] Daxue Consulting, China's semiconductor industry: Seeking for self-sufficiency amid global political tensions, <https://daxueconsulting.com/chinas-semiconductor-industry/>, letöltés dátuma: 2020.08.13.
- [312] TÁTRAI, T., VÖRÖSMARTY, GY. (2020): Beszerzés koronavírus idején. *Közbeszerzési Értesítő Plusz*, 2(4), pp 32-34
- [313] PUSKÁS, E., BÓNA, K. (2019): A jövő digitális ellátási lánc: lehetőségek és kihívások, *Logisztikai Évkönyv 2019*, ISSN 1218-3849, pp 167-170
- [314] MEDINA, X. S. (2022): From Deindustrialization to a Reinforced Process of Reshoring in Europe. Another Effect of the COVID-19 Pandemic?, *Land* 2022, 11(12), 2109, pp 1-15, <https://doi.org/10.3390/land11122109>
- [315] PRODAN, G. (2022): Contributions regarding the development of supplier relationship management in the Automotive Industry, *Transactions on Engineering And Management*, Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timisoara, Romania, Vol. 8, No. 1&2, pp 7-12
- [316] GHADIR, A. H., VANDCHALI, H. R., FALLAH, M., TIRKOLAEI, E. B. (2022): Evaluating the impacts of COVID-19 outbreak on supply chain risks by modified failure mode and effects analysis: a case study in an automotive company, *Annals of Operations Research*, pp 1-31, <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04651-1>
- [317] SEYEDAN, M., MAFAKHERI, F. (2020): Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities, *J Big Data* 7, 53, pp 1-17, <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>
- [318] ALZOUBI, H. M., AHMED, G. (2019): Do TQM practices improve organisational success? A case study of electronics industry in the UAE, *International Journal of Economics and Business Research*, 17(4), pp 459-471, DOI:10.1504/IJEBR.2019.099975
- [319] KARNAUSHENKO, D., KANG, T., BANDARI, V. K., ZHU, F., SCHMIDT, O. G. (2020): 3D self-assembled microelectronic devices: concepts, materials, applications, *Advanced Materials* 32(15), pp 1-25, DOI:10.1002/adma.201902994
- [320] CLARK, B., PATT, D. (2021): Regaining the Digital Advantage: A Demand-Focused Strategy for US Microelectronics Competitiveness, Center for Defense Concepts and Technology, Hudson Institute, pp 7-40
- [321] MONDSCHNEIN, J., WELBURN J. W., GONZALES, D. (2022): Securing the Microelectronics Supply Chain: Four Policy Issues for the U.S. Department of Defense to Consider, Santa Monica, CA: RAND Corporation, pp 1-12

- [322] GOHOUNGODJI P., N'DRI A., LATULIPPE J., MATOS A. (2020): What is stopping the automotive industry from going green? A systematic review of barriers to green innovation in the automotive industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 277, p.123524., pp 1-10
- [323] GRIDA M., MOHAMED R., ZAIED A. N. H. (2020): Evaluate the impact of COVID-19 prevention policies on supply chain aspects under uncertainty, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume 8, p.100240., pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100240>
- [324] WU, X., ZHANG, C., DU, W. (2021): An Analysis on the Crisis of “Chips shortage” in Automobile Industry —Based on the Double Influence of COVID-19 and Trade Friction, *Journal of Physics Conference Series* 1971(1):012100, pp 1-6, DOI:10.1088/1742-6596/1971/1/012100
- [325] RAMANI, V., GHOSH, D., SODHI, M. S. (2022): Understanding systemic disruption from the Covid-19-induced semiconductor shortage for the auto industry, *Omega*, Volume 113, 102720, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102720>
- [326] MARINOVA, G. I., BITRI, A. K. (2021): Challenges and opportunities for semiconductor and electronic design automation industry in post-Covid-19 years, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 1208, 13th International Conference on Development and Modernization of the Manufacturing (RIM 2021), Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 012036, pp. 1-6, DOI 10.1088/1757-899X/1208/1/012036
- [327] ISHAK, S., SALIM, N. A. M., LAZIM, N. L., SHAHARUDIN, M. R., WAHAB, S. (2022): A Conceptual Paper of Supply Chain Adaptive Strategies During Covid-19 Pandemic and the Impact on Performance to Semiconductor Industries, *Asian Journal of Research in Business and Management*, Vol. 4 No. 1, pp. 1-14
- [328] SUMAN, S., JAISWAL, V., VEERARAGHAVAN, R. (2022): AN ANALYSIS OF FINANCIAL PERFORMANCE OF SELECT INDIAN INDUSTRY SECTORS BEFORE AND AFTER COVID 19, *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, Vol 8, Issue 12, pp. 247-252, DOI: <https://doi.org/10.36713/epra12111>
- [329] RAMANI, V., GHOSH, D., SODHI, M. S. (2022): Understanding systemic disruption from the Covid-19-induced semiconductor shortage for the auto industry, *Omega*, Volume 113, 102720, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102720>
- [330] CHOWDHURY, P., PAUL, S. K., KAISAR, S., MOKTADIR, MD. A. (2021): COVID-19 pandemic related supply chain studies: A systematic review, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 148, 102271, pp 1-22, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102271>
- [331] GOHOUNGODJI P., N'DRI A., LATULIPPE J., MATOS A. (2020): What is stopping the automotive industry from going green? A systematic review of barriers to green innovation in the automotive industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 277, p.123524., pp 1-10
- [332] GRIDA M., MOHAMED R., ZAIED A. N. H. (2020): Evaluate the impact of COVID-19 prevention policies on supply chain aspects under uncertainty, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume 8, p.100240., pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100240>
- [333] FALUS, I., TÓTH I. K., M., BÁBOSIK, I., RÉTHY, E., SZABOLCS, É., NAHALKA, I., CSAPÓ, B., MAYER M., N., M. (2004): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe, *Műszaki Könyvkiadó, Budapest*, ISBN 963-16-2664-4, pp 1-15
- [334] GOLDBLUM, B. L., REDDIE, A. W., HICKEY, T. C., BEVINS, J. E., LADERMAN, S., MAHOWALD, N., WRIGHT, A. P., KATZENSON, E., MUBARAK, Y. (2019): The nuclear network: multiplex network analysis for interconnected systems, *Appl Netw Sci* 4, 36, pp 7, <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0141-4>
- [335] ROD, P., Math is Fun, <https://www.mathsisfun.com/data/correlation.html>, letöltés dátuma: 2022.11.13.
- [336] Spotfire, What is analysis of variance (ANOVA)?, <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-analysis-of-variance-anova>, letöltés dátuma: 2022.11.13.
- [337] MERK J. (2014): The Rise of Tier 1 Firms in the Global Garment Industry: Challenges for Labour Rights Advocates, *Oxford Development Studies*, 42(2), pp 259-277
- [338] GERMAIN, B. S., VALCKENAERS, P., VERSTRAETE, P., BRUSSEL, H. V. (2004): Resource Coordination in Supply Networks, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Volume 2, pp 1972-1976, DOI:10.1109/ICSMC.2004.1399982
- [339] BELLAMY, M. A., GHOSH, S., HORA, M. (2014): The influence of supply network structure on firm innovation, *Journal of Operations Management*, Vol. 32, Issue 6, pp 357-373, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.06.004>
- [340] FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106

- [341] TOLOO M., ERTAY T. (2014): The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach, *Measurement*, Volume 52, pp 135-142
- [342] ANTALÓCZY, K., SASS, M. (2022): Kérdőjelek a Magyar gazdaság környezetében, *Külgazdaság*, 66 (1-2), pp 5-11, DOI: <https://doi.org/10.47630/KULG.2022.66.1-2.5>
- [343] HARAPAN, H., ITOH, N., YUFIKA, A., WINARDI, W., KEAM, S., TE, H., MEGAWATI, D., HAYATI, Z., WAGNER, A. L., MUDATSIR M. (2020): Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review, *Journal of Infection and Public Health*, Volume 13, Issue 5, May 2020, Pages 667-670, <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.03.019>
- [344] POKHREL, P., HU, C., MAO, H. (2020): Detecting the Coronavirus (COVID-19), *ACS Sensors*, 5(8), 2283-2296, DOI: 10.1021/acssensors.0c01153
- [345] AIOLFI, M., CAPISTRÁN, C., TIMMERMANN, A. (2010): Forecast Combinations, *CREATES Research Paper No. 2010-21*, pp 1-35, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1609530>
- [346] SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
- [347] ZALMAN, R. (2017): Chapter 8 - Rugged autonomous vehicles, *Rugged Embedded Systems, Computing in Harsh Environments*, ISBN 9780128024591, pp 237-266, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802459-1.00008-7>
- [348] HUA, G., WANG, S., CHENG, T. C. E. (2010): Price and lead time decisions in dual-channel supply chains, *European Journal of Operational Research*, Vol. 205, Issue 1, pp 113-126, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.12.012>
- [349] 2012-2021. Lean szótár - KAIZEN PRO, <https://leanszotar.hu/page.php?44>, letöltés dátuma: 2022.09.10.
- [350] SCOTT, C., LUNDGREN, H., THOMPSON, P. (2018): Guide to Source in Supply Chain Management, In: *Guide to Supply Chain Management. Management for Professionals*, Springer, Cham, pp 43-59, https://doi.org/10.1007/978-3-319-77185-4_3
- [351] KRALJIC, P. (1983): Purchasing must become supply management, *Harvard Business Review*, 61 (5), pp 109-117
- [352] THOO, A. C., HUAM, H. T., YUSOFF, R. M., RASLI, A. M., HAMID, A. B. A. (2011): Supply chain management: success factors from the Malaysian manufacturer's perspective, *African Journal of Business Management*, Vol. 5 (17), pp 7240-7247, DOI: 10.5897/AJBM10.746
- [353] ZHANG, C., TAN, G.-W., ROBB, D. J., ZHENG, X. (2006): Sharing shipment quantity information in the supply chain, *Omega*, Vol. 34, Issue 5, pp 427-438, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.12.005>
- [354] VANALLE, R. M., LUCATO, W. C., GANGA, G. M. D., FILHO, A. G. A. (2019): Risk management in the automotive supply chain: an exploratory study in Brazil, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 3, pp 783-799, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1600762>
- [355] ZÖRGŐ, SZ. (2017): Szempontok a kvalitatív kutatás tervezéséhez és értékeléséhez, *Lege Artis Medicinae: Új Magyar Orvosi Hírmondó* 27(10-12), pp 418-426
- [356] REPISKY, M., TÓTH, J. (2019): Mi motivál egy társadalmi vállalkozót? Egy feltáró kvalitatív kutatás eredményei, *Budapest Management Review*, 50 (3). pp. 11-24. DOI <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.03.02>
- [357] ADHABI, E., ANOZIE, C. (2017): Literature Review for the Type of Interview in Qualitative Research, *International Journal of Education*, 9(3), pp 86-97, DOI:10.5296/ije.v9i3.11483
- [358] GILL, P., STEWART, K., TREASURE, E., CHADWICK, B. (2008): Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups, *Br Dent J* 204, pp 291-295, <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192>
- [359] BABBIE, E. (2003): *A társadalomtudományi kutatás gyakorlata*, Balassi kiadó, ISBN 963 506 563 9, pp 336-344
- [360] EDWARDS, R., HOLLAND, J. (2013): *What is qualitative interviewing?* Bloomsbury Academic, ISBN: 978-1-7809-3852-3, pp 1-87
- [361] STUCKEY, H. (2013): Three types of interviews: Qualitative research methods in social health, *Journal of Social Health and Diabetes* 1(2), pp 56-59, DOI: 10.4103/2321-0656.115294
- [362] MOLNÁR, D. (2010): Empirikus kutatási módszerek a szervezetfejlesztésben, *Humán Innovációs Szemle* 1-2, pp 61-71
- [363] LEE, T. W. (1999): *Using Qualitative Methods in Organizational Research*, ISBN 0-7619-0806-4, Sage Publications, pp 48-84
- [364] ADHABI, E., ANOZIE, C. (2017): Literature Review for the Type of Interview in Qualitative Research, *International Journal of Education*, 9(3), pp 86-97, DOI:10.5296/ije.v9i3.11483

- [365] MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
- [366] FUNKE, T., BECKER, T. (2020): Complex networks of material flow in manufacturing and logistics: Modeling, analysis, and prediction using stochastic block models, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 56, pp 296-311, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.015>
- [367] MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
- [368] JUHÁSZ, S., ELEKES, Z., GYURKOVICS, J. (2016): A tudáshálózatok időbeli változásának vizsgálati lehetőségei, *Közgazdasági Szemle*, 63 (12). pp, 1375-1388, <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.12.1375>
- [369] MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
- [370] LONDON A., NÉMETH T., *Komplex hálózatok: alapfogalmak, modellek, módszerek*, <http://www.inf.u-szeged.hu/~tnemeth/alga2/2015/A2-LA.pdf>, letöltés dátuma: 2022.10.05.
- [371] MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
- [372] MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
- [373] ÓSKARSDÓTTIR, M., BRAVO, C. (2021): Multilayer network analysis for improved credit risk prediction, *Omega*, Vol. 105, 102520, pp 1-24, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102520>
- [374] LENGYEL, P., PANCSIRA, J., FÜZESI, I. (2018): Szerzői kapcsolatháló-elemzés, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(3), pp 76-84, <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.3.7>.
- [375] VAN SCHALKWYK, F., DUDEK, J., COSTAS, R. (2020): Communities of shared interests and cognitive bridges: the case of the anti-vaccination movement on Twitter, *Scientometrics*, 125, pp 1499-1516, <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03551-0>
- [376] KIM, Y., CHOI, T. Y., YAN, T., DOOLEY, K. (2011): Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 29, No. 3, pp 194-211, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.001>
- [377] LENGYEL, P., PANCSIRA, J., FÜZESI, I. (2018): Szerzői kapcsolatháló-elemzés, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(3), pp 76-84, <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.3.7>.
- [378] BRANDES, U., BORGATTI, S. P., FREEMAN, L. C. (2016): Maintaining the duality of closeness and betweenness centrality, *Social Networks*, Vol. 44, pp 153-159, <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.08.003>
- [379] KIM, Y., CHOI, T. Y., YAN, T., DOOLEY, K. (2011): Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 29, No. 3, pp 194-211, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.001>
- [380] MCLAUGHLIN, A., BADER, D. (2015): Scalable and High Performance Betweenness Centrality on the GPU, *SC14: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*, 2014 IEEE, pp 573, DOI:10.1109/SC.2014.52
- [381] LENGYEL, P., PANCSIRA, J., FÜZESI, I. (2018): Szerzői kapcsolatháló-elemzés, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(3), pp 76-84, <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.3.7>.
- [382] BRANDES, U., BORGATTI, S. P., FREEMAN, L. C. (2016): Maintaining the duality of closeness and betweenness centrality, *Social Networks*, Vol. 44, pp 153-159, <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.08.003>
- [383] KIM, Y., CHOI, T. Y., YAN, T., DOOLEY, K. (2011): Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 29, No. 3, pp 194-211, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.001>
- [384] RUHNAU, B. (2000): Eigenvector-centrality — a node-centrality?, *Social Networks*, Vol. 22, Issue 4, pp 357-365, [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(00\)00031-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(00)00031-9)
- [385] DE FALCO, S. E., CUCARI, N., DI FRANCO, F. (2018): Interlocking directorates and different power forms: An explorative analysis in the Italian context, *Corporate Board: Role, Duties and Composition*, Vol. 14, No. 2, pp 7-19, <http://doi.org/10.22495/cbv14i2art1>

