

SZABÓ KÁROLY

SZIMULÁCIÓS MODELL TERVEZÉSE A  
VÁLLALKOZÁSOKHOZ KAPCSOLÓDÓ  
LOGISZTIKAI FOLYAMATOK HATÉKONY  
ÚJRASZERVEZÉSE ÉRDEKÉBEN

DOKTORI DISSZERTÁCIÓ

© Szabó Károly, 2023.

Budapest

# SZIMULÁCIÓS MODELL TERVEZÉSE A VÁLLALKOZÁSOKHOZ KAPCSOLÓDÓ LOGISZTIKAI FOLYAMATOK HATÉKONY ÚJRASZERVEZÉSE ÉRDEKÉBEN

## DOKTORI DISSZERTÁCIÓ

Budapesti Gazdasági Egyetem - Vállalkozás- és Gazdálkodástudományi Doktori Iskola

---

DOKTORI ISKOLA NEVE: **Vállalkozás- és Gazdálkodástudományi  
Doktori Iskola**

DOKTORI ISKOLA VEZETŐJE: **Dr. Losoncz Miklós** *Egyetemi tanár*

TUDOMÁNYOS VEZETŐ: **Dr. Gubán Miklós** *Professor Emeritus*  
**Dr. habil Kása Richárd** *Tudományos főmunkatárs*

Budapest, 2024.

---

Ha elgondoljuk, hogy a mai értelemben vett tudomány alig néhány évszázados, akkor azt kell mondanunk, hogy még a legkalandosabb fantázia sem adhat teljes képet arról, hogy további évszázadok múlva milyen eredményeket fog elérni a tudomány.

---

**Wilhelm Ostwald**

# TARTALOM

1. Problémafelvetés .....	3
1.3 A téma tudományterületi elhelyezése .....	8
1.4 A kutatás környezete .....	12
1.5 A kutatás menete .....	12
2. A logisztikai rendszerek működése .....	14
3. A logisztikai rendszerek szimulációja .....	32
4. Zala Megye, a kutatás helyszíne.....	45
5. A kutatás fókusza és módszere.....	53
5.1 Hipotézisek összefoglalása .....	54
5.3 Operacionalizálás és az empirikus kutatás módszerei.....	56
5.4 Populáció és mintavétel.....	58
6. Eredmények.....	61
6.1 Kvalitatív kutatás eredményei .....	61
6.2 Kvantitatív kutatás eredményei.....	69
a) Zala megyei vállalkozások elégedettsége logisztikai folyamataikkal .....	71
b) A logisztikai folyamatok problémái Zala Megyében.....	74
c) Zala Megyei logisztikai folyamatok SPSS elemzése.....	77
7. Zala Megyei logisztikai folyamatok szimulációja.....	103
7.1 Szimulációs mérések eredményei .....	106
7.2 Szimulációs modell felépítése .....	110
7.3 Szimuláció .....	117
8. Összefoglalás és javaslatok.....	120

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A kutatás menete.....	10
2. ábra: A mikrologisztikai rendszer elhelyezkedése .....	11
3. ábra: A logisztika fogalmi rendszere .....	13
4. ábra: A logisztikai rendszerek felépítése .....	14
5. ábra: Szolgáltatási folyamat iteratív tervezése .....	17
6. ábra: Logisztikai kifejezések idősoros alakulása.....	26
7. ábra: A modellszint és valóságszint kapcsolata.....	32
8. ábra: Az online szimuláció OLSIM folyamatábrája.....	34
9. ábra: Logisztikai szolgáltatást nyújtó vállalkozások száma Zala Megyében.....	42
10. ábra: Ishikawa diagram a probléma tükrében.....	44
11. ábra: Kutatási keretmodell .....	46
12. ábra: Kutatási modell a kérdőív tükrében .....	47
13. ábra: Kutatási eszközök alkalmazásának folyamata.....	49
14. ábra: Zala megyei vállalkozások elégedettsége log. folyamataikkal.....	62
15. ábra: Logisztikai folyamatok megítélése Zala Megyei vállalkozásoknál .....	63
16. ábra: Felmért igény a log. folyamatok újraszervezésére ZM vállalkozásoknál .....	64
17. ábra: Szállítási késési gyakoriság Zala Megyei vállalkozásoknál .....	65
18. ábra: Szállítási késések mértéke Zala Megyei vállalkozásoknál.....	66
19. ábra: ANOVA és Varianciaanalízis eredményei a Zala Megyei vállalkozásoknál .....	82
20. ábra: Faktorsúlyok átlagai a jelen helyzet kategóriában .....	83
21. ábra: Faktorsúlyok átlagai a vállalati problémákon belül .....	84
22. ábra: Faktorsúlyok átlagai a megoldási igények terén.....	85
23. ábra: ZM vállalatok logisztikai folyamatainak strukturális egyenletmodellje .....	88
24. ábra: SEM modellen belüli releváns összefüggések H3 hipotézis tükrében.....	91
25. ábra: Zalaegerszeg – Budapest útvonal 2021. 06. 15-én 21:39-kor .....	95
26. ábra Zalaegerszeg – Budapest útvonal útvonal 2021. 06. 16-án 06:01-kor.....	96
27. ábra: Mért indulási időpontok az a vizsgált intervallumban .....	97
28. ábra: Mért menetidők eloszlása .....	98
29. ábra: Bevont paraméterek diszkriminanciaanalízise .....	99
30. ábra: Szimulált indulási időpontok eloszlása .....	102

31. ábra: Szimulált indulási időpontok Excelben történő megvalósítása .....	101
32. ábra: Csapadék sűrűségfüggvény .....	104
33. ábra: Transzformált csapadék sűrűségfüggvény .....	105
34. ábra: Menetidő eloszlása a csapadék függvényében .....	106
35. ábra: Menetidő eloszlása a rendhagyó események függvényében .....	107
36. ábra: Szimulációs adatbázis teljes eloszlása .....	107
37. ábra: Menetidő szimulációja a Zalaegerszeg-Budapest útvonalon .....	108
38. ábra: Menetidő szimulációja hibahatárral kiegészítve.....	109
39. ábra: Menetidő-beclés Zalaegerszeg-Budapest útvonalra .....	110

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Kutatásom alapkérdése és alkérdések .....	6
2. táblázat: A tudományos paradigmák kategóriái .....	8
3. táblázat: Logisztikai kifejezések keresési találatai .....	25
4. táblázat: Logisztikai kutatások tartalmi jellemzői.....	27
5. táblázat: Regisztrált vállalkozások száma Zala Megyében.....	49
6. táblázat: Kvalitatív interjúk lefolytatása Zala Megyei vállalkozások körében .....	52
7. táblázat: Ellátási láncra ható tényezők Zala Megyében.....	55
8. táblázat: Késési gyakoriság a beszerzés során Zala Megyében.....	58
9. táblázat: Késési gyakoriság a kiszállítás során Zala Megyében.....	59
10. táblázat: Jelenlegi helyzet változócsoport átlagai és ANOVA eredménye .....	69
11. táblázat: Jelenlegi helyzet faktorok sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk.....	70
12. táblázat: Jelen helyzet faktorok rotált komponensmátrixa.....	71
13. táblázat: Log. folyamatok változócsoport átlagai és ANOVA eredménye .....	72
14. táblázat: Log. problémák faktorok sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk.....	73
15. táblázat: Log. problémák faktorok rotált komponensmátrixa .....	73
16. táblázat: Száll. problémák változócsoport átlagai és ANOVA eredménye.....	74
17. táblázat: Szállítási problémák faktorok sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk.....	75
18. táblázat: Log. problémák faktorok rotált komponensmátrixa .....	76
19. táblázat: Log. kártípusok változócsoport átlagai és ANOVA eredménye .....	77
20. táblázat: Log. kártípusok faktorok sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk.....	78
21. táblázat: Log. kártípusok faktorok rotált komponensmátrixa .....	78
22. táblázat: Fejlesztési irányok változócsoport átlagai és ANOVA eredménye.....	79
23. táblázat: Fejlesztési irányok faktorok sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk .....	80
24. táblázat: Fejlesztési irányok rotált komponensmátrixa.....	81
25. táblázat: A SEM modell becsült paraméterei .....	86
26. táblázat: Logisztikai-modell vállalkozásokon belüli rendelési időpontokhoz .....	94
27. táblázat: Indulási időpontok szóródása.....	98
28. táblázat: Diszkriminanciafüggvény eredményei a bevont paraméterekre .....	100
29. táblázat: Indulási időpontok szimulációja.....	101

## A DOLGOZAT ÚJ ÉS ÚJSZERŰ MEGÁLLAPÍTÁSAI

H1 Hipotézis .....	52
T1 Tézis .....	71
H2 Hipotézis .....	52
T2 Tézis .....	73
H3 Hipotézis .....	52
T3 Tézis .....	97
H4 Hipotézis .....	52
T4 Tézis .....	109



# AJÁNLÁS

Szabó Károly okleveles közgazdász végzettséggel rendelkezik, 2019-ben kezdte PhD tanulmányait, a Budapesti Gazdasági Egyetem Vállalkozás- és Gazdálkodástudományi Doktori Iskolájában. Tanulmányi és kutatási feladatait teljesítette, az abszolutóriumot megszerezte. A jelölt szervezett képzésben teljesítette a számára előírt tantárgyakat. Jelenlegi munkáját tekintve, egy zalaegerszegi cég projektmenedzsereként dolgozik.

A jelölt a képzési és kutatási szakaszban is rendkívül aktív volt, amelynek számos publikáció lett az eredménye. A kutatás során kezdeményezően állt az egyes feladatokhoz, több hazai és nemzetközi konferencián vett részt, mint előadó, valamint kutatási eredményei több folyóiratban is megjelentek. Disszertációja a nyilvános vitára kész, melynek címe:

„Szimulációs modell tervezése a vállalkozásokhoz kapcsolódó logisztikai folyamatok hatékony újrászervezése érdekében”

Disszertációjának legfőbb eredményeként bizonyította, hogy az ellátási lánc szimulációja lehetséges a vállalkozásokon belüli adatokból kiindulva is. Emellett a kutatás során a helyi vállalkozások számos más folyamata, aspektusa is bemutatásra került.

Ezek alapján Szabó Károly témavezetőjeként tanúsítom, hogy a jelölt a kutatási témájában folyamatosan haladt előre, a doktori képzés során előírt önálló szakmai munka és disszertáció készítés követelményeit teljesítette. Javaslom a jelölt nyilvános vitájának megtartását és számára a PhD fokozat megítélését támogassák.

Budapest, 2024. április 30.

Dr. Gubán Miklós

Témavezető

Dr. Kása Richárd

Témavezető

# ÖSSZEFOGLALÓ

Az ellátási lánc szimulációja egy igen összetett és komplex feladat. A teljes ellátási lánc szintjén voltak már szimulációs eredmények korábban, de kizárólag vállalkozáson belüli adatokból kiinduló szimulációra eddig nem volt még példa. Dolgozatomban ennek megfelelően egy olyan szimulációt kíséreltem meg végrehajtani, amely arra ad ajánlást, hogy milyen időpontban érdemes rendelést, szállítást kivitelezni adott vállalkozáson belül.

A kutatás első felében egy részletes szakirodalmi áttekintést valósítottam meg, amely során felkutattam a releváns publikációkat, illetve összegeztem azok legfőbb eredményeit. A szakirodalmi elemzés során bemutatásra kerültek az ellátási láncok általános működési elemei, illetve az egyes folyamatok informatikai támogatása. A logisztika szoftveres támogatása terén továbbá bemutattam a korábban érvényben lévő megközelítéseket, amelyeket összevettem a legfrissebb trendekkel (pl. felhőalap, mesterséges intelligencia, többszintű ERP rendszerek). A szakirodalmi elemzést a modellépítési és szimulációs módszertannal folytattam, végül pedig a területi lehatárolás (Zala Megye) validációjával fejeztem be.

Dolgozatom második felében kvalitatív kutatás segítségével ismertem meg a modellépítéshez szükséges mérendő változókat. A mintavétel keretében 10 interjút folytattam le Zala megyei vállalkozások vezetőivel. Az így kapott eredmények alapján kvantitatív mintavételt terveztem, melynek célja, hogy a vállalkozások logisztikai problémáinak és fejlesztési igényeinek meghatározása és egy kutatási modell építése. Összesen 1022 db kiküldött kérdőívből 147 db válasz érkezett. A leíró jellegű kérdések mellett (H1, H2 hipotézis), SPSS elemzést hajtottam végre, amely alapján létrehoztam a helyi vállalkozások logisztikai folyamatainak strukturált egyenletek modelljét (SEM) H3 hipotézis igazolására. A dolgozat záró részében felépítettem egy szimulációs modellt, amelyhez a korábban meghatározott kísérleti és Google Maps méréseket használtam.

Az eredmények tükrében kijelenthetem, hogy a vállalkozásoktól származó adatokból a teljes ellátási lánc szimulációja lehetséges, amely alapja lehet egy jövőbeli döntéstámogató szoftver megvalósításának.

## SUMMARY

The simulation of supply chains is a very hard and complex task. There have been simulation results at the whole level of supply chain before, but so far there has been no example of a simulation based solely on data within a company. Accordingly, in the framework of my thesis, I attempted to implement a simulation that gives a recommendation for the exact time when it's worthwhile to carry out orders and deliveries at a given company.

Throughout the initial phase of my research, an extensive literature evaluation was conducted, wherein a comprehensive search for pertinent publications was undertaken, followed by the synthesis of their primary findings. The literature review included an examination of the fundamental operational components of supply chains, as well as the corresponding information technology (IT) systems that support these processes. In the domain of software support for logistics, I have also provided an exposition of pre-existing methodologies, which I have subsequently juxtaposed with contemporary advancements such as cloud computing, artificial intelligence, and multi-level ERP systems. The literature analysis was followed by the implementation of the model building and simulation approach. The study was then ended with the validation of the territorial delineation of Zala County.