- [386] KC, B., MORAIS, D. B., STAINBACK, G. A., THIGPEN, J. (2018): The Use of Social Media and Peer Networking in Tourism Microentrepreneurship, *Sustainable Communities Review*, pp 57-69
- [387] Social Network Analysis Spring 2012, lecture notes, <http://djjr-courses.wikidot.com/soc180:eigenvector-centrality>, letöltés dátuma: 2022.09.12.
- [388] BRAUN, E., SEBESTYÉN, T. (2019): A magyar járműipar beágyazottsága a hazai és nemzetközi értékesítési láncokba, *Statisztikai Szemle*, 97. évfolyam, 7. szám, pp 687-720, DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2019.7.hu0687>
- [389] DOMENICO, M. D., PORTER, M. A., ARENAS, A. (2015): MuxViz: a tool for multilayer analysis and visualization of networks, *Journal of Complex Networks*, Vol. 3, Issue 2, pp 159-176, <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu038>
- [390] CHERIYAN, J., SAJEEV, G. P. (2020): An Improved PageRank Algorithm for Multilayer Networks, 2020 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT), 19988653, pp 1-6, 10.1109/CONECCT50063.2020.9198566
- [391] ÓSKARSDÓTTIR, M., BRAVO, C. (2021): Multilayer network analysis for improved credit risk prediction, *Omega*, Vol. 105, 102520, pp 1-24, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102520>
- [392] ÓSKARSDÓTTIR, M., BRAVO, C. (2021): Multilayer network analysis for improved credit risk prediction, *Omega*, Vol. 105, 102520, pp 1-24, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102520>
- [393] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [394] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [395] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [396] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [397] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [398] MASUDA, N., LAMBIOTTE, R. (2020): A Guide to Temporal Networks, 2nd Edition, Series on Complexity Science: Volume 6, eISBN 978-1-78634-916-3, World Scientific, pp 1-6, https://doi.org/10.1142/9781786349163_0001
- [399] MASUDA, N., LAMBIOTTE, R. (2020): A Guide to Temporal Networks, 2nd Edition, Series on Complexity Science: Volume 6, eISBN 978-1-78634-916-3, World Scientific, pp 1-6, https://doi.org/10.1142/9781786349163_0001
- [400] HOLME, P., SARAMÄKI, J. (2012): Temporal networks, *Physics Reports*, Vol. 519, Issue 3, pp 97-125, <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.03.001>
- [401] SALAMA, M., EZZELDIN, M., EL-DAKHAKHNI, W., TAIT, M. (2022): Temporal networks: a review and opportunities for infrastructure simulation, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 7, Issue 1, pp 40-55, <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1708175>
- [402] SALAMA, M., EZZELDIN, M., EL-DAKHAKHNI, W., TAIT, M. (2022): Temporal networks: a review and opportunities for infrastructure simulation, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 7, Issue 1, pp 40-55, <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1708175>
- [403] SALAMA, M., EZZELDIN, M., EL-DAKHAKHNI, W., TAIT, M. (2022): Temporal networks: a review and opportunities for infrastructure simulation, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 7, Issue 1, pp 40-55, <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1708175>
- [404] SALAMA, M., EZZELDIN, M., EL-DAKHAKHNI, W., TAIT, M. (2022): Temporal networks: a review and opportunities for infrastructure simulation, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 7, Issue 1, pp 40-55, <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1708175>
- [405] KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
- [406] MORIANO, P., PERUMALLA, K. (2020): On the Robustness of Network Community Structure Under Addition of Edges, No. ORNL/TM-2020/1696. Oak Ridge National Lab. (ORNL), Oak Ridge, TN (United States), pp 1-11, <https://doi.org/10.2172/1661212>
- [407] FORTUNATO, S. (2010): Community detection in graphs, *Physics Reports*, Vol. 486, Issues 3-5, pp 75-174, <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>

- [408] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [409] TRIPATHI, R., REZA, A. (2020): A subset selection based approach to structural reducibility of complex networks, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 540, 123214, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123214>
- [410] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [411] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [412] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [413] BIEN, J., TIBSHIRANI, R. (2011): Hierarchical Clustering With Prototypes via Minimax Linkage, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 106, Issue 495, pp 1075-1084, <https://doi.org/10.1198/jasa.2011.tm10183>
- [414] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [415] KOSZTYÁN, ZS. T., CSIZMADIA, T., KATONA, A. I. (2021): SIMILAR – Systematic iterative multilayer literature review method, *Journal of Informetrics*, Vol. 15, Issue 1, 101111, pp 5, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101111>
- [416] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [417] DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
- [418] XIA, Y. (2020): Correlation and association analyses in microbiome study integrating multiomics in health and disease, Chapter Eleven, *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, Vol. 171, pp 309-491, <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2020.04.003>
- [419] PIRTILÄ, M., VIROLAINEN, V. M., LIND, L., KÄRRI, T. (2020): Working capital management in the Russian automotive industry supply chain, *International Journal of Production Economics*, Vol. 221, 107474, pp 1-8, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.009>
- [420] GONÇALVES, J. N. C., CORTEZ, P., CARVALHO, M. S., FRAZÃO, N. M. (2021): A multivariate approach for multi-step demand forecasting in assembly industries: Empirical evidence from an automotive supply chain, *Decision Support Systems*, Volume 142, 113452, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113452>
- [421] UDENIO, M., FRANSOO, J. C., PEELS, R. (2015): Destocking, the bullwhip effect, and the credit crisis: Empirical modeling of supply chain dynamics, *International Journal of Production Economics*, Vol. 160, pp 34-46, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.008>
- [422] MISHRIF, A., KHAN, A. (2023): Examining the effects of COVID-19 on logistics and supply chain networks in Oman, *Journal of Emergency Management*, Vol. 21, No. 7, pp 289-306, DOI:10.5055/jem.0721
- [423] CORREA, L. S., PERL, A. (2023): Chapter 20 - Comparing mobility, behavior, and public transit's pandemic adaptation in New Zealand and U.S. cities, *Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19*, World Conference on Transport Research Society, pp 261-274, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99770-6.00029-6>
- [424] SINHA, N., GARG, A. K., DHALL, N. (2016): Effect of TQM principles on performance of Indian SMEs: the case of automotive supply chain, *The TQM Journal*, Vol. 28, No. 3, pp 1-23, <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2014-0086>
- [425] Statokos, <https://www.statokos.com/korrelacioiregresszio>, letöltés dátuma: 2023.06.03.
- [426] KAYGISIZ, A. (2011): Evaluation by Genotype*Environmental of Racing Performance in Arabian Horses, *Journal of Animal science advances*, Vol. 1, No. 1, pp 69-72
- [427] CHE, Y., WANG, X., LV, X., LIN, H. (2022): Correlation analysis of traction load sequences based on optimal delay method, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 142, Part B, 108356, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108356>
- [428] STRAKA, M., BUZNA, L. (2019): Preprocessing of GIS data for electric vehicle charging stations analysis and evaluation of the predictors significance, *Transportation Research Procedia*, Vol. 40, pp 1583-1590, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.219>
- [429] AKOGLU, H. (2018): User's guide to correlation coefficients, *Turkish Journal of Emergency Medicine*, Vol. 18, No. 3, pp 91-93, <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>
- [430] Statista, 2021 in numbers, Statista trend report on major events shaping 2021, <https://www.statista.com/study/105887/2021-in-numbers/>, letöltés dátuma: 2022.01.16.

- [431] Statista, Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2022, OICA, <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>, letöltve: 2022.08.12.
- [432] Statista, Estimated growth rates for the global electronics industry from 2020 to 2022, by region, ZVEI, <https://www.statista.com/statistics/268396/estimated-growth-rates-for-the-electronics-industry-by-region/>, letöltés dátuma: 2022.01.15.
- [433] Statista, Projected size of the global automotive electronics market from 2021 to 2027, Statista; Research and Markets, <https://www.statista.com/statistics/1236129/global-automotive-electronics-market-size/>, letöltve: 2022.08.04.
- [434] Statista, Semiconductor sales worldwide from 2015 to 2022, by region, SIA, <https://www.statista.com/statistics/249509/forecast-of-semiconductor-revenue-in-the-americas-since-2006/>, letöltés dátuma: 2020.08.13.
- [435] Statista, Integrated circuit (IC) market revenue worldwide worldwide from 2009 to 2024, WSTS, <https://www.statista.com/statistics/519456/forecast-of-worldwide-semiconductor-sales-of-integrated-circuits/>, letöltés dátuma: 2023.01.15.
- [436] ZALMAN, R. (2017): Chapter 8 - Rugged autonomous vehicles, *Rugged Embedded Systems, Computing in Harsh Environments*, ISBN 9780128024591, pp 237-266, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802459-1.00008-7>
- [437] SHARAA, I., ALOI, D. N., GERL, H. P. (2009): EMC model-based test-setup of an electrical system, *Progress In Electromagnetics Research B*, 11(11), pp 134-154, DOI:10.2528/PIERB08110307
- [438] Electronics For You, Automotive Electronics – Electronic control unit, <https://www.electronicsforu.com/market-verticals/automotive-electronic-control-unit>, letöltés dátuma: 2022.02.18.
- [439] SAWIK, T. (2002): Balancing and scheduling of surface mount technology lines, *International Journal of Production Research*, Vol. 40, Issue 9, pp 1973-1991, <https://doi.org/10.1080/00207540110118677>
- [440] PARVIZIOMRAN, I., CAO, S., YANG, H., PARK, S., WON, D. (2019): Optimization of Passive Chip Components Placement with Self-Alignment Effect for Advanced Surface Mounting Technology. *Procedia Manufacturing*, 39, pp 202-205, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.313>
- [441] BONDAVALLI, P., (2018): Graphene and Related Nanomaterials, Properties and Applications, *Micro and Nano Technologies*, Elsevier, ISBN 978-0-323-48101-4, pp 157-169, <https://doi.org/10.1016/C2016-0-00502-8>
- [442] WILLIAMSON, J., WACHTLER, K., CHIN, D., PIERCE, M. (2014): PoP Technology for the Automotive Industry, *MAPS 2014 Proceedings*, Oct. 13-16, 2014, San Diego, CA USA, ISBN: 978-0-9909028-0-5, pp 1-5, <https://doi.org/10.4071/isom-TA33>
- [443] KIM, M., JUNG, Y., JUNG, D., HUR, C. (2014): Investigating the congruence of crowdsourced information with official government data: the case of pediatric clinics, *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 16, No. 2., e29, pp 6, DOI: 10.2196/jmir.3078
- [444] SHEUGH, L., ALIZADEH, S. H. (2015): A note on pearson correlation coefficient as a metric of similarity in recommender system, *Conference: 2015 AI & Robotics (IRANOPEN)*, Qazvin, Iran, IEEE, pp 3, DOI: 10.1109/RIOS.2015.7270736
- [445] KIM, M., JUNG, Y., JUNG, D., HUR, C. (2014): Investigating the congruence of crowdsourced information with official government data: the case of pediatric clinics, *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 16, No. 2., e29, pp 6, DOI: 10.2196/jmir.3078

Felhasznált irodalom

1. 2012-2021. Lean szótár - KAIZEN PRO, <https://leanzotar.hu/page.php?44>, letöltés dátuma: 2022.09.10.
2. ADHABI, E., ANOZIE, C. (2017): Literature Review for the Type of Interview in Qualitative Research, *International Journal of Education*, 9(3), pp 86-97, DOI:10.5296/ije.v9i3.11483
3. AIOLFI, M., CAPISTRÁN, C., TIMMERMANN, A. (2010): Forecast Combinations, *CREATES Research Paper No. 2010-21*, pp 1-35, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1609530>
4. AKOGLU, H. (2018): User's guide to correlation coefficients, *Turkish Journal of Emergency Medicine*, Vol. 18, No. 3, pp 91-93, <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>
5. ALBERS, S., RUNDSHAGEN, V. (2020): European airlines' strategic responses to the COVID-19 pandemic (January-May, 2020), *Journal of Air Transport Management*, Volume 87, 101863, pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101863>
6. ALBRECHT, M., BEDFORD, R., PLIETKER, B. (2014): Catalytic and Organometallic Chemistry of Earth-Abundant Metals, *Organometallics*, 33, 20, pp 5619-5620, <https://doi.org/10.1021/om5010379>
7. AL-DOORI, J. A. (2019): The Impact of Supply Chain Collaboration on Performance in Automotive Industry: Empirical Evidence, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 12, No. 2, pp 241-253, <https://doi.org/10.3926/jiem.2835>
8. ALHAWARI, S., KARADSHEH, L., TALET, A. N., MANSOUR, E. (2012): Knowledge-Based Risk Management framework for Information Technology project, *International Journal of Information Management*, Volume 32, Issue 1, pp 50-57, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.07.002>
9. ALZOUBI, H. M., AHMED, G. (2019): Do TQM practices improve organisational success? A case study of electronics industry in the UAE, *International Journal of Economics and Business Research*, 17(4), pp 459-471, DOI:10.1504/IJEBR.2019.099975
10. ALZOUBI, H. M., ELREHAIL, H., HANAYSHA, J. R., AL-GASAYMEH, A., AL-ADAILEH, R. (2022): The role of Supply Chain Integration and agile practices in improving lead time during the COVID-19 crisis, *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, 13(1), pp 1-7, DOI: 10.4018/IJSSMET.290348
11. ANTALÓCZY, K., SASS, M. (2022): Kérdőjelek a Magyar gazdaság környezetében, *Külgazdaság*, 66 (1-2), pp 5-11, DOI: <https://doi.org/10.47630/KULG.2022.66.1-2.5>
12. ANZOOM, R., NAGI, R., VOGIATZIS, C. (2021): A review of research in illicit supply-chain networks and new directions to thwart them, *IISE Transactions*, Vol. 54, Issue 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1080/24725854.2021.1939466>
13. ASL-NAJAFI J., YAGHOUBI S., ZAND F. (2021): Dual-channel supply chain coordination considering targeted capacity allocation under uncertainty, *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 187, pp 566-572, <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2021.03.019>
14. AVELAR-SOSA, L., GARCÍA-ALCARAZ, J. L., MALDONADO-MACÍAS, A. A., MEJÍA-MUÑOZ, J. M. (2018): Application of structural equation modelling to analyse the impacts of logistics services on risk perception, agility and customer service level, *Advances in Production Engineering & Management*, Vol. 13, No. 2, pp 179-192, <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.283>
15. AZADEGAN, A., DOOLEY, K. (2021): A Typology of Supply Network Resilience Strategies: Complex Collaborations in a Complex World, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 57, Issue 1, pp 17-26, <https://doi.org/10.1111/jscm.12256>
16. AZIZ, A., KOSASIH, E. E., GRIFFITHS, R.-R., BRINTRUP A. (2021): Data Considerations in Graph Representation Learning for Supply Chain Networks, *arXiv:2107.10609*, ICML 2021 Workshop on Machine Learning for Data, pp 1-8, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10609>
17. AZIZI, A., MANOHARAN, T. (2015): Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED-A Case Study, *Procedia Manufacturing*, Vol. 2, pp 153-158, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.027>
18. BABBIE, E. (2003): A társadalomtudományi kutatás gyakorlata, Balassi kiadó, ISBN 963 506 563 9, pp 336-344
19. BABICH, V., BURNETAS, A. N., RITCHKEN, P. H. (2007): Competition and Diversification Effects in Supply Chains with Supplier Default Risk, *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp 123-146, <https://doi.org/10.1287/msom.1060.0122>
20. BANSAL, M., ADHITYA, A., SRINIVASAN, R. (2005): An online decision support framework for managing abnormal supply chain events, *Computer Aided Chemical Engineering*, Volume 20, pp 985-990, [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(05\)80006-9](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(05)80006-9)