In the latter portion of my thesis, qualitative research was employed to ascertain the variables that are to be assessed for the purpose of constructing the model. A total of ten interviews were performed with managers from various firms located in Zala County. Based on the collected data, a quantitative sample was devised in order to identify logistic challenges and developmental requirements within firms, with the ultimate aim of constructing an educational framework. A total of 147 replies were obtained from a sample of 1022 questionnaires that were distributed. In conjunction with the descriptive inquiries (H1, H2 hypotheses), an SPSS analysis was conducted to construct a structural equations model (SEM) of the logistical operations within local enterprises, with the aim of substantiating hypothesis H3. In the concluding section of the thesis, a simulation model was constructed utilizing the experimental data and Google Maps measurements that were previously established.

Based on the findings, it can be asserted that it is feasible to replicate the complete supply chain through the utilization of data acquired from organizations. This data might serve as the foundation for the eventual development and deployment of decision support software.

# A KUTATÁS ISMERTETÉSE

## 1. Problémafelvetés

A mindennapi logisztikai folyamatok, akár csak az ellátási lánc fő folyamatai, egy olyan több tényezős rendszert alkotnak, amely igen összetettnek mondható. Ezen rendszereket jellemzően befolyásolja az adott gyártási technológia, az infrastruktúra rendelkezésre állása, a közlekedés, de akár az időjárás és egyéb vis major tényezők is. Annak ellenére, hogy több tényezős, gyakran nehezen előre jelezhető rendszerekről beszélünk, mégis érdemes a szimulációjukkal kiemelten foglalkozni, hiszen, ha megismerjük ezeket a hátráltató tényezőket, az nagy versenyelőnyvel járhat bármely cég számára. Elmondható, hogy a teljes ellátási lánc szimulációját tekintve már voltak bizonyos szintű kutatások, de a vállalkozásokon belüli folyamatok modellezése nem teljes (Bohács - Kovács - Rinkács, 2016, pp. 13-10). (Vállalkozásokon belüli logisztikai folyamatok alatt azt értjük, hogy az adott vállalat rendelési/szállítási döntéseit vizsgáljuk kizárólag, ellentétben a teljes ellátási láncsal, ahol ez egy több vállalkozást érintő folyamat.) A kutatás ennek megfelelően azt a kérdést vizsgálja elsőként, hogy a korábban említett tényezők milyen mértékű késést okoznak a mindennapi logisztikában a vállalaton belüli folyamatok esetében, valamint mennyire vezetnek vállalati elégedetlenséghez (a vállalatok a késéseket tekintve, mennyire elégedettek saját logisztikai folyamataikkal)? A kutatás másik területe a rendszerre ható változók vizsgálata, gyakorlati példával élve azt vizsgáljuk, hogy egy adott időszakban leadott rendelésre milyen negatív tényezők hatnak (lásd: közlekedés, időjárás, infrastruktúra, technológia, vis major problémák). Ehhez kapcsolódóan további kérdés, hogy létrehozható-e egy olyan modell, amely arra ad ajánlást a szimuláció segítségével, hogy mely időszakok kerülendők a szállítást illetően. Ahhoz, hogy véghez tudjuk vinni a szimulációt a vállalaton belüli folyamatokra, elengedhetetlen, hogy megismerjük az egyes hátráltató tényezők viselkedését és legfőképp a súlyát a logisztikai rendszerben. A problémát és a választ úgy összesíthetjük, hogy mivel az úthálózatok egyre telítettebbek és az új szállítási utak keresése már nem vezet eredményre, ezért egy olyan döntéstámogató alkalmazás alapjait igyekszünk kialakítani, ami arra ad ajánlást, hogy mikor érdemes rendeléseinket elindítani/ütemezni. (Gubán – Kovács – Kot, 2017; Mridha et al., 2023; Gkountani – Tsoulfas – Mouzakis, 2022)

### *Kutatási terület (Research gap)*

A korábban meghatározott végeredmény gyakorlatilag egy olyan jellegű szimuláció létrehozását célozza meg, amely arra ad ajánlást, hogy milyen konkrét időpontban adjunk le rendelést (pl. reggel 9 óra 30 perckor), ahhoz, hogy a rendelés legnagyobb eséllyel érkezen be késés nélkül. A szakirodalom előzetes vizsgálata után viszont egyértelműen kirajzolódott, hogy jelenleg nincs ilyen jellegű kutatási eredmény. A szakirodalom arra is erősen rávilágít, hogy az úthálózat telítettsége miatt folyamatosan növekednek az olyan jellegű negatív externáliák, mint a forgalmi dugók, balesetek, zajszennyezés vagy az üvegház-kibocsátás. Az Egyesült Királyság környezetvédelmi minisztériumának felmérése például 5 milliárd fontra (!) becsüli a kialakult dugók által generált társadalmi költségeket, 2 milliárd fontra a szállításhoz köthető balesetek költségeit, míg 2 milliárd fontra a kibocsátott üvegházgázok, levegőszennyezés, zaj, továbbá az infrastruktúra amortizálódásának költségét. (Benedek Z., 2014, p. 994.) Egyes tanulmányok arra is rávilágítanak, hogy a legtöbb esetben már az alternatív szállítási útvonalak keresése sem vezet megoldásra, hiszen jellemzően az adott cég versenytársai is ezeket az útvonalakat keresik és használják. Ennek megfelelően a következő tényezők alkotják a research gap-et a kutatás szempontjából:

- Fokozódó nyomás az úthálózaton (hazai és világszinten egyaránt)
- Az ebből adódó negatív externáliák folyamatos növekedése (légszennyezés, balesetek, lassuló anyagáramlás, fennakadások)
- A térbeli megoldások már elérték a telítettségi pontot – az alternatív útvonalak is leterheltek

Ha ehhez hozzávesszük, hogy a fogyasztási szokások megkövetelik a gyors és pontos szállítást, valamint a fogyasztóktól érkező nyomás is növekvő tendenciát mutat, egyértelműen kijelenthetjük, hogy szükség van az új megoldásokra. Ennek megfelelően a kutatás arra a research gap-re vizsgálja a lehetséges megoldást, hogy **az úthálózat leterheltségét milyen módon lehet csökkenteni?** Erre az egyik lehetséges mód egy olyan döntéstámogató szoftver megalkotása, amely az időbeni indulásra, szállításra ad ajánlást. Az esetleges megoldás a korábban leírt problémákból fakadóan rengeteg versenylőnyt jelenthet az aktív logisztikai tevékenységgel rendelkező vállalatoknak, de akár a civil, non-profit szektorra is komoly hatást jelenthet. Utóbbi különösen érdekes lehet városüzemeltetési, lakossági szempontból. A feltárt research gap-et a korábban leírtaknak megfelelően egy sikeres szimulációval igyekszem lefedni, amely alapja lehet az említett döntéstámogató szoftvernek. (Agalinos et al., 2020., Li – Rombaut – Vanhaverbeke, 2021.)

## 1.1 Témaválasztás indoklása

Az utóbbi évtizedekben a turbulens piaci környezetnek, valamint a gazdasági és társadalmi folyamatok felgyorsulásának köszönhetően egyre élesebb piaci verseny alakult ki. A vállalatok sok esetben már nem tudnak jelentős versenyelőnyt elérni a termékfejlesztés területén (pl. a kevésbé komplex termékek tekintetében), ezért a vállalati hatékonyság egyre inkább felértékelődik (Tóth – Kovács, 2020). Ennek köszönhetően a logisztikai kutatások is egyre inkább előtérbe kerültek az utóbbi években, amelyeknek egy fontos dimenziója a szállítási folyamatok hatékonyságnövelése. A témaválasztás során ez volt az egyik befolyásoló tényező számomra, azaz egy olyan témát választani, amely a piaci trendek alapján kimondottan aktuális, a korábbi kutatások tekintetében pedig feltérképezetlen.