21. BARRAD, S., VALVERDE, R. (2020): The impact of e-supply chain management systems on procurement operations and cost reduction in the electronics manufacturing services industry, *Journal of Media Management and Entrepreneurship*, 2(1), pp 1-22, DOI: 10.4018/JMME.2020010101
22. BARTNIK R., WILHELM M., FUJIMOTO T. (2018): Introduction to innovation in the East Asian automotive industry: Exploring the interplay between product architectures, firm strategies, and national innovation systems, *Technovation*, Vol. 70-71, pp 1-6
23. BELHADI, A., KAMBLE, S., JABBOUR, C. J. C., GUNASEKARAN, A., NDUBISI, N. O., VENKATESH, M. (2021): Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 163, 120447, pp 1-19, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120447>
24. BELLAMY, M. A., GHOSH, S., HORA, M. (2014): The influence of supply network structure on firm innovation, *Journal of Operations Management*, Vol. 32, Issue 6, pp 357-373, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.06.004>
25. BERKE SZ., TÓTH G. (2020): Felelős vállalat vagy "csak" felelős vezető? LÉPÉSEK: A FENNTARTHATÓSÁG FELÉ 25:1, pp. 14-15, 2 p.
26. BIEN, J., TIBSHIRANI, R. (2011): Hierarchical Clustering With Prototypes via Minimax Linkage, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 106, Issue 495, pp 1075-1084, <https://doi.org/10.1198/jasa.2011.tm10183>
27. BIRKEL H., MÜLLER J. M. (2021): Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability - A systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 289, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125612>
28. BOGATAJ, D., BOGATAJ, M. (2007): Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space, *International Journal of Production Economics*, Volume 108, Issues 1-2, pp 291-301, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.017>
29. BONDAVALLI, P., (2018): Graphene and Related Nanomaterials, Properties and Applications, *Micro and Nano Technologies*, Elsevier, ISBN 978-0-323-48101-4, pp 157-169, <https://doi.org/10.1016/C2016-0-00502-8>
30. BRANDES, U., BORGATTI, S. P., FREEMAN, L. C. (2016): Maintaining the duality of closeness and betweenness centrality, *Social Networks*, Vol. 44, pp 153-159, <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.08.003>
31. BRAUN, E., SEBESTYÉN, T. (2019): A magyar járműipar beágyazottsága a hazai és nemzetközi értékesítési láncokba, *Statisztikai Szemle*, 97. évfolyam, 7. szám, pp 687-720, DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2019.7.hu0687>
32. BRODING, H. C., FARTASCH, M. (2020): Automotive Industry, in: John, S., Johansen, J., Rustemeyer, T., Elsner, P., Maibach, H. (eds) *Kanerva's Occupational Dermatology*, Springer, Cham, pp 1-6 https://doi.org/10.1007/978-3-319-68617-2_134
33. BURGGRÄF P., DANNAPFEL M., ADLON T., KAHMANN H., SCHUKAT E., KEENS, J. (2020): Capability-based assembly design: An approach for planning an agile assembly system in automotive industry, *Procedia CIRP*, Volume 93, pp 1206-1211
34. BUTT, A. S. (2021): Strategies to mitigate the impact of COVID-19 on supply chain disruptions: a multiple case analysis of buyers and distributors, *The International Journal of Logistics Management*, pp 1-16, <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2020-0455>
35. BÜTTNER, K., SALAU, J., KRIETER, J. (2016): Adaption of the temporal correlation coefficient calculation for temporal networks (applied to a real-world pig trade network), *SpringerPlus*, 5, 165, pp 1-19, <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1811-7>
36. BYLEN, S. (2020): Market of Logistics Services During the Covid-19 Pandemic, *European Research Studies Journal*, Volume XXIII, Special Issue 3, pp 47-61
37. CAI, M., LUO, J. (2020): Influence of COVID-19 on Manufacturing Industry and Corresponding Countermeasures from Supply Chain Perspective, *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 25(4), 409-416, <https://doi.org/10.1007/s12204-020-2206-z>
38. CAMILLERI, E., MIAH, S. J. (2021): Evaluating latent content within unstructured text: an analytical methodology based on a temporal network of associated topics, *Journal of Big Data*, 8, pp 1-37, <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00511-0>
39. CELIKBILEK, C., ERENAY, B., SUER, G. A. (2015): A Fuzzy Approach for a Supply Chain Network Design Problem, *Proceedings of 26th Annual Production and Operations Management Society Conference*, Washington DC, USA, pp 1-10
40. CHE, Y., WANG, X., LV, X., LIN, H. (2022): Correlation analysis of traction load sequences based on optimal delay method, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 142, Part B, 108356, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108356>

41. CHEN, J., WANG, H., ZHONG, R. Y. (2021): A supply chain disruption recovery strategy considering product change under COVID-19, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 60, pp 920-927, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.04.004>
42. CHEN, Z., LIU F. (2021): Multi-outsourcing supply chain coordination under yield and demand uncertainties, *Expert Systems with Applications*, pp 1-10
doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115177>
43. CHENG, P., XIA, G., PANG, P., WU, B., JIANG, W., LI, Y., WANG, M., LING, Q., CHANG, X., WANG, J., DAI, X., LIN, X., BI, X. (2020): COVID-19 Epidemic Peer Support and Crisis Intervention Via Social Media, *Community Mental Health Journal*, 56(5), pp 786-792, <https://doi.org/10.1007/s10597-020-00624-5>
44. CHERIYAN, J., SAJEEV, G. P. (2020): An Improved PageRank Algorithm for Multilayer Networks, 2020 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT), 19988653, pp 1-6, 10.1109/CONECCT50063.2020.9198566
45. CHOI H., MODY C. C. (2009): The long history of molecular electronics: Microelectronics origins of nanotechnology, *Social Studies of Science*, 39(1), pp 11-20, 37-43
46. CHOPRA, S., SODHI, M. S. (2004): Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown, *MIT Sloan Management Review*, Vol. 46, No. 1, pp 53-61
47. CHOWDHURY, P., PAUL, S. K., KAISAR, S., MOKTADIR, MD. A. (2021): COVID-19 pandemic related supply chain studies: A systematic review, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 148, 102271, pp 1-22, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102271>
48. CLARK, B., PATT, D. (2021): Regaining the Digital Advantage: A Demand-Focused Strategy for US Microelectronics Competitiveness, Center for Defense Concepts and Technology, Hudson Institute, pp 7-40
49. COLTMAN, T., BRU, K., PERM-AJCHARIYAWONG, N., DEVINNEY, T. M., BENITO, G. R. G. (2009): Supply chain contract evolution, *European Management Journal*, Volume 27, Issue 6, pp 388-401, <https://doi.org/10.1016/j.emj.2008.11.005>
50. CORREA, L. S., PERL, A. (2023): Chapter 20 - Comparing mobility, behavior, and public transit's pandemic adaptation in New Zealand and U.S. cities, *Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19*, World Conference on Transport Research Society, pp 261-274, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99770-6.00029-6>
51. COVELLO, V. T., MUMPOWER, J. (1985): Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective, *Risk analysis* 5(2), pp 103-120, 0272-4332/S5/0600-0103\$04 50/1 01985
52. CUI, L., KUMARA, S., ALBERT, R. (2010): Complex Networks: An Engineering View, *IEEE Circuits and Systems Magazine*, Vol. 10, Issue 3, pp 10-25, DOI: 10.1109/MCAS.2010.937883
53. DAUD, N. N., HAMID, S. H. A., SAADOON, M., SAHRAN, F., ANUAR, N. B. (2020): Applications of link prediction in social networks: A review, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 166., 102716, pp 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102716>
54. Daxue Consulting, China's semiconductor industry: Seeking for self-sufficiency amid global political tensions, <https://daxueconsulting.com/chinas-semiconductor-industry/>, letöltés dátuma: 2020.08.13.
55. DE DOMENICO, M., NICOSIA, V., ARENAS, A., LATORA, V. (2015): Structural reducibility of multilayer networks, *Nat Commun* 6, 6864, pp 1-9, <https://doi.org/10.1038/ncomms7864>
56. DE FALCO, S. E., CUCARI, N., DI FRANCO, F. (2018): Interlocking directorates and different power forms: An explorative analysis in the Italian context, *Corporate Board: Role, Duties and Composition*, Vol. 14, No. 2, pp 7-19, <http://doi.org/10.22495/cbv14i2art1>
57. DE JEUDE, J A VAN L., ASTE, T., CALDARELLI, G. (2019): The multilayer structure of corporate networks, *New Journal of Physics*, Vol. 21, 025002, pp 1-10, DOI 10.1088/1367-2630/ab022d
58. DELFMANN, W., ALBERS, S. (2000): Supply Chain Management in the Global Context, Working Paper No. 102, Dept. of Business Policy & Logistics, University of Cologne, pp 15-20.
59. DELIC M., EYERS D. (2020): The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry, *International Journal of Production Economics*, Volume 228, p.107689., pp 1-7
60. DENNYSON W, B., JOTHIKUMAR, C. (2022): A REVIEW ON CONTROLLER AREA NETWORK AND ELECTRONIC CONTROL UNIT IN AUTOMOTIVE ENVIRONMENT, *Journal of Positive School Psychology*, Vol. 6 No. 4, pp 269-275
61. DINGEL, J. I., NEIMAN, B. (2020): How many jobs can be done at home? NBER Working Paper No. 26948, National Bureau of Economic Research, Inc, pp. 1-13.
62. DOLGUI, A., IVANOV, D., ROZHKOV, M. (2020): Does the ripple effect influence the bullwhip effect? An integrated analysis of structural and operational dynamics in the supply chain, *International Journal of Production Research*, Volume 58, Issue 5, pp 1285-1301, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627438>

63. DOMENICO, M. D., PORTER, M. A., ARENAS, A. (2015): MuxViz: a tool for multilayer analysis and visualization of networks, *Journal of Complex Networks*, Vol. 3, Issue 2, pp 159-176, <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu038>
64. DUNN, J. (2021): COVID-19 and Supply Chains: A Year of Evolving Disruption, Federal Reserve Bank of Cleveland, Cleveland Fed District Data Brief, ISSN 2691-9710, pp 1-9, <https://doi.org/10.26509/frbc-ddb-20210226>
65. EBRAHIMI, M., BABOLI, A., ROTHER, E. (2019): The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), pp 188-194.
66. EDWARDS, R., HOLLAND, J. (2013): What is qualitative interviewing? Bloomsbury Academic, ISBN: 978-1-7809-3852-3, pp 1-87
67. EKINCI, E., MANGLA, S. K., KAZANCOGLU, Y., SARMA, P. R. S., SEZER, M. D., OZBILTEKIN-PALA, M. (2022): Resilience and complexity measurement for energy efficient global supply chains in disruptive events, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 179, 121634, pp 1-17, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121634>
68. ELDEM, B., KLUCZEK, A., BAGIŃSKI, J. (2022): The COVID-19 Impact on Supply Chain Operations of Automotive Industry: A Case Study of Sustainability 4.0 Based on Sense-Adapt-Transform Framework, *Sustainability* 2022, 14(10), 5855, pp 1-32, <https://doi.org/10.3390/su14105855>
69. Electronics For You, Automotive Electronics – Electronic control unit, <https://www.electronicsforu.com/market-verticals/automotive-electronic-control-unit>, letöltés dátuma: 2022.02.18.
70. ESMAEILI-NAJAFABADI E., AZAD N., SABER FALLAH NEZHAD M. (2021): Risk-averse supplier selection and order allocation in the centralized supply chains under disruption risks, *Expert Systems with Applications*, Volume 175, p.114691., pp 1-10
71. European Centre for Disease Prevention and Control, The European Respiratory Virus Surveillance Summary (ERVISS), <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>, letöltés dátuma: 2020.05.31.
72. FALUS, I., TÓTH I. K., M., BÁBOSIK, I., RÉTHY, E., SZABOLCS, É., NAHALKA, I., CSAPÓ, B., MAYER M., N., M. (2004): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, ISBN 963-16-2664-4, pp 1-15
73. FIENBERG, S. E. (2012): A Brief History of Statistical Models for Network Analysis and Open Challenges, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 21, Issue 4, pp 825-839, <https://doi.org/10.1080/10618600.2012.738106>
74. FLYNN, B., KOUFTEROS, X., LU, G. (2016): On Theory in Supply Chain Uncertainty and its Implications for Supply Chain Integration, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 52, No. 3, pp 1-34, DOI:10.1111/jscm.12106
75. FOLTA, T. B. (2007): Uncertainty rules the day, *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1-2), pp 97-99, DOI:10.1002/sej.7
76. FONSECA, L. M., AZEVEDO, A. L. (2020): COVID- 19: outcomes for Global Supply Chains, *Management & Marketing, Challenges for the Knowledge Society*, Vol. 15, No. Special Issue, pp 424-438, DOI: 10.2478/mmcks-2020-0025
77. FORTUNATO, S. (2010): Community detection in graphs, *Physics Reports*, Vol. 486, Issues 3-5, pp 75-174, <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>
78. FUNKE, T., BECKER, T. (2020): Complex networks of material flow in manufacturing and logistics: Modeling, analysis, and prediction using stochastic block models, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 56, pp 296-311, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.015>
79. GARVEY, M. D., CARNOVALE, S., YENIYURT, S. (2015): An analytical framework for supply network risk propagation: A Bayesian network approach, *European Journal of Operational Research*, Volume 243, Issue 2, pp 618-627, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.034>
80. GELEI, A., NAGY, J. (2017): Logisztikai Évkönyv 2017, Magyar Logisztika Egyesület, Csíkos Nyomda Kft., Szabadka, ISSN 1218-3849, pp 93-104
81. GEORGIADIS, G. P., GEORGIADIS, M. C. (2021): Optimal planning of the COVID-19 vaccine supply chain, *Vaccine*, Vol. 39, Issue 37, pp 5302-5312, <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.07.068>
82. GERMAIN, B. S., VALCKENAERS, P., VERSTRAETE, P., BRUSSEL, H. V. (2004): Resource Coordination in Supply Networks, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Volume 2, pp 1972-1976, DOI:10.1109/ICSMC.2004.1399982
83. GHADIR, A. H., VANDCHALI, H. R., FALLAH, M., TIRKOLAEI, E. B. (2022): Evaluating the impacts of COVID-19 outbreak on supply chain risks by modified failure mode and effects analysis: a case study in an automotive company, *Annals of Operations Research*, pp 1-31, <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04651-1>