A másik szempont a gyakorlati használhatóság volt. Korábbi tapasztalataim jelentős részét a vállalkozásfejlesztés terén szereztem, ezért olyan témát szerettem volna választani, amely elősegíti a vállalkozások működését. Ezzel kapcsolatban fontos megemlíteni, hogy a hatékony logisztikai tervezés nem csupán a nagyvállalatok sajátja, hanem a KKV-k piacán is fontos tényező. Ennek ellenére sajnos gyakori tapasztalat, hogy a kisebb vállalkozások nem veszik figyelembe a logisztikai háttérük hatékony megtervezését, vagy adott esetben nincs eszközük annak megvalósítására. Ebből kiindulva, az is egy külön motivációt jelentett a témát illetően, hogy a kutatás segítségével ezen vállalkozások olyan szempontokba nyerhessenek betekintést, illetve adott esetben olyan megoldáshoz juthassanak, amely a mindennapokban is effektívebbé teszi működésüket (függetlenül a vállalkozás méretétől, erőforrásaitól). (Pató – Herczeg, 2020; Moon – Lee - Lai, 2017; Shu et al. 2006; Sarkar et al., 2021)

A témát a Zala Megyei vállalkozások körében vizsgálom, amelynek oka az adatok hozzáférhetősége mellett az volt, hogy a megyében számos logisztikai jellegű fejlesztés ment végbe az utóbbi időszakban, amelyek szintén relevánsak volt a témaválasztást illetően. Ezek közül a legjelentősebbek a zalaegerszegi tesztpálya, az R76-os és az M70-es utak voltak. A logisztika súlya egyébként már a fejlesztések megkezdése előtt is kimagasló volt a megye területén -a jelentős anyagáram mellett-, így mindent összevetve a terület ideális helyszínt biztosított a kutatás lefolytatásához. (Szabó – Szabó – Gubán, 2020, pp. 66-77.)

Személyes kötődésem a téma iránt folyamatosan nőtt az évek alatt, amint a megismert folyamatok egyre inkább kiszélesedtek és a gyakorlati alkalmazhatóság is egyre inkább kézzelfoghatóvá vált.

## 1.2 Kutatási célok

A kutatás alatt az volt a célom, hogy jobban megismerjem a Zala megyei vállalkozások logisztikai folyamatait azzal, hogy megvizsgálom a folyamatok hatékonyságát, a vállalkozások elégedettségét, valamint a befolyásoló tényezőket, egyúttal a vizsgálat után olyan javaslatokat adjak, mely az ellátás hatékonyabbá tételét segítik. (Scukanec - Rogic - Babic, 2007; Arango -Zapata, 2017; Forgerini - de Sousa, 2021)

Eredetileg mindenképp valamilyen logisztikai témájú, szimulációs kutatás lefolytatása volt a kitűzött cél, mivel azonban az ellátási lánc egészét nézve már több eredmény született a témában, ezért más témát kerestem. Ebből kiindulva vetődött fel az elgondolás, miszerint a szimuláció lehetőségét a vállalkozásokon belüli folyamatokra vizsgáljuk, hiszen ez a terület alapvetően még feltérképezetlen. (Adelantado et al., 2022)

A kutatási cél eléréséhez elsőként szükség volt a helyi vállalkozások logisztikai folyamatainak általános megismerésére, azaz van-e egyáltalán késés az egyes rendszerekben, illetve ezek alapján van-e egyáltalán valamilyen elégedetlenség a folyamatokkal szemben? Ezt követően a folyamatokra ható tényezőket kellett megvizsgálnom, azaz az előre feltételezett tényezőkön (közút, időjárás, infrastruktúra, vis major) van-e olyan más tényező, ami még releváns a késések és folyamatok szempontjából, illetve ezen tényezők teljes skáláját tekintve melyek a legfontosabbak és melyek a kevésbé fontosak. Ezek megvalósítása nemcsak a hipotéziseim igazolásához voltak szükségesek, hanem azért is, hogy egy olyan modellt hozzunk létre, amely a későbbiekben akár gyakorlati hasznosságú is lehet (pl. egy mobilapplikáció vagy egy döntéstámogatási szoftver létrehozásához). (Milewski – Wisniewski, 2022; Lin, 2016)

**Kutatásom legfőbb kimenete, hogy megvizsgáljam azt, hogy a vállalkozások logisztikai folyamatai szimulálhatók-e az ellátási lánc folyamataihoz hasonlóan Zala megyében.**

Fontos kiemelni, hogy a jelen értekezés célja, hogy megvizsgálja a folyamatokat, azonosítsa a ráható tényezőket, valamint, hogy egy alapot teremtsen egy hosszú távú szimulációs vizsgálatnak. A kutatás végső eredménye, hogy megmutatja, hogy a fent említett folyamatokra egyáltalán alkalmazható-e a szimuláció. A szélesebb körű szimulációs kísérletek, a modellszint és a valóságsszint közti kapcsolat mélyebb vizsgálata, valamint a

gyakorlatba való visszaültetés kísérlete a kutatás disszertációt meghaladó célrendszerének részét képezik. (Szentesi et al., 2021) Kutatásom folytatásaként hosszú távú cél lesz ezen kérdések megismerése a teljes hazai viszonylatra, vagy akár más külföldi országok folyamataira vetítve is. Ezen felül azt is érdemes megjegyezni, hogy a dolgozat a fizikai anyagáramlásra fog koncentrálni. A szolgáltatási logisztika vagy a logisztikai információáramlás ilyen jellegű megismerése, esetleges szimulálása szintén a jövőbeni célok között szerepel, de jelen kutatásban - kezdeti lépésként- a termelő vállalkozások anyagáramlására koncentrálnunk és annak szimulációjára. (Tarapata et al., 2020; Taleizadeh – Shokr - Joali, 2020) Kutatásomat a könnyebb specifikálhatóság miatt Zala megyére koncentrálok, mely a téma szempontjából ideális terep, hiszen a szállítási rendszerek teljes vertikuma és az ellátási lánc minden eleme megtalálható itt. Azonban az itt feltárt összefüggések, eredmények később exportálhatóak nagyobb rendszerekre is vagy más területekre.

**1. táblázat: Kutatásom alapkérdése és alkérdései**

<b>Szimulálhatóak-e a Zala Megyei vállalkozásokon belüli logisztikai folyamatok az ellátási lánc folyamataihoz hasonlóan?</b>	
<b>K1</b> A Zala megyei vállalkozások mennyire elégedettek-e a vállalkozáson belüli logisztikai folyamataikkal?	<b>K2</b> Milyen gyakorisággal vannak jelentős késések a Zala megyei vállalkozásokon belüli logisztikai folyamatainál?
<b>K3</b> A Zala megyei vállalkozások adottságai (pénzügyi, piaci, logisztikai rendszerei) hogyan befolyásolják azt, hogy hogyan érzékelik a logisztikai folyamataik problémáit (külső/belső) és ezek a problémák milyen okoznak (közvetlen / közvetett) és ezek megoldására milyen igényeik lennének?	<b>K4</b> A Zala megyei vállalkozások logisztikai folyamatai hogyan modellezhetőek, valamint alkalmazható-e a szimuláció, mint vizsgálati eszköz a probléma általános vizsgálatára?