84. GHAVASIEH, A., DE DOMENICO, M. (2020): Enhancing transport properties in interconnected systems without altering their structure, *PHYSICAL REVIEW RESEARCH* 2, 013155, pp 1-18, <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013155>
85. GHIYASINASAB, M., LEHOUX, N., MÉNARD S., CLOUTIER, C. (2020): Production planning and project scheduling for engineer-to-order systems- case study for engineered wood production, *International Journal of Production Research*, Vol. 59, Issue 4, pp 1-20 DOI: 10.1080/00207543.2020.1717009
86. GIFFORD, S. (2003): Risk and Uncertainty, In: Acs, Z.J., Audretsch, D.B. (eds) *Handbook of Entrepreneurship Research*, International Handbook Series on Entrepreneurship, Vol 1. Springer, Boston, MA, pp 303-318, https://doi.org/10.1007/0-387-24519-7_3
87. GILL, P., STEWART, K., TREASURE, E., CHADWICK, B. (2008): Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups, *Br Dent J* 204, pp 291-295, <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192>
88. GOH, M., LIM, J. Y. S., MENG, F. (2007): A stochastic model for risk management in global supply chain networks, *European Journal of Operational Research*, Volume 182, Issue 1, pp 164-173, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.028>
89. GOHOUNGODJI P., N'DRI A., LATULIPPE J., MATOS A. (2020): What is stopping the automotive industry from going green? A systematic review of barriers to green innovation in the automotive industry, *Journal of Cleaner Production*, Volume 277, p.123524., pp 1-10
90. GOLDBLUM, B. L., REDDIE, A. W., HICKEY, T. C., BEVINS, J. E., LADERMAN, S., MAHOWALD, N., WRIGHT, A. P., KATZENSON, E., MUBARAK, Y. (2019): The nuclear network: multiplex network analysis for interconnected systems, *Appl Netw Sci* 4, 36, pp 7, <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0141-4>
91. GONÇALVES, J. N. C., CORTEZ, P., CARVALHO, M. S., FRAZÃO, N. M. (2021): A multivariate approach for multi-step demand forecasting in assembly industries: Empirical evidence from an automotive supply chain, *Decision Support Systems*, Volume 142, 113452, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113452>
92. GONG, X.-L., LIU, J.-M., XIONG, X., ZHANG, W. (2022): Research on stock volatility risk and investor sentiment contagion from the perspective of multi-layer dynamic network, *International Review of Financial Analysis*, Vol. 84, 102359, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102359>
93. GOODELL, J. (2020): COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance Research Letters*, Vol. 35, 101512, pp 1-4, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101512>
94. GOVINDAN, K., MINA, H., ESMAEILI, A., GHOLAMI-ZANJANI, S. M. (2020): An Integrated Hybrid Approach for Circular supplier selection and Closed loop Supply Chain Network Design under Uncertainty, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 242, 118317, pp 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118317>
95. GOVINDANA, K., MINA, H., ALAVI, B. (2019): A decision support system for demand management in healthcaresupply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19), *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 138, 101967, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101967>
96. GRIDA M., MOHAMED R., ZAIED A. N. H. (2020): Evaluate the impact of COVID-19 prevention policies on supply chain aspects under uncertainty, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume 8, p.100240., pp 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100240>
97. GUAN, D., WANG, D., HALLEGATTE, S., DAVIS, S. J., HUO, J., LI, S., BAI, Y., LEI, T., XUE, Q., COFFMAN, D., CHENG, D., CHEN, P., LIANG, X., XU, B., LU, X., WANG, S., HUBACEK, K., GONG, P. (2020): Global supply-chain effects of COVID-19 control measures, *Nat Hum Behav* 4, pp 577-587, <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>
98. GUARNER, J., MD (2020): Three Emerging Coronaviruses in Two Decades, The Story of SARS, MERS, and Now COVID-19, *American Journal of Clinical Pathology*, Vol. 153, Issue 4, pp. 420-421, <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqaa029>
99. GUPTA, V., SANTOSH, KC., ARORA, R., CIANO, T., KALID, K. S., MOHAN, S. (2022): Socioeconomic impact due to COVID-19: An empirical assessment, *Information Processing & Management*, Volume 59, Issue 2, 102810, pp 1-20, <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102810>
100. GURTU, A., JOHNY, J. (2021): Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks* 9, 16., pp 1-16, <https://doi.org/10.3390/risks9010016>
101. HADADAN, E. K. (2016): *Inventory Optimization Through Integration of Marketing and Supply Chain Management*, University of Gävle, Faculty of Education and Business Studies, Department of Business and Economic Studies, Independent thesis Advanced level, pp 1-64
102. HAIGH, T. (2016): How Charles Bachman invented the DBMS, a foundation of our digital world, *Communications of the ACM*, Vol. 59, Issue 7, pp 25-30, <https://doi.org/10.1145/2935880>

103. HALDON, J., EISENBERG, M., MORDECHAI, L., IZDEBSKI, A., WHITE, S. (2020): Lessons from the past, policies for the future: resilience and sustainability in past crises, *Environment Systems and Decisions*, 40, pp 287-297, <https://doi.org/10.1007/s10669-020-09778-9>
104. HANDFIELD, R. B., GRAHAM G., BURNS, L. (2020): Corona virus, tariffs, trade wars and supply chain evolutionary design, *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN: 0144-3577, Vol. 40, No. 10, pp 1649-1660, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0171>
105. HARAPAN, H., ITOH, N., YUFIKA, A., WINARDI, W., KEAM, S., TE, H., MEGAWATI, D., HAYATI, Z., WAGNER, A. L., MUDATSIR M. (2020): Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review, *Journal of Infection and Public Health*, Volume 13, Issue 5, May 2020, Pages 667-670, <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.03.019>
106. HASAN, S. M., GAO, J., WASIF, M., IQBAL, S. A. (2014): An Integrated Decision Making Framework for Automotive Product Development with the Supply Chain, *Procedia CIRP*, Volume 25, pp 10-15, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.004>
107. HEYDARI, J., KAZEMZADEH, R. B., CHAHARSOOGHI, S. K. (2009): A study of lead time variation impact on supply chain performance, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, volume 40, pp 1206-1215, <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1428-2>
108. HOFMAN, P. S., BLOME, C., SCHLEPER, M. C., SUBRAMANIAN, N. (2020): Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 29, Issue 6, pp 2734-2754, <https://doi.org/10.1002/bse.2532>
109. HOLME, P., SARAMÄKI, J. (2012): Temporal networks, *Physics Reports*, Vol. 519, Issue 3, pp 97-125, <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.03.001>
110. HORVÁTH A., VÍZKELETI A. (2016): Lean elvek érvényesülése a modern beszerzésmentésben, *Logisztikai Évkönyv 2016*, ISSN 1218-3849, pp 155-163
111. HOSSEINI, S., IVANOV, D. (2021): A multi-layer Bayesian network method for supply chain disruption modelling in the wake of the COVID-19 pandemic, *International Journal of Production Research*, Vol. 60, No. 17, pp 5258-5276, <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1953180>
112. HU, X., WANG, C., ZHU, X., YAO, C., GHADIMI, P. (2021): Trade structure and risk transmission in the international automotive Li-ion batteries trade, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 170, 105591, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105591>
113. HUA, G., WANG, S., CHENG, T. C. E. (2010): Price and lead time decisions in dual-channel supply chains, *European Journal of Operational Research*, Vol. 205, Issue 1, pp 113-126, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.12.012>
114. HUO, B., QI, Y., WANG, Z., ZHAO, X. (2014): The impact of supply chain integration on firm performance: The moderating role of competitive strategy, *Supply Chain Management*, Vol. 19, No. 4, pp 369-384, <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2013-0096>
115. INO, E., WATANABE, K. (2021): The Impact of COVID-19 on the Global Supply Chain: A Discussion on Decentralization of the Supply Chain and Ensuring Interoperability, *J. Disaster Res.*, Vol 16, No 1, pp 56-60, doi: 10.20965/jdr.2021.p0056
116. International Energy Agency: IEA, Global electric car sales by key markets, 2010-2020, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-sales-by-key-markets-2015-2020>, letöltve: 2021.04.27.
117. ISHAK, S., SALIM, N. A. M., LAZIM, N. L., SHAHARUDIN, M. R., WAHAB, S. (2022): A Conceptual Paper of Supply Chain Adaptive Strategies During Covid-19 Pandemic and the Impact on Performance to Semiconductor Industries, *Asian Journal of Research in Business and Management*, Vol. 4 No. 1, pp. 1-14
118. IVANOV, D. (2020): Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 136, 101922, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
119. IVANOV, D., DOLGUI, A. (2020): Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 10, pp 2904-2915, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
120. JAENICHEN, F.-M., LIEPOLD, C. J., ISMAIL, A., MARTENS, C. J., DÖRRSAM, V., EHM, H., (2021): Simulating and Evaluating Supply Chain Disruptions Along an End-to-end Semiconductor Automotive Supply Chain, *Proceedings of the 2021 Winter Simulation Conference*, pp 1-12
121. JONES D.T., HINES P., RICH N. (1997): Lean logistics, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27 No. 3/4, pp 153-165, <https://doi.org/10.1108/09600039710170557>

122. JOSHI, D., NEPAL, B., RATHORE, A. P. S., SHARMA, D. (2013): On supply chain competitiveness of Indian automotive component manufacturing industry, *International Journal of Production Economics*, Volume 143, Issue 1 pp 151-161, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.12.023>
123. JUHÁSZ, S., ELEKES, Z., GYURKOVICS, J. (2016): A tudáshálózatok időbeli változásának vizsgálati lehetőségei, ISSN 0023-4346, *Közgazdasági Szemle*, 63 (12). pp, 1375-1388, <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.12.1375>
124. JÜTTNER, U., PECK, H., CHRISTOPHER, M. (2010): Supply chain risk management: outlining an agenda for future research, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Volume 6, 197-210, <https://doi.org/10.1080/13675560310001627016>
125. KÁKI, A., SALO, A., TALLURI, S. (2015): Disruptions in supply networks: A probabilistic risk assessment approach, *Journal of Business Logistics*, 2015, 36(3), pp 273-287, <https://doi.org/10.1111/jbl.12086>
126. KARNAUSHENKO, D., KANG, T., BANDARI, V. K., ZHU, F., SCHMIDT, O. G. (2020): 3D self-assembled microelectronic devices: concepts, materials, applications, *Advanced Materials* 32(15), pp 1-25, DOI:10.1002/adma.201902994
127. KAYGISIZ, A. (2011): Evaluation by Genotype*Environmental of Racing Performance in Arabian Horses, *Journal of Animal science advances*, Vol. 1, No. 1, pp 69-72
128. KC, B., MORAIS, D. B., STAINBACK, G. A., THIGPEN, J. (2018): The Use of Social Media and Peer Networking in Tourism Microentrepreneurship, *Sustainable Communities Review*, pp 57-69
129. KIERS, J., SEINHORST, J., ZWANENBURG, M., STEK, K. (2022): Which Strategies and Corresponding Competences Are Needed to Improve Supply Chain Resilience: A COVID-19 Based Review, *Logistics* 2022, 6(1), 12, pp 1-17, <https://doi.org/10.3390/logistics6010012>
130. KIM, M., JUNG, Y., JUNG, D., HUR, C. (2014): Investigating the congruence of crowdsourced information with official government data: the case of pediatric clinics, *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 16, No. 2., e29, pp 6, DOI: 10.2196/jmir.3078
131. KIM, Y., CHOI, T. Y., YAN, T., DOOLEY, K. (2011): Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 29, No. 3, pp 194-211, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.001>
132. KINSLEY, A. C., ROSSI, G., SILK, M. J., VANDERWAAL, K. (2020): Multilayer and Multiplex Networks: An Introduction to Their Use in Veterinary Epidemiology, *Front. Vet. Sci.* 7:596., pp 1-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00596>
133. KIRILMAZ, O., EROL, S. (2017): A proactive approach to supply chain risk management: Shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 23, Issue 1, pp 54-65, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.04.002>
134. KOSZTYÁN, ZS. T., CSIZMADIA, T., KATONA, A. I. (2021): SIMILAR – Systematic iterative multilayer literature review method, *Journal of Informetrics*, Vol. 15, Issue 1, 101111, pp 5, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101111>
135. KOVACS, GY., KOT, S. (2016): New logistics and production trends as the effect of global economy changes, *Polish Journal of Management Studies*, Vol 14., No. 2, pp 115-126, DOI:10.17512/pjms.2016.14.2.11
136. KRALJIC, P. (1983): Purchasing must become supply management, *Harvard Business Review*, 61 (5), pp 109-117
137. KRAUS, S., CLAUSS, T., BREIER, M., GAST, J., ZARDINI, A., TIBERIUS, V. (2020): The economics of COVID-19: initial empirical evidence on how family firms in five European countries cope with the corona crisis, *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, pp 1-13 <https://doi.org/10.1108/IJEBR-04-2020-0214>
138. LAVASSANI, K. M., MOVAHEDI, B. (2021): Firm-Level Analysis of Global Supply Chain Network: Role of Centrality on Firm's Performance, *International Journal of Global Business and Competitiveness*, 16, pp 86-103, <https://doi.org/10.1007/s42943-021-00026-8>
139. LÈBRE, É, KUNG, A., SAVINOVA, E., VALENTA, R. K. (2023): Mining on land or in the deep sea? Overlooked considerations of a reshuffling in the supply source mix, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 191, 106898, pp 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106898>
140. LEE, J. Y., KIM, D., CHOI, B., JIMÉNEZ, A. (2023): Early evidence on how Industry 4.0 reshapes MNEs' global value chains: The role of value creation versus value capturing by headquarters and foreign subsidiaries, *Journal of International Business Studies*, 54, pp 599-630, <https://doi.org/10.1057/s41267-022-00596-6>
141. LEE, T. W. (1999): *Using Qualitative Methods in Organizational Research*, ISBN 0-7619-0806-4, Sage Publications, pp 48-84
142. LEIJTEN, F., REIS, T. N. P. DOS, SIM, S., VERBURG, P. H., MEYFROIDT, P. (2022): The influence of company sourcing patterns on the adoption and effectiveness of zero-deforestation commitments in

- Brazil's soy supply chain, *Environmental Science & Policy*, Vol. 128, pp 208-215, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.032>
143. LENGYEL, P., PANCSIRA, J., FÜZESI, I. (2018): Szerzői kapcsolatháló-elemzés, *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3(3), pp 76-84, <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2018.3.7>.
 144. LI X. Y., GE J. P., CHEN W. Q., WANG P. (2019): Scenarios of rare earth elements demand driven by automotive electrification in China: 2018–2030, *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 322-331.
 145. LI, X., GHADAMI, A., DRAKE, J. M., ROHANI, P., EPUREANU B. I. (2021): Mathematical model of the feedback between global supply chain disruption and Covid-19 Dynamics, *Scientific Reports*, 11(1). 15450, pp 1-10, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94619-1>
 146. LIAO, C.-J., SHYU, C.-H. (1991): An Analytical Determination of Lead Time with Normal Demand, *International Journal of Operations & Production Management*, 11(9), pp.72-78.
 147. LIU, K., DESHMUKH, S. (2022): The Evolution of the Multi-tier Supply Chains in the EU Automotive Industry Driven by Covid-19, A case study at a large automotive OEM, Master's thesis in Supply Chain Management, pp 47-71
 148. LIU, M., LIU, Z., CHU, F., ZHENG, F., CHU, C. (2021): A new robust dynamic Bayesian network approach for disruption risk assessment under the supply chain ripple effect, *International Journal of Production Research*, Vol. 59, Issue 1, pp 265-285, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1841318>
 149. LIU, S., LEAT, M., MOIZER, J., MEGICKS, P., KASTURIRATNE, D. (2013): A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management, *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 7, pp 2123-2137, <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.709646>
 150. LIU, Y. F., ZHANG, Q. S. (2018): Solving multi-objective planning model for equipment manufacturing enterprises with dual uncertain demands using NSGA-II algorithm, *Advances in Production Engineering & Management*, Volume 13, Number 2, pp 193-205, <https://doi.org/10.14743/apem2018.2.284>
 151. LIU, Y., WANG, H., CHEN, J., ZHANG, X., YUE, X., KE, J., WANG, B., PENG, C. (2020): Emergency management of nursing human resources and supplies to respond to coronavirus disease 2019 epidemic, *International Journal of Nursing Sciences* 7, pp. 135-138. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2020.03.011>
 152. LONDON A., NÉMETH T., Komplex hálózatok: alapfogalmak, modellek, módszerek, <http://www.inf.u-szeged.hu/~tnemeth/alga2/2015/A2-LA.pdf>, letöltés dátuma: 2022.10.05.
 153. M. RAMÍREZ-GRANADOS, J.E. HERNÁNDEZ, A.C. LYONS (2014): A Discrete-event Simulation Model for Supporting the First-tier Supplier Decision-Making in a UK's Automotive Industry, *Journal of Applied Research and Technology*, Volume 12, Issue 5, October 2014, pp 860-864.
 154. MADAN, A. K., SINGARI, R. M. (2014): Application of Selective Inventory Control Techniques for Cutting Tool Inventory Modeling and Inventory Reduction-A Case Study, *International Conference of Advance Research and Innovation (ICARI-2014)*, ISBN 978-93-5156-328-0, pp 127-135
 155. MANI, S., MISHRA, M. (2020): Non-monetary levers to enhance employee engagement in organizations - "GREAT" model of motivation during the Covid-19 crisis, *Strategic HR Review*, Vol. 19, No. 4, pp. 171-175, <https://doi.org/10.1108/SHR-04-2020-0028>
 156. MANUIJ, I., MENTZER, J. T. (2008): Global supply chain risk management strategies, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38, No. 3, pp 192-211
 157. MARINOVA, G. I., BITRI, A. K. (2021): Challenges and opportunities for semiconductor and electronic design automation industry in post-Covid-19 years, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 1208, 13th International Conference on Development and Modernization of the Manufacturing (RIM 2021), Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 012036, pp. 1-6, DOI 10.1088/1757-899X/1208/1/012036
 158. MASLARIC M., BACKALIC T., NIKOLICIC S., MIRCETIC D. (2013): Assessing the trade-off between lean and resilience through supply chain risk management, *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(4), pp 229-236
 159. MASUDA, N., LAMBIOTTE, R. (2020): A Guide to Temporal Networks, 2nd Edition, Series on Complexity Science: Volume 6, eISBN 978-1-78634-916-3, World Scientific, pp 1-6, https://doi.org/10.1142/9781786349163_0001
 160. MCLAUGHLIN, A., BADER, D. (2015): Scalable and High Performance Betweenness Centrality on the GPU, SC14: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, 2014 IEEE, pp 573, DOI:10.1109/SC.2014.52
 161. MEDINA, X. S. (2022): From Deindustrialization to a Reinforced Process of Reshoring in Europe. Another Effect of the COVID-19 Pandemic?, *Land* 2022, 11(12), 2109, pp 1-15, <https://doi.org/10.3390/land11122109>

162. MEIDUTE, I. (2005): Comparative analysis of the definitions of logistics centres, *Transport*, 20:3, pp 106-110, DOI: 10.1080/16484142.2005.9638005
163. MENTZER, J. T., DEWITT, W., KEEBLER, J. S., MIN, S., NIX, N. W., SMITH, C. D. (2001): Defining supply chain management, *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, Vol. 22, No. 2, pp 1-25, <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
164. MERK J. (2014): The Rise of Tier 1 Firms in the Global Garment Industry: Challenges for Labour Rights Advocates, *Oxford Development Studies*, 42(2), pp 259-277
165. MERKURYEVA, G., VALBERGA, A., SMIRNOV, A. (2019): Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study, *Procedia Computer Science*, Volume 149, 2019, pp 3-7, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.100>
166. MICHELBERGER, P., LÁBODI, CS. (2009): Információbiztonság az ellátási láncokban, *Proceedings-7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking (MEB 2009)*, in: György Kadocs (ed.), 7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking MEB 2009- Proceedings, Óbuda University, Keleti Faculty of Business and Management, pp. 277-279
167. MISHRIF, A., KHAN, A. (2023): Examining the effects of COVID-19 on logistics and supply chain networks in Oman, *Journal of Emergency Management*, Vol. 21, No. 7, pp 289-306, DOI:10.5055/jem.0721
168. MOLNÁR, D. (2010): Empirikus kutatási módszerek a szervezetfejlesztésben, *Humán Innovációs Szemle* 1-2, pp 61-71
169. MOLNÁR, L. (2020): A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ, fejezet in *Rendszerelmélet*, ISBN 9789635312627, Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, pp 123-140
170. MONDSCHNEIN, J., WELBURN J. W., GONZALES, D. (2022): Securing the Microelectronics Supply Chain: Four Policy Issues for the U.S. Department of Defense to Consider, Santa Monica, CA: RAND Corporation, pp 1-12
171. MOOSAVI, J., FATHOLLAHI-FARD, A. M., DULEBENETS, M. A. (2022): Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 75, 102983, pp 1-19, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102983>
172. MOOSAVI, J., NAENI, L. M., FATHOLLAHI-FARD, A. M., FIORE, U. (2021): Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, pp 1-15, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13094-3>
173. MORIANO, P., PERUMALLA, K. (2020): On the Robustness of Network Community Structure Under Addition of Edges, No. ORNL/TM-2020/1696. Oak Ridge National Lab. (ORNL), Oak Ridge, TN (United States), pp 1-11, <https://doi.org/10.2172/1661212>
174. MORSCHETT, D., SCHRAMM-KLEIN, H., & ZENTES, J. (2015): *Strategic International Management: text and cases*, 3rd Edition, ISBN 978-3-658-07884-3, pp 370-372
175. MOYANO-FUENTES, J., SACRISTÁN-DÍAZ M., MARTÍNEZ-JURADO, P. J. (2012): Cooperation in the supply chain and lean production adoption: Evidence from the Spanish automotive industry, *International Journal of Operations & Production Management* 32(9), pp 1075-1091, DOI:10.1108/01443571211265701
176. MUHAMMAD, M. H., KERBACHE, L., ELOMRI, A. (2022): Potential of additive manufacturing for upstream automotive supply chains, *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 23, No. 1, pp 1-19, DOI: 10.1080/16258312.2021.1973872
177. MURATA, T. (2021): COVID-19 and Networks, *New Generation Computing*, 39, pp 469-481, <https://doi.org/10.1007/s00354-021-00134-2>
178. NAGY, J. (2008): Ellátási lánc menedzsment technikák, 100. sz. Műhelytanulmány, HU ISSN 1786-3031, pp 1-12
179. NALCIOGLU, H., KILIC, H. S. (2017): Localization of Material Supply: A Literature Review, *AJIT-e Academic Journal of Information Technology*, Vol. 8, No. 26, pp 7-22, DOI: 10.5824/1309-1581.2017.1.001.x
180. NARASIMHAN, R., TALLURI, S. (2009): Perspectives on risk management in supply chains, *Journal of Operations Management*, Volume 27, Issue 2, pp 114-118, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.02.001>
181. NICOLA, M., ALSAFI, Z., SOHRABI, C., KERWAN, A., AL-JABIR, A., IOSIFIDIS, C., AGHA, M., AGHA, R. (2020): The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review, *International Journal of Surgery* 78, pp. 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2020.04.018>
182. NUZULITA, N., DJOHAN, R. S. A., ROIQOH, S. (2020): Supply Chain Management Analysis Using the Business Process Model and Notation in the Midst of Covid-19 Pandemic, *Journal of Accounting and Strategic Finance*, Volume 3, No. 2, pp 185-195, DOI: <https://doi.org/10.33005/jasf.v3i2.144>

- on Supply Chains and Logistics Activities, Reflections on the Pandemic in the Future of the World, ISBN: 978-605-2249-53-6, pp 625-639, DOI: 10.53478/TUBA.2020.100
183. OPATHA, H. H. D. N. P. (2020): The Coronavirus and The Employees: A Study from the Point of Human Resource Management. *Sri Lankan Journal of Human Resource Management*, 10(1), pp 37-49
184. ÓSKARSDÓTTIR, M., BRAVO, C. (2021): Multilayer network analysis for improved credit risk prediction, *Omega*, Vol. 105, 102520, pp 1-24, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102520>
185. ÖZCEYLAN, E., DEMIREL, N., ÇETINKAYAA, C., DEMIREL, E. (2017): A closed-loop supply chain network design for automotive industry in Turkey, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 113, pp 727-745, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.12.022>
186. PARK, H., BELLAMY, M. A., BASOLE, R. C. (2018): Structural anatomy and evolution of supply chain alliance networks: A multi-method approach, *Journal of Operations Management*, Vol. 63, pp 79-96, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.09.001>
187. PARRY G., GRAVES A. P. (EDS.) (2008): *Build to order: the road to the 5-day car*, Springer-Verlag London Limited, London, School of Management, University of Bath, ISBN 978-1-84800-224-1, pp 13-32
188. PARVIZIOMRAN, I., CAO, S., YANG, H., PARK, S., WON, D. (2019): Optimization of Passive Chip Components Placement with Self-Alignment Effect for Advanced Surface Mounting Technology. *Procedia Manufacturing*, 39, pp 202-205, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.313>
189. PIRTTILÄ, M., VIROLAINEN, V. M., LIND, L., KÄRRI, T. (2020): Working capital management in the Russian automotive industry supply chain, *International Journal of Production Economics*, Vol. 221, 107474, pp 1-8, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.009>
190. POKHREL, P., HU, C., MAO, H. (2020): Detecting the Coronavirus (COVID-19), *ACS Sensors*, 5(8), 2283-2296, DOI: 10.1021/acssensors.0c01153
191. PONTE, B., DOMINGUEZ, R., CANNELLA, S., FRAMINAN, J. M. (2022): The implications of batching in the bullwhip effect and customer service of closed-loop supply chains, *International Journal of Production Economics*, Volume 244, 108379, pp 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108379>
192. POTTER, A., WILHELM, M. (2020): Exploring supplier-supplier innovations within the Toyota supply network: A supply network perspective, *Journal of Operations Management*, Vol. 66, Issue 7-8, pp 797-819, <https://doi.org/10.1002/joom.1124>
193. POURNADER, M., KACH, A., TALLURI, S. (2020): A Review of the Existing and Emerging Topics in the Supply Chain Risk Management Literature, *Decision Sciences* 51.4, pp 867-901, DOI: 10.1111/deci.12470
194. Precedence Research, Automotive Electronics Market, <https://www.precedenceresearch.com/automotive-electronics-market>, letöltés dátuma: 2023.07.03.
195. PRODAN, G. (2022): Contributions regarding the development of supplier relationship management in the Automotive Industry, *Transactions on Engineering And Management*, Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timisoara, Romania, Vol. 8, No. 1&2, pp 7-12
196. PROKOPENKO, O., DIKIY, A., BUTENKO, N., NAUMENKO, M., DEDILOVA, T., MIROSHNYK, R. (2020): Business process optimization based on logistics concepts and technologies, *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, Vol. 11, No. 6, pp 184-196, DOI: 10.34218/IJARET.11.6.2020.017
197. PUSKÁS, E., BÓNA, K. (2019): A jövő digitális ellátási lánc: lehetőségek és kihívások, *Logisztikai Évkönyv 2019*, ISSN 1218-3849, pp 167-170
198. RAJ, A., MUKHERJEE, A. A., JABBOUR, A. B. L. DE S., SRIVASTAVA, S. K. (2022): Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned, *Journal of Business Research*, Vol. 142, pp 1125-1139, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.037>
199. RAMANI, V., GHOSH, D., SODHI, M. S. (2022): Understanding systemic disruption from the Covid-19-induced semiconductor shortage for the auto industry, *Omega*, Volume 113, 102720, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102720>
200. RAO, S., GOLDSBY, T. J. (2009): Supply chain risks: a review and typology, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 20, No. 1, pp 97-123, <https://doi.org/10.1108/09574090910954864>
201. RASHID M., HOSSAIN L., PATRICK J. (2002): The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective, Chapter I, *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*, pp 1-14, DOI: 10.4018/978-1-930708-36-5.ch003
202. REDDY, K. R. K., GUNASEKARAN, A., KALPANA, P., SREEDHARAN, V. R. (2021): Developing a blockchain framework for the automotive supply chain: A systematic review, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 157, 107334, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107334>

203. REJEB, A., REJEB, K., KEOGH, J. G. (2020): COVID-19 and the Food Chain? Impacts and future research trends, *LogForum* 16 (4), pp 475-485, <http://doi.org/10.17270/J.LOG.2020.502>
204. REMKO, V.H. (2020): Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain - closing the gap between research findings and industry practice, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 40, No. 4, pp 341-355, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0165>
205. REPISKY, M., TÓTH, J. (2019): Mi motivál egy társadalmi vállalkozót? Egy feltáró kvalitatív kutatás eredményei, *Budapest Management Review*, 50 (3). pp. 11-24. DOI <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.03.02>
206. ROD, P., Math is Fun, <https://www.mathsisfun.com/data/correlation.html>, letöltés dátuma: 2022.11.13.
207. RUHNAU, B. (2000): Eigenvector-centrality — a node-centrality?, *Social Networks*, Vol. 22, Issue 4, pp 357-365, [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(00\)00031-9](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(00)00031-9)
208. RUMBAUGH, C., HRBEK, J., HICKEY, M., MARKOWITZ, N., HOWELL, T., AWWAD, M. (2020): Review of the Effect of COVID-19 on the American Semiconductor Industry Supply Chain, *Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management*, Dhaka, Bangladesh, December 26-27, IEOM Society International, pp 1-11
209. SAFKHANI M., ROSTAMPOUR S., BENDAVID Y., BAGHERI N. (2020): IoT in medical & pharmaceutical: Designing lightweight RFID security protocols for ensuring supply chain integrity, *Computer Networks*, Volume 181, pp 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107558>
210. SALAMA, M., EZZELDIN, M., EL-DAKHAKHNI, W., TAIT, M. (2022): Temporal networks: a review and opportunities for infrastructure simulation, *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 7, Issue 1, pp 40-55, <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1708175>
211. SANTHARM, B. A., RAMANATHAN, U. (2022): Supply chain transparency for sustainability - an intervention-based research approach, *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN: 0144-3577, Vol. 42, No. 7, pp. 995-1021, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2021-0684>
212. SANTOS, L. P., PROENÇA, J. F. (2022): Developing Return Supply Chain: A Research on the Automotive Supply Chain, *Sustainability*, 14(11), 6587, pp 1-21 <https://doi.org/10.3390/su14116587>
213. SARASINI S. (2014): Electrifying the automotive industry: The geography and governance of R&D collaboration, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, pp 109-125
214. SARKAR, B., DEY, B.K., SARKAR, M., ALARJANI, A. (2021): A Sustainable Online-to-Offline (O2O) Retailing Strategy for a Supply Chain Management under Controllable Lead Time and Variable Demand, *Sustainability*, 13, 1756., pp 1-25, <https://doi.org/10.3390/su13041756>
215. SAUDI, M. H. M., SINAGA, O., ROESPINOEDJI, D. S. (2018): The role of tax education in supply chain management a case of indonesian supply chain companies, *Polish Journal of Management Studies*, Vol. 18, No. 2, pp 284-299, DOI:10.17512/pjms.2018.18.2.23
216. SAWIK, T. (2002): Balancing and scheduling of surface mount technology lines, *International Journal of Production Research*, Vol. 40, Issue 9, pp 1973-1991, <https://doi.org/10.1080/00207540110118677>
217. SCOTT, C., LUNDGREN, H., THOMPSON, P. (2018): Guide to Source in Supply Chain Management, In: *Guide to Supply Chain Management. Management for Professionals*, Springer, Cham, pp 43-59, https://doi.org/10.1007/978-3-319-77185-4_3
218. SENIR, G., BÜYÜKKEKLIK, A. (2020): The Effects of COVID-19 Outbreak
219. SENNA, P., REIS, A., SANTOS, I. L., DIAS, A.C., COELHO, O. (2021): A systematic literature review on supply chain risk management: is healthcare management a forsaken research field?, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 28 No. 3, pp 926-950, <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2020-0266>
220. SEYEDAN, M., MAFAKHERI, F. (2020): Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities, *J Big Data* 7, 53, pp 1-17, <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>
221. SHABAN, A., SHALABY, M. A., GRAVIO, G. D., PATRIARCA, R. (2020): Analysis of Variance Amplification and Service Level in a Supply Chain with Correlated Demand, *Sustainability* 2020, 12, 6470, pp 1-27, doi:10.3390/su12166470
222. SHARAA, I., ALOI, D. N., GERL, H. P. (2009): EMC model-based test-setup of an electrical system, *Progress In Electromagnetics Research B*, 11(11), pp 134-154, DOI:10.2528/PIERB08110307
223. SHARIF, A., ALOUI, C., YAROVAYA, L. (2020): COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach, *International Review of Financial Analysis*, Volume 70, July 2020, 101496, pp 1-3, <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101496>
224. SHEN J. (2020): An environmental supply chain network under uncertainty, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 542, 123478. pp 1-4, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123478>