[Forrás: saját szerkesztés]



### 1.3 A téma tudományterületi elhelyezése

Fontosnak tartottam, hogy az értekezést bemutassam az uralkodó tudományfilozófiai paradigmák, valamint a tudományterületi elhelyezkedés szempontjából is, hiszen ezáltal reális képet kapunk a téma lehatárolásáról, valamint a kutatás értelmezési tartományáról.

A kutatás a társadalomtudományok alá sorolható, amelynek lényege, hogy az ember és az általa létrehozott társadalom viszonyát vizsgálja, valamilyen aspektusból. Ez az aspektus jelen esetben nem más, mint a tágabb értelemben vett gazdaság, míg szűkebb értelemben a logisztika és az ahhoz kapcsolódó információáramlás. A tudományelméleti megközelítések tekintetében, maga az uralkodó paradigmák, olyan világnézeteket jelentenek, amelyek a tudományos megismerés lehetőségeit, módszereit, a tudományos igazságok és következtetések érvényességének okait foglalják magukba. Ezeket a nézeteket a mindenkori, a világot megismerni kívánó kutatók közössége alakítja ki (Desphande 1983). A paradigmák 4 típusba sorolhatóak Guba és Lincoln (1994) szerint:

- Pozitivizmus
- Kritikai elmélet
- Konstruktivizmus
- Realizmus

Ezeket a megközelítéseket három elemre bonthatjuk (Perry et al., 1997);

- Ontológia – a világ, amelyet meg akarunk ismerni.
- Episztemológia – a tudás természetének filozófiája.
- Metodológia – a tudás elérésének módszertana.

A lentebb látható táblázat a Guba-Lincoln és a Perry-féle csoportosításokat emeli be egy mátrixba, amely segíti a könnyebb megértést az uralkodó paradigmák és a tudományelmélet dimenziói tekintetében. Fontos kiemelni, hogy a pozitivizmus alapvetően azt feltételezi, hogy a világot olyan objektív tények alkotják, amelyek a mérések során nem változnak (Guba – Lincoln, Tsoukas 1989). A többi megközelítés ezzel szemben egy reflexívebb környezetet jelent, azaz azt feltételezi, hogy a vizsgálat során elengedhetetlen valamilyen hatást gyakorolunk a környezetre.

## 2. táblázat: A tudományos paradigmák kategóriái

Elem	Pozitivizmus	Kritikai elmélet	Konstruktivizmus	Realizmus
<b>Ontológia</b>	A valóság mérhető.	„Virtuális” valóság, amelyet az emberi értékek alakítanak ki és formálják azt folyamatában.	Helyi (eseti) és specializált valóságok összessége	A valóság csak a valószínűség szerint ismerhető meg.
<b>Episztemológia</b>	<i>Objektív:</i> Eredményei igazak	<i>Szubjektív:</i> Érték-mediatív eredmények	<i>Szubjektív:</i> Kreált eredmények	<i>Korlátozott tárgylagosság:</i> Az eredmények valószínűleg igazak.
<b>Metodológia</b>	<i>Kísérletek és mérések:</i> Hipotézisek igazolása kvantitatív módszerekkel	<i>Dialogikus / dialektikus:</i> A kutató önmaga is átalakítja a valóságot pusztán a kutatás tényével.	<i>Hermeneutikus / dialektikus:</i> A kutató résztvevője az általa vizsgált világnak.	<i>Esettanulmányok / irányított interjúk:</i> Részben kvalitatív, részben kvantitatív módszerek

[Forrás: saját szerkesztés Kása, Guba-Lincoln és Perry alapján] [Kása, 2011, p. 21]

Az értekezés leginkább a konstruktivizmus és a realizmus határán mozog a kutatóelmélet kontextusában. A disszertáció bizonyos elemei a konstruktivizmushoz állnak közelebb, hiszen alapvetően egy helyi valóságot vizsgáltunk, amelyről nem tudjuk egyértelműen kijelenteni, hogy az általánosítás irányába mutat. Ezen felül azt is el kell fogadni, hogy bizonyos kiegészítő kutatási eseményeknél (pl. interjúk) aktívan is részt vettem a vizsgált környezetben – reflexív módon. Mindezek ellenére viszont mégis a **realizmus** a paradigma, amely megközelítésben leginkább értelmezhető a kutatás. Annak ellenére, hogy egy helyi valóságot vizsgáltam és reflexív módon vettem részt a kutatásban, valamint ha végtelen számú kísérletet végeznénk el, akkor találnánk olyan esetet, ahol nem működne a szimuláció, az esetek nagy többségében mégis a felvázolt kutatási modell és annak megoldása lenne igaz. Ebből kiindulva, egy olyan modell került kialakításra, amelynek a megoldása a **valószínűség szerint igaz** és az esetek döntő többségében ugyanazt az eredményt

szolgáltató. A kutatás a paradigmának megfelelő metodológiát választotta, amely így vegyesen tartalmazott kvalitatív és kvantitatív módszereket.

### *Modellezési módszerek episztemológiai megközelítései*

Mivel a metodológián belül kísérleteket és megfigyeléseket is alkalmaztam a modellhez szükséges adatgyűjtéshez, ezért fontosnak tartottam ismertetni az említett módszerek alkalmazásának episztemológiai megközelítéseit a gazdaságtudományon belül. Egyszerűbben fogalmazva, arra kerestem a választ a szakirodalom értő vizsgálatával, hogy van-e lehetőség kísérletekre és megfigyelésekre támaszkodni a gazdaságtudomány területén. Előzetesen elmondható, hogy napjainkra bizonyos kvalitatív és kvantitatív eszközök lettek a társadalomtudományok legelfogadottabb eszközei. A két megközelítés egy ideig versengő irányzatokat hozott létre, de ahogy Bryman (2006) fogalmaz, napjainkra egyre inkább olyan korszakban vagyunk, amikor a "paradigmák háborúja" kezd mérséklődni, és mindkét megközelítést egyre inkább kompatibilisnek tekintik. Ráadásul egyre több kutatást végeznek ilyen "kevert" módszerekkel. Jelen kutatás szempontjából ez azért is kiemelendő, mivel ebben az esetben is egy kevert típusú kutatási design került kiválasztásra – amely manapság már elfogadott a társadalomtudományok terén. A kísérletek és megfigyelések alkalmazásával kapcsolatban, Deetz 1996-os tanulmánya is fontos támpontot ad, azaz szerinte a módszertan kiválasztásánál főleg arra kell koncentrálnunk, hogy mi a vizsgálandó jelenség természete és ennek megfelelően kell a módszertant kiválasztanunk, nem pedig egy adott paradigma melletti kötelezettségvállalás szerint. Falconer – Mackay, (1999) szintén erre a következtetésre utal, amikor arra a következtetésre jut, hogy a kutatási probléma alapján kell meghatározni a kutatási design-t, azzal szemben mintha elsőként konkrét kutatási módszerekre összpontosítanánk és ezeket alkalmaznánk a vizsgálandó jelenség természetéhez igazítva. (Bryman, 2006; Deetz 1996; Falconer – Mackay, 1999)