225. SHETTY, G., NOUGARAHYIA, S., MANDLOI, D., SARSODIA, T., DABADE, S. J. (2020): COVID-19 and Indian Commerce: An Analysis of Fast Moving Consumer Goods (FMCG), and Retail Industries of Tomorrow, *International Journal of Current Research and Review*, 12 (17), pp 23-31, DOI: <http://dx.doi.org/10.31782/IJCRR.2020.121715>
226. SHEUGH, L., ALIZADEH, S. H. (2015): A note on pearson correlation coefficient as a metric of similarity in recommender system, *Conference: 2015 AI & Robotics (IRANOPEN)*, Qazvin, Iran, IEEE, pp 3, DOI: 10.1109/RIOS.2015.7270736
227. SHIBAYAMA, T., SANDHOLZER, F., LAA, B., BREZINA, T. (2021): Impact of COVID-19 lockdown on commuting: a multi-country perspective, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 21(1), pp 70-93, <https://doi.org/10.18757/ejtir.2021.21.1.5135>
228. SINHA, N., GARG, A. K., DHALL, N. (2016): Effect of TQM principles on performance of Indian SMEs: the case of automotive supply chain, *The TQM Journal*, Vol. 28, No. 3, pp 1-23, <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2014-0086>
229. Social Network Analysis Spring 2012, lecture notes, <http://djjr-courses.wikidot.com/soc180:eigenvector-centrality>, letöltés dátuma: 2022.09.12.
230. SODHI, M. S., TANG, C. S. (2019): Research Opportunities in Supply Chain Transparency, *Production and Operations Management* 28(12), pp 1-28, <https://doi.org/10.1111/poms.13115>
231. Spotfire, What is analysis of variance (ANOVA)?, <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-analysis-of-variance-anova>, letöltés dátuma: 2022.11.13.
232. STANLEY, N., SHAI, S., TAYLOR, D., MUCHA, P. J. (2016): Clustering network layers with the strata multilayer stochastic block model, *IEEE Trans Netw Sci Eng*, 3(2), pp 95-105, doi: 10.1109/TNSE.2016.2537545
233. Statista, 2021 in numbers, Statista trend report on major events shaping 2021, <https://www.statista.com/study/105887/2021-in-numbers/>, letöltés dátuma: 2022.01.16.
234. Statista, Estimated growth rates for the global electronics industry from 2020 to 2022, by region, ZVEI, <https://www.statista.com/statistics/268396/estimated-growth-rates-for-the-electronics-industry-by-region/>, letöltés dátuma: 2022.01.15.
235. Statista, Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2022, OICA, <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>, letöltve: 2022.08.12.
236. Statista, Integrated circuit (IC) market revenue worldwide worldwide from 2009 to 2024, WSTS, <https://www.statista.com/statistics/519456/forecast-of-worldwide-semiconductor-sales-of-integrated-circuits/>, letöltés dátuma: 2023.01.15.
237. Statista, Number of new cases of coronavirus (COVID-19) worldwide from January 23, 2020 to June 13, 2023, by day, ECDC; OWID; WHO, <https://www.statista.com/statistics/1103046/new-coronavirus-covid19-cases-number-worldwide-by-day/>, letöltés dátuma: 2023.01.10.
238. Statista, Projected size of the global automotive electronics market from 2021 to 2027, Statista; Research and Markets, <https://www.statista.com/statistics/1236129/global-automotive-electronics-market-size/>, letöltve: 2022.08.04.
239. Statista, Semiconductor sales worldwide from 2015 to 2022, by region, SIA, <https://www.statista.com/statistics/249509/forecast-of-semiconductor-revenue-in-the-americas-since-2006/>, letöltés dátuma: 2020.08.13.
240. Statista, Supply chain challenges in 2021*, Deloitte; MHI, <https://www.statista.com/statistics/1182057/global-supply-chain-challenges/>, letöltés dátuma: 2022.06.01.
241. Statokos, <https://www.statokos.com/korrelacioregresszio>, letöltés dátuma: 2023.06.03.
242. STRAKA, M., BUZNA, L. (2019): Preprocessing of GIS data for electric vehicle charging stations analysis and evaluation of the predictors significance, *Transportation Research Procedia*, Vol. 40, pp 1583-1590, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.219>
243. STUCKEY, H. (2013): Three types of interviews: Qualitative research methods in social health, *Journal of Social Health and Diabetes* 1(2), pp 56-59, DOI: 10.4103/2321-0656.115294
244. STURGEON, T. J., MEMEDOVIC, O., BIESEBROECK, J. V., GEREFFI, G. (2009): Globalisation of the automotive industry: main features and trends, *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 2, No. 1-2, pp 7-24, <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2009.021954>
245. STURGEON, T., FLORIDA R. (2000): Globalization and jobs in the automotive industry, Final report to the Alfred P. Sloan Foundation, International Motor Vehicle Program, Center for Technology, Policy, and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology, pp 17-48
246. SUBRAMANI, N., EASWARAMOORTHY, S. V., MOHAN, P., SUBRAMANIAN, M., SAMBATH, V. (2023): A Gradient Boosted Decision Tree-Based Influencer Prediction in Social Network Analysis, *Big Data Cogn. Comput.*, 7(1), 6, pp 1-18, <https://doi.org/10.3390/bdcc7010006>

247. SUMAN, S., JAISWAL, V., VEERARAGHAVAN, R. (2022): AN ANALYSIS OF FINANCIAL PERFORMANCE OF SELECT INDIAN INDUSTRY SECTORS BEFORE AND AFTER COVID 19, *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, Vol 8, Issue 12, pp. 247-252, DOI: <https://doi.org/10.36713/epra12111>
248. SUNNY, J., UNDRALLA, N., PILLAI, V. M. (2020): Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 150, 106895, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106895>
249. SZEGEDI, Z.; PREZENSZKI J. (2012): *Logisztika-menedzsment*, Budapest, Kossuth Kiadó, ISBN 9789630965699, pp 25-39; 367-371
250. SZMELTER-JAROSZ, A., GHAHREMANI-NAHR, J., NOZARI, H. (2021): A Neutrosophic Fuzzy Optimisation Model for Optimal Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network during COVID-19, *Journal of Risk and Financial Management*, 14(11), 519, pp 1-22, <https://doi.org/10.3390/jrfm14110519>
251. SZUN-CE (2006): *A háború művészete*, Cartaphilus kiadó, ISBN 963-744-854-3, pp 36-63
252. TAGHIZADEH, E., VENKATACHALAM, S., CHINNAM, R. B. (2021): Impact of deep-tier visibility on effective resilience assessment of supply networks, *International Journal of Production Economics*, Volume 241, 108254, pp 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108254>
253. TÁTRAI, T., VÖRÖSMARTY, GY. (2020): Beszerzés koronavírus idején. *Közbeszerzési Értesítő Plusz*, 2(4), pp 32-34
254. TAYMAZ, E., YILMAZ, K. (2008): Integration with the global economy. The case of Turkish automobile and consumer electronics industries, Working Paper, No. 0801, TÜSİAD-Koç University Economic Research Forum, Istanbul, pp 1-36
255. THARANI, S., UTHAYAKUMAR, R. (2020): A novel approach to safety stock management in an integrated supply chain with controllable lead time and ordering cost reduction using present value, *RAIRO-Operations Research* 54.5, pp 1327-1337, DOI:10.1051/ro/2019051
256. THOO, A. C., HUAM, H. T., YUSOFF, R. M., RASLI, A. M., HAMID, A. B. A. (2011): Supply chain management: success factors from the Malaysian manufacturer's perspective, *African Journal of Business Management*, Vol. 5 (17), pp 7240-7247, DOI: 10.5897/AJBM10.746
257. TOLOO M., ERTAY T. (2014): The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach, *Measurement*, Volume 52, pp 135-142
258. TORNIEVIADZI, H. M., OWUSU-ANSAH, E., MOHAMMED, H., SEIDU, R. (2022): A systematic framework for dynamic nodal vulnerability assessment of water distribution networks based on multilayer networks, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 219, 108217, pp 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108217>
259. TREIBLMAIER H. (2018): The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action, *Supply Chain Management*, Volume 23, Issue 6, pp 545-556, DOI 10.1108/SCM-01-2018-0029
260. TREVILLE, S., SHAPIRO, R. D., HAMERI, A.-P. (2004): From supply chain to demand chain: the role of lead time reduction in improving demand chain performance, *Journal of Operations Management*, Volume 21, Issue 6, pp 613-627, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.10.001>
261. TRIPATHI, R., REZA, A. (2020): A subset selection based approach to structural reducibility of complex networks, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 540, 123214, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123214>
262. UDENIO, M., FRANSOO, J. C., PEELS, R. (2015): Destocking, the bullwhip effect, and the credit crisis: Empirical modeling of supply chain dynamics, *International Journal of Production Economics*, Vol. 160, pp 34-46, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.008>
263. VAN SCHALKWYK, F., DUDEK, J., COSTAS, R. (2020): Communities of shared interests and cognitive bridges: the case of the anti-vaccination movement on Twitter, *Scientometrics*, 125, pp 1499-1516, <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03551-0>
264. VANALLE, R. M., LUCATO, W. C., GANGA, G. M. D., FILHO, A. G. A. (2019): Risk management in the automotive supply chain: an exploratory study in Brazil, *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 3, pp 783-799, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1600762>
265. VARGA J., CSISZÁRIK-KOCSIR Á. (2019): Redefining the Role of Project Leader for Achieving a Better Project Result, *PM World Journal*, 8(8), September, pp 1-18. Volume 136, April 2020, 101922, pp 1-3, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
266. WANG, M. (2018): Impacts of supply chain uncertainty and risk on the logistics performance, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 30, No. 3, pp 689-704, <https://doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0065>
267. WEIDE-ZAAGE, K. (2019): New-Automotive -Autonomous Driving Challenges For The Microelectronic Components, 2019 Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific), Kauai, HI, USA, 2019, pp 1-6, doi: 10.23919/PanPacific.2019.8696273.

268. WILLIAMS, L. R., ESPER, T. L., OZMENT, J. (2002): The electronic supply chain: Its impact on the current and future structure of strategic alliances, partnerships and logistics leadership, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(8), pp 703-717, DOI:10.1108/09600030210444935
269. WILLIAMSON, J., WACHTLER, K., CHIN, D., PIERCE, M. (2014): PoP Technology for the Automotive Industry, MAPS 2014 Proceedings, Oct. 13-16, 2014, San Diego, CA USA, ISBN: 978-0-9909028-0-5, pp 1-5, <https://doi.org/10.4071/isom-TA33>
270. WU, J., BIRGE, J. R. (2014): Supply Chain Network Structure and Firm Returns, SSRN, pp 1-48, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2385217>
271. WU, X., ZHANG, C., DU, W. (2021): An Analysis on the Crisis of “Chips shortage” in Automobile Industry —Based on the Double Influence of COVID-19 and Trade Friction, *Journal of Physics Conference Series* 1971(1):012100, pp 1-6, DOI:10.1088/1742-6596/1971/1/012100
272. XIA, Y. (2020): Correlation and association analyses in microbiome study integrating multiomics in health and disease, Chapter Eleven, *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, Vol. 171, pp 309-491, <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2020.04.003>
273. XU, Z., ELOMRI, A., KERBACHE, L., OMRI, A. E. (2020): Impacts of COVID-19 on Global Supply Chains: Facts and Perspectives, *IEEE Engineering Management Review*, Volume 48, Issue 3, pp 153-157, DOI: 10.1109/EMR.2020.3018420
274. YANG, X. (2013): A Review of Distribution Related Problems in Logistics and Supply Chain Research, *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 2, No. 4, pp 1-8
275. YOU, F., WASSICK, J. M., GROSSMANN, I. E. (2009): Risk management for a global supply chain planning under uncertainty: models and algorithms, *AIChE Journal*, 55(4), pp 1-22, <https://doi.org/10.1002/aic.11721>
276. YUSOOF, MYM, MOHAMED, NMZN, MUSTAPAH, MM, NELFIYANTI (2022): The effect of the supply chain in the quick response manufacturing (QRM) environment in the automotive industry, *Procedia Computer Science*, Volume 207, pp 2116-2124, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.271>
277. YÜ, J.-Z., WU, M., BICHLER, G., AROS-VERA, F., GAO, J. (2023): Reconstructing Sparse Multiplex Networks with Application to Covert Networks, *Entropy* 2023, 25(1), 142, pp 1-18, <https://doi.org/10.3390/e25010142>
278. ZÁGON, CS. (2013): A tengeri konténeres szállítás biztonsága, In: Horváth, Attila (szerk.) *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből : Kiemelten a közlekedési alrendszer : Tanulmánykötet Budapest, Magyarország : Magyar Hadtudományi Társaság*, ISBN 978-963-08-6926-3, 319 p. pp. 147-153. , 34 p.
279. ZALMAN, R. (2017): Chapter 8 - Rugged autonomous vehicles, *Rugged Embedded Systems, Computing in Harsh Environments*, ISBN 9780128024591, pp 237-266, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802459-1.00008-7>
280. ZEHENDNER, A.G., SAUER, P.C., SCHÖPFLIN, P., KÄHKÖNEN, A.-K., SEURING, S. (2021): Paradoxical tensions in sustainable supply chain management: insights from the electronics multi-tier supply chain context, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 41 No. 6, pp. 882-901. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2020-0709>
281. ZHAN, J., LI, S., CHEN, X. (2018): The impact of financing mechanism on supply chain sustainability and efficiency, *Journal of Cleaner Production*, Volume 205, 20, pp 407-418, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.347>
282. ZHANG, C., TAN, G.-W., ROBB, D. J., ZHENG, X. (2006): Sharing shipment quantity information in the supply chain, *Omega*, Vol. 34, Issue 5, pp 427-438, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.12.005>
283. ZHANG, M., CHEN, J., CHANG, S.-H. (2020): An adaptive simulation analysis of reliability model for the system of supply chain based on partial differential equations, *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 59, Issue 4, pp 2401-2407, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.03.002>
284. ZHU, S., XIE, K., GUI, P. (2021): Dynamic adjustment mechanism and differential game model construction of mask emergency supply chain cooperation based on covid-19 outbreak, *Sustainability*, 13(3), 1115, pp 1-7, <https://doi.org/10.3390/su13031115>
285. ZHU, T., BALAKRISHNAN, J., SILVEIRA, G. J. C. (2020): Bullwhip effect in the oil and gas supply chain: A multiple-case study, *International Journal of Production Economics*, Volume 224, 107548, pp 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107548>
286. ZOU, L., ZHAN, X.-X., SUN, J., HANJALIC, A., WANG, H. (2022): Temporal Network Prediction and Interpretation, *IEEE TRANSACTIONS ON NETWORK SCIENCE AND ENGINEERING*, VOL. 9, NO. 3, pp 1215-1224, DOI: 10.1109/TNSE.2021.3138643
287. ZÖRGÖ, SZ. (2017): Szempontok a kvalitatív kutatás tervezéséhez és értékeléséhez, *Lege Artis Medicinae: Új Magyar Orvosi Hírmondó* 27(10-12), pp 418-426
288. ZSIDISIN, G. A. (2003): A grounded definition of supply risk, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 9, Issues 5-6, pp 217-224, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2003.07.002>