Ennek kapcsán Golden 2009-es tanulmányát is érdemes felidézni, amelynek központi eleme, hogy a tudomány fejlődését nem szolgálja a merev eljárási szabályokhoz való szűklátókörű ragaszkodás, mivel bármely előre rögzített szabállyal szemben olyan helyzetek adódhatnak, amikor a probléma csak a szabály figyelmen kívül hagyásával, vagy éppen annak ellenkezőjével oldható meg. (Golden, 2009; Kása – Réthi, 2017)

A kísérletek és megfigyelések társadalomtudományi alkalmazása szempontjából a szakirodalom alapján levonható, hogy amennyiben az alkalmazott módszertan teljesen új a területen, akkor is érdemes a jelenségre koncentrálni a „keretrendszer” helyett. Ebben az esetben talán a kutatás fókuszát lehetne vizsgálni (scope), hogy az mennyire tartozik a

társadalomtudományokhoz. Ennek kapcsán elmondható, hogy a logisztika multidiszciplináris terület, amely az üzleti gyakorlatban, az iparban és a kereskedelemben egyaránt meghatározó szerepet játszik, mindemellett viszont leginkább a társadalomtudományokhoz kapcsolódik, mivel az emberi társadalmakban zajló gazdasági, társadalmi és kulturális folyamatok részét képezi. A logisztika – és jelent tanulmány egyaránt - nem csupán a fizikai áru- és információáramlást vizsgálja, hanem szorosan összekapcsolódik az emberi tevékenységekkel, gazdasági szereplőkkel és társadalmi szerveződésekkel, ennek megfelelően a kutatás fókuszja (scope-ja) egyértelműen a társadalomtudományok területén helyezkedik el, amellet, hogy bizonyos, nem szokványos mintavételi módszereket is alkalmaz.

A szakirodalom ezen a ponton alapvetően validálná a kísérletek és megfigyelések alkalmazását, mint pionír módszer, viszont fontosnak tartottam megvizsgálni azt is, hogy voltak-e már hasonló megközelítések alkalmazva. A szakirodalom további vizsgálatával az is láthatóvá vált, hogy a kísérletek alkalmazása nem számít újkeletűnek a társadalomtudományokon, az belül pedig a közgazdaságtanon belül. Többek között találunk példát **laboratóriumi kísérletekre**, ahol a résztvevőket szabályozott körülmények között lehet vizsgálni. Például a játékelméleti kísérletek során résztvevőknek pénzjutalmat kínálnak bizonyos döntéseik alapján, hogy megfigyeljék viselkedésüket és döntéseiket. Emellett **terepi kísérletre** is, ahol a kísérletek valós környezetben zajlanak, a résztvevők pedig valós helyzetekben hoznak döntéseket. Például egy városban vagy közösségben végzett kísérlet során megfigyelhető, hogy hogyan reagálnak az emberek bizonyos gazdasági vagy társadalmi változásokra. Végül pedig **természetes kísérletekre**, ahol a kísérletek olyan természetes helyzetekben zajlanak, amely során a kutatók nem manipulálják a változókat, hanem megfigyelik és elemzik a már bekövetkezett eseményeket. Például egy vállalati válság hatásának elemzése természetes kísérletként szolgálhat. (Thaler - Sunstein, 2009; Lohr, 2021; Mohajan, 2020)

Összesítve tehát elmondható, hogy a szakirodalomban nemcsak a pionír kutatási módszerek alkalmazására találunk lehetőséget, de egyúttal számos kísérletet is feltártunk a társadalomtudományok területén, így azok alkalmazása nem befolyásolja a kutatás tudományterületi besorolását, elhelyezkedését.

## 1.4 A kutatás környezete

Az értekezés témája rögtön felkeltette az érdeklődésemet, amely az évek során tovább mélyült. A kutatás tervezésekor úgy döntöttem, hogy a kutatást a Zala megyei vállalkozások körében végzem el. Ennek oka, hogy a korábban említett módon a megye mindig is frekventált térségnek számított a logisztika szempontjából, de az utóbbi évek beruházásai még inkább alkalmassá tették a kutatás lefolytatására. Ezek közül főleg a megyeszékhely fejlesztései voltak jelentősek úgy, mint az R76-os és az M70-es utak, a zalaegerszegi tesztpálya, az M9-es autópálya tervezett építése, a jelenleg is zajló logisztikai központ, vagy a tankgyár kivitelezése. Ezek a fejlesztések és az adatok hozzáférhetősége egyaránt kiemelten alkalmassá tették a fent említett földrajzi lehatárolást a kutatás helyszínéül. A mintavételi keretet Zala Megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány vállalkozói adatbázisa biztosította, amelyek közül az összes zalai székhelyű vállalkozás lekérdezésre került. Fontos kiemelni, hogy noha jelen értekezés mind földrajzilag, mind a vállalkozások tekintetében egy lehatárolt szegmenst vizsgál, de hosszú távú cél, hogy földrajzilag más területeken is elvégezzük a kutatást, valamint annak a kérdését is megvizsgáljuk, hogy a kapott eredmények tükrében az eredmények mennyire értelmezhetőek a szolgáltató szektorban, valamint az alacsonyabb logisztikai volumenű vállalkozások esetében, ez azonban túlmutat a disszertáció keretein.