A szerzőnek a témában megjelent publikációi

1. Pató, Beáta, Sz. G., Heizler, G., **Herczeg, M.**, Pató, GB, Rahmat, AF, Dávid, LD, Varga, I., Csiszárík-Kocsir, Á. (2023): The Importance of the New Silk Road in the Hungarian Automotive Supply Chain, SUSTAINABILITY, 15(23) Paper: 16439, <https://doi.org/10.3390/su152316439> - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
2. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.**, Csiszárík-Kocsir, Á. (2022): The COVID-19 Impact on Supply Chains, Focusing on the Automotive Segment during the Second and Third Wave of the Pandemic, Risks, 10(10), 189, 17 p. <https://doi.org/10.3390/risks10100189> - *2. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
3. Pató, Beáta, Sz. G., Csiszárík-Kocsir, Á. Varga, I., **Herczeg, M.**, Dominek, Á., Pató, B., Kiss, F. (2020): Short Supply Chains From An Intermediary's Point of View, On-Line Journal Modelling The New Europe 11 : 34 pp. 168-183, 16 p., DOI: 10.24193/OJMNE.2020.34.09 - *2. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
4. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2020): The Effect of the COVID-19 on the Automotive Supply Chains, Studia Universitatis Babes-Bolyai Oeconomica, 65(2), pp. 1-11., 11 p, DOI: 10.2478/subboec-2020-0006 - *3. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
5. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2022): Ellátási lánc újragondolása a COVID után, egy multinacionális vállalat jó gyakorlata In: Kőműves, Zsolt Sándor; Dajnoki, Krisztina; Pató Gáborné dr. Szücs, Beáta; Poór, József; Szabó, Katalin; Szabó-Szentgróti, Gábor; Szabó, Szilvia (szerk.) Kilábalás – Újranyitás – Növekedés: Poszt-Covid-szindróma és bizonytalan helyzet menedzsment szempontjai Budapest, Magyarország: Wolters Kluwer Hungary (2022) Paper: 9. fejezet 1. esettanulmány - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
6. **Herczeg, M.**, Kapuvari, B., Pató, Beáta, Sz. G. (2020): Az autóiipari ellátási láncok sajátosságai a mikroelektronika területén, Logisztikai Évkönyv, 26 pp. 49-56. , 8 p. DOI 10.23717/LOGEVK.2021.4 - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
7. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2020): A beszállítói kapcsolatok hatása a vállalatok működésére In: Garaczi, Imre (szerk.) Az életminőség-fejlesztés új paradigmái a 21. században Veszprém, Magyarország : Veszprémi Humán Tudományokért Alapítvány 720 p. pp. 389-410. , 22 p - *3. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
8. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2020): A beszerzői feladatkör lehetőségei és kihívásai, avagy határokon innen és túl In: Kovács, László (szerk.) Határterületek 2019 Szombathely, Magyarország : Savaria University Press (2020) 203 p. pp. 133-140. , 8 p - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
9. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.**, Maczkó, D. N. (2018): Az ellátási lánc integrátor és a bizalom szerepe a helyi termékek ellátási láncában Logisztikai Évkönyv 24 pp. 173-189. , 16 p. - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
10. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2024): Structural changes in the Hungarian automotive supply networks in the field of electronics manufacturing, International Journal of Operations and Production Management - publikálás folyamatban - *1. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*
11. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2024): Importance of the second and third level supplier partners in the examined automotive supply network, Supply Chain Management: An International Journal - publikálás folyamatban - *2. tézisponthoz kapcsolódó közlemény*

A szerző konferencia előadásai a témában

1. **Herczeg, M.**, Pató, Beáta, Sz. G. (2023): A Covid hatása az autóiipari elektronikai ellátási hálózatokra (2023) Az előadás elhangzott: Autonómia és kollaboráció az ellátási láncokban - kihívások és válaszok konferencia, MTA VEAB, 2023. november 16., Veszprém
2. **Herczeg, M.**, Pató, Beáta, Sz. G. Pató (2022): Ellátási láncok válságos időkben. Erőforrások ellátási lánc változó világunkban, köztes jelen, bizonytalan jövő- MTA VEAB Logisztikai Osztályközi Állandó Bizottság, Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából 2022. november 24.
3. **Herczeg, M.**, Pató, Beáta, Sz. G. Pató (2021): Ellátási láncok bizonytalansága a mikroelektronika területén, avagy a kollaboráció határai. Az előadás elhangzott: Betájolva a jövőre: a kollaboráció és a konnektográfia új aspektusai, Tudományos konferencia 12 November 2021 Veszprém
4. **Herczeg, M.** (2020): Bizonytalanság az autóiiparban, avagy a COVID-19 nehézségei és meglepetései, Az előadás elhangzott: Ellátási láncok kihívásai a COVID-19 pandémia idején, az MTA Veszprémi Akadémiai (Területi) Bizottságának Logisztikai Munkabizottsága a Tudomány napja alkalmából szervezett konferencián, 2020. november 27.
5. **Herczeg, M.** (2020): COVID-19, avagy milyen logisztikai kihívások várhatók még 2021-ben, Az előadás elhangzott: A Covid járvány hatása a magyar és a nemzetközi gazdaságra, A Magyar Tudományos Akadémia VEAB Gazdaság-, Jog- és Társadalomtudomány Szakbizottság Közgazdaságtudományi Munkabizottsága által szervezett konferencián, 2021. november 3., Veszprém
6. Pató, Beáta, Sz. G., **Herczeg, M.** (2019): A beszerzői feladatkör lehetőségei és kihívásai, avagy határokon innen és túl, Az előadás elhangzott: HATÁRTERÜLETEK Gazdálkodástudományi konferencia 2019. november 14., Szombathely

Rövidítésjegyzék

OEM	original equipment manufacturer
SCM	ellátási lánc menedzsment
ERP	integrált vállalatirányítási rendszer
BOM	anyagjegyzék
SMT	felületszerelési technológia
AI	automatikus beültetési folyamat
THT	furatszerelési technológia
PCB	nyomtatott áramkör
PCBA	felületszerelt nyomtatott áramkör

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Az irodalomkutatás során vizsgált főbb és alterületek	11
2. táblázat: A releváns szakirodalmi lefedettség gyakoriság szerinti elrendezésben	15
3. táblázat: A logisztika, ellátási láncok és hálózatok definícióinak összefoglalója	20
4. táblázat: Főbb folyamatok szerinti archetípusok az értéklánc rendszerekben	23
5. táblázat: A kutatás során használt főbb definíciók.....	25
6. táblázat: Az ellátási nehézségek főbb pontjai	41
7. táblázat: Egyezőségek és különbségek az autóipar és kapcsolódó iparágak között	43
8. táblázat: Operacionalizálás összefoglaló táblázata	57
9. táblázat: Operacionalizálás összefoglaló táblázata	58
10. táblázat: Az adattáblák jellemzése	60
11. táblázat: A tisztított_ adatok adattáblában szereplő változók jellemzése	61
12. táblázat: A kutatásomban fontos szerepet betöltő centralitások összefoglalója.....	69
13. táblázat: Az egyes centralitás metrikák éves szintű páronkénti összehasonlításai.....	87
14. táblázat: Az egyes centralitás metrikák átlagainak összefoglalója.....	88
15. táblázat: A szállítmányok számát befolyásoló változók 2018 és 2021 között	89
16. táblázat: A szállítmányok számát befolyásoló változók éves szintű bontásban.....	90
17. táblázat: Az autóipari elektronikus vezérlőegységek néhány főbb típusa.....	142
18. táblázat: A K-2 kutatási kérdéshez kapcsolódó homogenitás vizsgálat eredménye	146

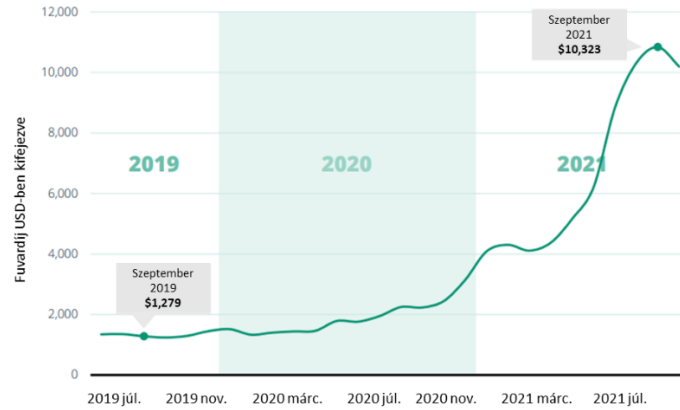
Ábrajegyzék

1. ábra: A releváns szakirodalmak megoszlása területek szerint	12
2. ábra: A releváns szakirodalmak összesítése gyakoriság alapján.....	13
3. ábra: A vizsgálati fókuszban lévő releváns szakirodalmi lefedettség	14
4. ábra: Ellátási láncok típusai résztvevő szereplők száma alapján	21
5. ábra: George S. Yip szerinti globalizációs hajtóerők.....	22
6. ábra: Beszállítói piramis.....	23
7. ábra: Ellátási láncok kockázatmenedzsmentje	24
8. ábra: Fontosabb mérföldkövek.....	27
9. ábra: A lean alkalmazhatósága a bizonytalanság függvényében	29
10. ábra: Az elektromos autók globális eladásai a főbb piacok szerint 2010 és 2020 között ..	32
11. ábra: Új koronavírusos esetek száma világszinten 2020 és 2022 között.....	34
12. ábra: A koronavírusos megbetegedések földrajzi eloszlása 2020.05.31-es adatok szerint	35
13. ábra: 2021-es felmérés alapján a főbb ellátási láncokkal kapcsolatos kihívások.....	36
14. ábra: A kutatás keretrendszere	53
15. ábra: Az adatbázis létrehozásának keretrendszere	59
16. ábra: Háromszintű ellátási hálózat szemléltetése egy példán keresztül	62
17. ábra: Példa egy köztiesség centralitás gráfra.....	67
18. ábra: Példa egy közelség centralitás gráfra	68
19. ábra: Példa egy sajátvektor centralitás kiszámítására	68
20. ábra: Példa: A esetben multiplex hálózatra, B esetben összekapcsolt hálózatra.....	70
21. ábra: Példa egy átmeneti hálózat és aggregált, statikus hálózatra.....	71
22. ábra: Átmeneti és aggregált statikus hálózatok közötti elérhetőségbeli különbség	72
23. ábra: Példa egy három közösséget tartalmazó hálózatra	73
24. ábra: Példa egy többrétegű hálózatra	74
25. ábra: Egy példa a többrétegű hálózatok rétegeinek klaszterezésére	75
26. ábra: Egy példa a rétegek hierarchikus klaszterezésére	75
27. ábra: Példa egy strukturális redukció eredményére.....	76
28. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok.....	81
29. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok és közösségek	82
30. ábra: Az elemzések során azonosított közösségek számosságai	83
31. ábra: A vizsgált hálózat négy rétegének összegzése	84
32. ábra: Az elemzések során azonosított hálózatok strukturális redukciója.....	85
33. ábra: A vizsgált ellátási hálózatban lévő 2. és 3. szintű partnerek centralitás metrikái	86
34. ábra: Globális konténer fuvardíj index USD-ben kifejezve	140
35. ábra: A becsült gépjárműgyártás globális szinten (millió darabban kifejezve).....	140
36. ábra: A globális elektronikai ipar becsült növekedése régióként	141
37. ábra: Az autóiipari elektronikai piac várható növekedése milliárd USD-ben kifejezve ...	141
38. ábra: Félvezető termékek globális eladásai régióként (milliárd USD-ban kifejezve)....	141
39. ábra: Integrált áramkörök piaci forgalma (milliárd USD-ben kifejezve).....	142
40. ábra: Az egyes centralitás metrikák gyakorisága a releváns irodalmakban	146

Mellékletek és függelékek

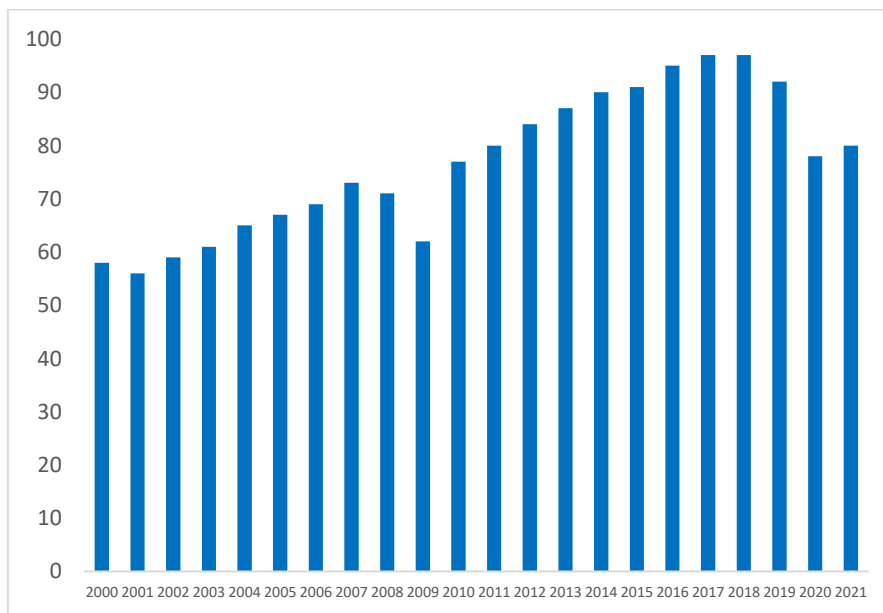
Mellékletek

1. melléklet: Globális konténer fuvardíj index USD-ben kifejezve



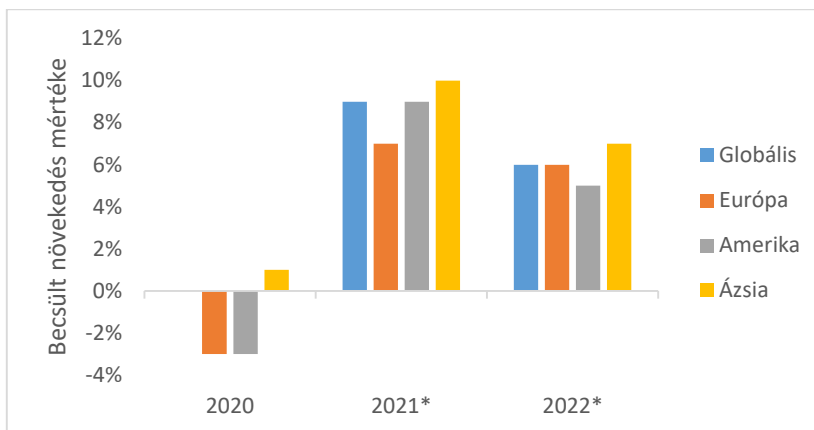
34. ábra: Globális konténer fuvardíj index USD-ben kifejezve
Forrás: [430] alapján saját szerkesztés

2. melléklet: A becsült gépjárműgyártás globális szinten (millió darabban kifejezve)



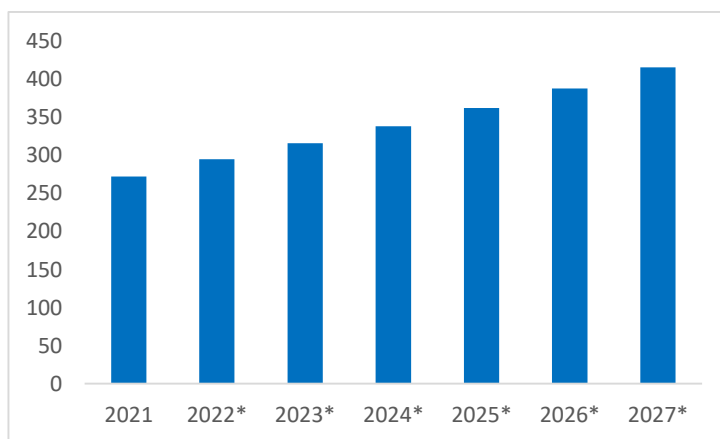
35. ábra: A becsült gépjárműgyártás globális szinten (millió darabban kifejezve)
Forrás: [431] alapján saját szerkesztés

3. melléklet: A globális elektronikai ipar becült növekedése régióként



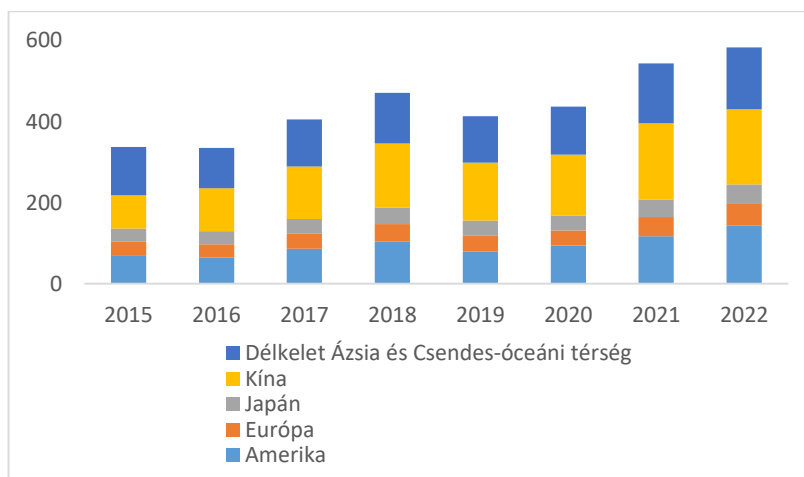
36. ábra: A globális elektronikai ipar becült növekedése régióként
 Forrás: Forrás: [432] alapján saját szerkesztés

4. melléklet: Az autóiipari elektronikai piac várható növekedése milliárd USD-ben kifejezve



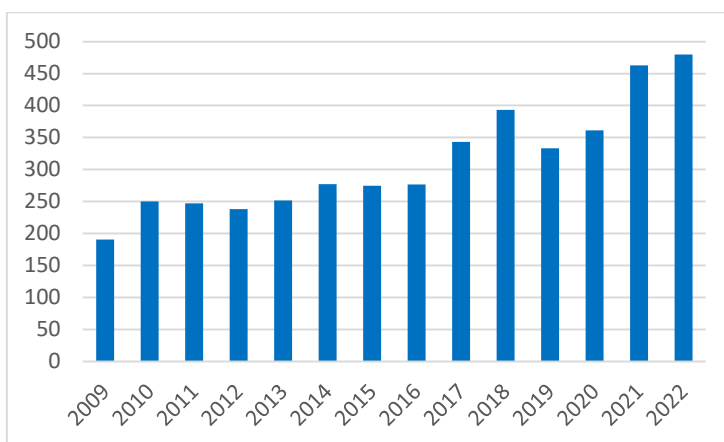
37. ábra: Az autóiipari elektronikai piac várható növekedése milliárd USD-ben kifejezve
 Forrás: [433]

5. melléklet: Félvezető termékek globális eladásai régióként (milliárd USD-ban kifejezve)



38. ábra: Félvezető termékek globális eladásai régióként (milliárd USD-ban kifejezve)
 Forrás: [434] alapján saját szerkesztés

6. melléklet: Integrált áramkörök piaci forgalma (milliárd USD-ben kifejezve)



39. ábra: Integrált áramkörök piaci forgalma (milliárd USD-ben kifejezve)
Forrás: [435]

7. melléklet: Vezérlőegységek, mint speciális terület

Az autóiipari vezérlőegységek olyan komplex elektromos berendezések a járművekben, amelyek kutatásom magját alkotják, és különböző nélkülözhetetlen vezérléssel és ellenőrzéssel kapcsolatos feladatot látnak el. Az autók esetében a motorvezérléstől kezdve az ABS vezérlésen át egészen a légzsák vezérlésig terjedően sok területen vannak jelen ezek a kulcsfontosságú eszközök. [436] [437] Egy járműben sok különböző típusú és funkciójú vezérlőegység található, mindegyik külön alrendszer vezérlésért és különböző monitoring feladatokért felelősek. Ezek nélkül elképzelhetetlen lenne a modern autók működtetése, ezért ezek ellátási hálózatának vizsgálata fontos és időszerű főleg a jelenlegi gazdasági környezetben, ahol a COVID okozta kihívások nagymértékben megnehezítik az autóiipari ellátási láncok tevékenységeit, ezáltal erős hatással vannak a pénzügyi eredményekre is egyaránt. A modern járművekben rengeteg olyan alrendszer van, amelyek szabályozásához elektronikus vezérlőegység szükséges, ezek közül néhány fontosabbat a 17. táblázatban szemléltetnek.

Az autóiipari elektronikus vezérlőegységek néhány főbb típusa

Motorvezérlő egység (ECM)
Hajtáslánc vezérlőegység (PCM)
Központi vezérlőegység (CCM)
Központi időzítőegység (CTM)
Sebességváltó vezérlőegység (TCM)
Felfüggesztés vezérlő modul (SCM)
Kameravezérlő modul (CCM)
Általános elektronikai modul (GEM)
Fékvezérlő modul (BCM)

17. táblázat: Az autóiipari elektronikus vezérlőegységek néhány főbb típusa
Forrás: [438] alapján saját szerkesztés

Bár a különbözik az egyes vezérlőegységek funkciója és szerepe, azonban közös bennük, hogy ellátási lánc szempontból hasonló kihívásokat rejtenek az egyes vállalatoknak. A vezérlőegységek, mint késztermékek gyártása, összeszerelése kettő főbb folyamaton keresztül történik, amelyeket a következő fejezetekben mutatok be részletesen.

Automatikus beültetési folyamat

Az automatikus beültetési (AI¹⁰) folyamattal kapcsolatban a mikroelektronika több mint 50 éves története során kétféle irányú fejlődés volt megfigyelhető. Ahogy a felhasználási területek száma egyre növekedett, úgy csökkent a mikroelektronika által gyártott termékek kívánt mérete. Ezt a speciális automatikus beültetési gyártási folyamat teszi lehetővé, amely során az áramot jól vezető forrasztó paszta segítségével rögzítik a különböző mikroelektronikai komponenseket, mint például az integrált áramköröket, rezisztorokat, ellenállásokat stb. az alapot szolgáltató nyomtatott áramkörre (PCB¹¹), amelyet aztán magas hőmérséklettel kezelve létrejönnek a komponensek és a panel közti forrasztott kötések. Ez az úgynevezett felületszerelési technológia (SMT¹²), [439] amely a kötő- és rögzítőanyagok minimalizálása révén biztosítja, hogy a mikroelektronikai késztermékek mérete a lehető legkisebb maradjon. [440] Az utóbbi években és évtizedekben megfigyelhető volt, hogy az idő előre haladtával a mikroelektronikai termékek összetettsége nagymértékben növekedett, újabb és komplexebb funkciókat ellátva. Ma már a hadászattól kezdve az orvosi felhasználáson keresztül a leghétköznapibb tárgyakig szinte mindenben megtalálhatók ennek az iparágnak a termékei. [441] Mivel az alkatrészek nagyon magas százaléka rendkívül apró méretű, ezért például tekercses, tálcás vagy csöves kiserelésben használják őket, az adott termék anyagjegyzékétől függően az összes szükséges komponens felfűzésre kerül a felületszerelési folyamathoz, ahol a nyomtatott áramkör két oldalára automatizált gépek segítségével felhelyezik a szükséges alkatrészeket és elvégzik a folyamat befejezéséhez szükséges esetleges további lépéseket. A komponensek felhelyezésénél semmilyen pontatlanság nem engedhető meg, illetve később a különböző tesztelési fázisoknál elengedhetetlen a zéró hiba, ezért is szükséges, hogy előre programozott gépek végezzék ezt a beültetési folyamatot. [442] A felületszerelési technológia mellett létezik a furatszerelési technológia (THT¹³) is, de a főbb folyamatait emeltem ki a vezérlőegységgyártásnak általánosságban, ez esetenként változhat még attól függően, hogy az adott vezérlőegység

¹⁰ AI: automatic insertion, automatikus beültetés

¹¹ PCB: printed circuit board, nyomtatott áramkör

¹² SMT: surface mount technology, felületszerelési technológia

¹³ THT: through hole technology, furatszerelési technológia

milyen további technikai és technológiai követelményeknek kell, hogy megfeleljen, de ellátási lánc és hálózatok szempontjából ezek a további lépések nem relevánsak kutatásom szempontjából.

Kézi beültetési folyamat

A második nagyobb fázis az automatikus beültetés és az azt követő folyamatok elvégzése után a beültetett, felületszerelt nyomtatott áramkör (PCBA¹⁴) további szerelése. Ezeket a folyamatokat nagyrészt manuálisan végzik, de léteznek már automatizált technológiák is. Ellátási lánc szempontból itt a nagyobb, döntően nem elektronikai komponensek felhasználása történik. Az elkészült felületszerelt nyomtatott áramkört adott vezérlőegység típus szerint további tesztelésnek vetik alá, illetve esetlegesen csatlakozókkal vagy további nem elektronikai komponensekkel bővítik a terméket a vevői igények és specifikációk tükrében, majd a vevői igényeknek megfelelően behelyezhetik egy védőburokba, vagy házba, amely védelmet biztosít használat közben. Ellátási lánc szempontból fontos, hogy ebben a fázisban főleg műanyag és fém alkatrészekkel dolgoznak, illetve egyéb más nem elektronikai anyagokkal, amelyek nagyrészt specifikusak az adott termékre vonatkozóan. Ezeknek az anyagoknak az átfutási ideje sokkal alacsonyabb, kevésbé komplexek és az anyagár tekintetében alacsonyabb költségek társulnak hozzájuk, általában ezek nem kritikus és nem szűk keresztmetszet komponensek. Doktori dolgozatomban a kézi beültetéshez szükséges anyagokkal is foglalkozom, de kisebb jelentőséget kapnak, mint az automatikus beültetés során használt anyagok. Kutatásom szempontjából fontos bemutatni a vezérlőegységeket, a beépülő elektronikai komponenseket és az összetett gyártási folyamatot a doktori dolgozatomban vizsgált változók specifikussága és az ellátási hálózatok komplexitása összefüggésében a teljes, átfogó kutatási eredmény érdekében.

8. melléklet: A bemutatott korrelációk kiszámítási módjai

- Spearman rho [443]:

$$p = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

- Pearson [444]:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

- Kendall tau [445]:

$$\tau = \frac{n_c - n_d}{\frac{1}{2}n(n-1)} \quad (3)$$

¹⁴ PCBA: printed circuit board assembly, felületszerelt nyomtatott áramkör

Függelékek

1. függelék: A lefolytatott három interjú felépítése

A vizsgált vállalat: Tier 1 1 / Tier 1 2 / Tier 1 3

Az interjúalany pozíciója: ellátási lánc vezető / senior logisztikus

Az interjú dátuma:

- **Felvezetés:**

Az interjút megelőzően az interjúalany köszöntése, rövid felvilágosítása a kutatási témáról, annak céljairól és módszereiről történik, majd kezdetét veszi az interjú.

- **Bevezető szöveg:**

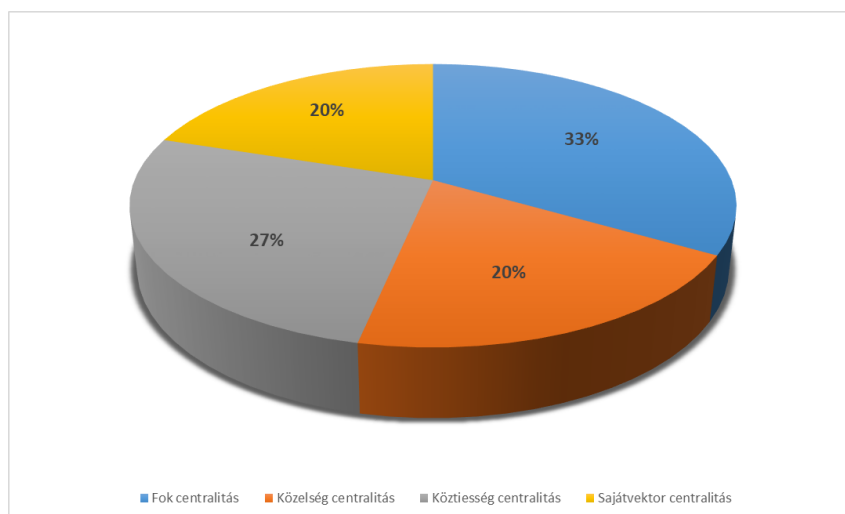
A most sorra kerülő interjú a „Bizonytalanságok az autóiipari ellátási láncokban” című Ph.D kutatás részét képezi.

- **Interjúkérdések:**

1. Vezető szerepe van a vállalatnak az autóiipari elektronikai vezérlőegységek ellátási láncában, mint tier 1 beszállító?
2. Volt-e jelentős változás a koronavírus előtti és alatti időszak között a vállalat vezérlőegység gyártásának ellátási hálózatában?
3. A meglévő beszállítói hálózat ki tudta-e szolgálni az igényeket a COVID okozta bizonytalan piaci környezetben?
4. A COVID időszak alatt esetenként szükséges volt-e újabb beszerzési forrásokat keresni az elektronikai komponensek területén az anyagihiányok megoldása érdekében?
5. Ha ki kellene emelni azokat a bizonytalansággal kapcsolatos tényezőket, amelyek a legnagyobb mértékben befolyásolták a beszállításokat ezen a területen az elmúlt néhány évben, akkor mik lennének azok?
6. A kiemelt tényezők közül melyek voltak a legnagyobb hatással arra, hogy volt-e beszállítás egy adott beszállítótól a négy év során, illetve, hogy időkritikus rendelés lett kihelyezve egy adott beszállító felé?

- **Az interjú zárása után köszönetnyilvánítás következett**

2. függelék: Az egyes centralitás metrikák használatának gyakorisága a releváns irodalmakban



40. ábra: Az egyes centralitás metrikák gyakorisága a releváns irodalmakban
 Forrás: Saját szerkesztés

3. függelék: A K-2 kutatási kérdéshez kapcsolódó homogenitás vizsgálat eredménye

Centralitás	2. szintű partner	3. szintű partner
Fok centralitás	<0,001	<0,001
Közelség centralitás	<0,001	<0,001
Köztiesség centralitás	0,004	<0,001
Sajátvektor centralitás	<0,001	0,0465

18. táblázat: A K-2 kutatási kérdéshez kapcsolódó homogenitás vizsgálat eredménye
 Forrás: Saját szerkesztés

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Pató Gáborné Dr. habil. Szűcs Beáta Tanárnőnek, aki példamutatásával, támogatásával és szakmai kiválóságával segítette a doktori tanulmányaimat, és az előtte lévő egyetemi tanulmányaimat is egyaránt. A Tanárnő volt, aki bevezetett a tudományos életbe, és folyamatosan támogatta fejlődésemet az alapszakos tanulmányaimtól kezdődően, nem csak szakmailag, hanem emberileg is.

Köszönetet mondok Dr. Rajnai Zoltán Professzor Úrnak, hogy lehetőséget biztosított a doktori tanulmányaim lefolytatására, Dr. Csiszárik-Kocsir Ágnes Tanárnőnek a közös munkáért és a sok támogatásért, illetve az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola munkatársainak, akiktől rengeteg segítséget kaptam.

Köszönetet mondok a műhelyvitára elkészített kiváló szakmai opponenciákért Dr. Vörösmarty Gyöngyi Tanárnőnek és Dr. Varga János Tanár Úrnak.

Végül, de nem utolsósorban köszönettel és hálával tartozom családomnak is, akik megértéssel és türelemmel ösztönözték a doktori dolgozatom megírását, és végig támogató környezetet biztosítottak.