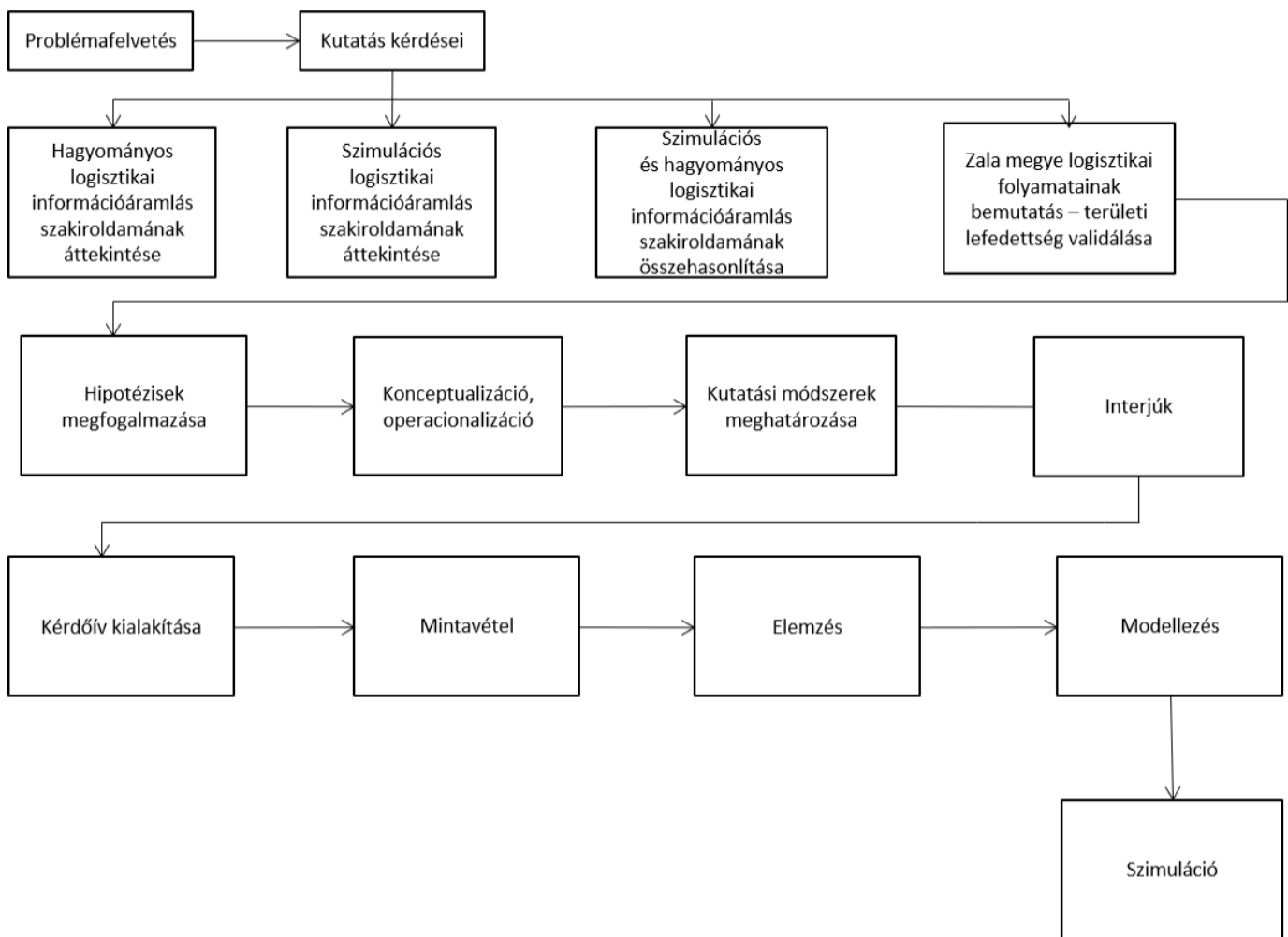
## 1.5 A kutatás menete

Mivel a teljes témát tekintve viszonylag kevés adattal rendelkezünk az anyagáram szimulációját illetően, ezért a kutatás lefolytatása alatt folyamatosan aktualizáltam a vizsgálat struktúráját a megfogalmazott kutatási kérdéseken keresztül. A kutatás megvalósítását az Earl Babbie féle módszertan segítségével terveztem meg (Babbie, 2008). A problémafelvetés és a kutatási kérdések megfogalmazása után megismertem a releváns szakirodalmat, amely további segítséget nyújtott a hipotézisek felállításához. Ezek igazolását konceptualizálással és operacionalizálással folytattam, végül pedig meghatároztam a konkrét kutatási módszereket. (Saunders et al., 2009.)

Elsőként a logisztikai rendszerek működését és annak szakirodalmát ismertettem, hiszen ez az alapvető környezet, amelyben a szűkebb kutatási téma elhelyezkedik. Ezt követően megvizsgáltam az eddigi szimulációs kutatások eredményeit, amelyet egy olyan rendszerbe helyeztem vissza, amellyel a logisztikai információáramlás statikus (ERP, MRP rendszerek)

és dinamikus (szimuláció) megoldásait tudom összehasonlítani. Ezt követően a kapott modellre alapozva interjúkat folytatok le, amelyek alapján létrehozom a kérdőívet. A kérdőíves lekérdezés eredményeit így össze tudom hasonlítani a korábbi kutatási eredményekkel és a meglévő gyakorlati megoldásokkal. A mintavétel után elemzést végzek a kapott empirián, az értekezést a modell létrehozásával, a szimulációval és az így kapott eredmények prezentálásával zárom. (Horváth - Mitev, 2015; Mourtzis, 2020)

**1. ábra: A kutatás menete**



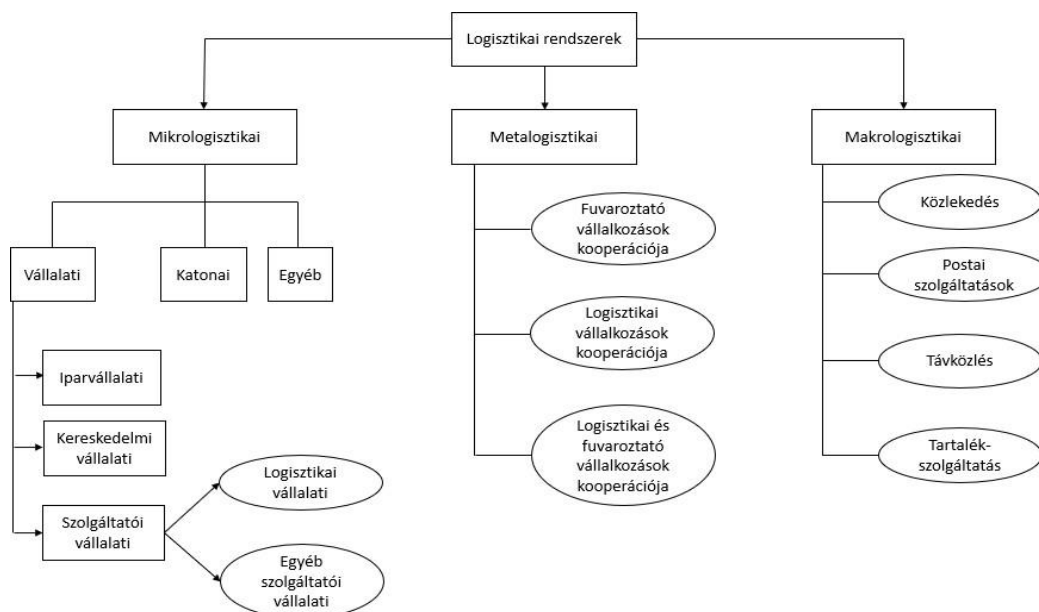
[Forrás: saját szerkesztés]

# SZAKIRODALMI ELEMZÉS

## 2. A logisztikai rendszerek működése

A logisztikát, mint tudományágat eleve a rendszerszintű megközelítés jellemzi. Ennek legfőbb oka, hogy a logisztikai folyamatok megfelelő működtetéséhez tevékenységeinket mindenképp érdemes valamilyen rendszer keretébe foglalni, abból adódóan, hogy a legtöbb esetben valamilyen rendszeres gyakoriságú logisztikai tevékenységről (beszerzés, termelés, disztribúció stb.) kell gondoskodni, amelyet egy előre megtervezett, formalizált formában sokkal könnyebb üzemeltetni. Fontos megjegyezni, hogy a logisztikai tevékenységek nemcsak a rendszereken belül zajlanak, de nagy általánosságban rendszerek között is (pl.: két vállalat közti kereskedelemnél, az áruszállítás az eladó vállalat logisztikai rendszeréből kilépve a vevő vállalat raktározási rendszerébe lép be) (Illés, 2011, pp. 11-20.). A szakirodalomban számos elmélet ismerhető meg a logisztikai rendszerek csoportosítása tekintetében. Az elméleti megközelítések egy közös pontja, hogy a logisztikai rendszereket mikro- és makrologisztikai rendszerekre osztja. (Dumanska et al., 2021.)

2. ábra: A mikrologisztikai rendszer elhelyezkedése



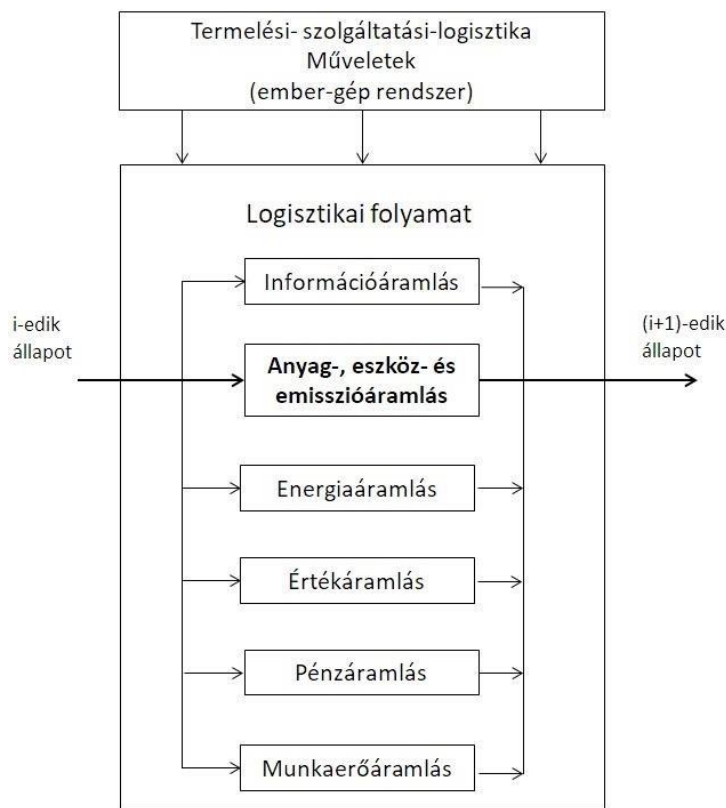
[Forrás: Bak, 2022]

Az értelmezés szerint a mikrologisztikai rendszerek a vállalkozásokon belüli folyamatokra koncentrálnak, míg a makrologisztikai akár jelenthet egy nemzetgazdasági, egy interkontinentális vagy ágazati szintet is, de mindenképpen egy nagyobb szabású ellátási láncot foglal magába. Egyes rendszerértelmezések a két fő osztályt egy úgynevezett metalogisztikai osztállyal bővítette, amely az olyan rendszereket jelenti, amely két vállalkozás rendszeres és soros együttműködéséből jön létre (pl.: valamilyen folyamatos kereskedelmi tevékenységnek köszönhetően két vállalat között, de akár a termelő vállalat és fuvarozó cég kapcsolata is ide sorolható). A rendszer-definíciók kialakítása abból a szempontból is kiemelt fontosságú volt, mivel ezáltal az egyes rendszertípusokhoz megfelelő működési specifikumokat lehet kialakítani, többek között, a menedzsment és az információáramlás területén. (Halászné, 1998; Beysenbaev - Dus, 2020; Ekren et al.,2023)

**Jelen kutatás a mikrologisztikai rendszerekkel fog kiemelten foglalkozni**, hiszen a kutatás célja a vállalkozásokon belüli hátráltató tényezők azonosítása és szimulációja, ezért a következőkben az ehhez kapcsolódó szakirodalmi háttérrel vizsgáljuk, illetve a rendszerek felépítését szemléltető példákat mutatjuk be. Ha a mikrologisztikai rendszereket (továbbiakban kizárólag logisztikai rendszerekként hivatkozunk rá) vesszük, akkor érdemes elsőként a definíciójukat tisztázni. **A logisztikai rendszer jellemzően egy ember-gép rendszer, amely zárt láncot alkotva integrálja a beszerzés, termelés, szolgáltatás, disztribúció, értékesítés, felhasználás, újra felhasználás (inverz logisztika) tevékenységeket.** A rendszer működése során többek között - az anyagáramlás mellett- munkaerő-, pénz-, információ- és értékáramlás megy végbe, amely értékteremtő és értékmegőrző formában egyaránt megvalósulhat. A zárt láncú működés azért is fontos dimenzió a rendszer működése során, mert így a termék a fogyasztóhoz kerülésig nem kerül a rendszeren kívül, amely így megkönnyíti a selejteket újrafelhasználását, egyidejűleg megakadályozza a hulladék természetbe kerülését ezzel csökkentve a környezetre nehezedő terhelést. Ha a működést tovább elemezzük, akkor a korábban felvázolt áramlások (anyag-, munkaerő-, pénz-, információ-, értékáramlás) közül az anyag- és információáramlást kell kiemelni. A logisztikai rendszerek egyik legmeghatározóbb eleme a térben és időben megvalósuló anyagáramlás, illetve a hozzákapcsolódó információs rendszer. Az információs rendszer legfőbb feladata, hogy a teljes logisztikai folyamatot végigkísérje, azaz indikálja az egyes részfeladatok elindulását, visszaellenőrzi a megvalósulást, megfelelően jelzi az anyagáram hibáit. (Manavalan –Jayakrishna, 2019; Wang – Zhang, 2022)



### 3. ábra: A logisztika fogalmi rendszere



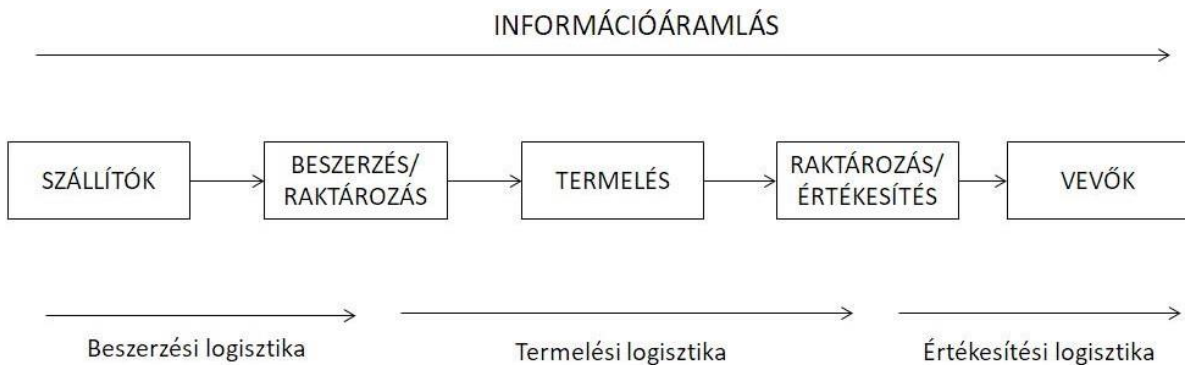
[Forrás: Cselényi J - Illés B., 2009.]

Ahogy az ábrán is látható a logisztikai folyamatok egyik központi eleme az anyagáramlás, amelynek hatékonyságát nagyban befolyásolja az információáramlás működése. Jelen kutatás kiemelten foglalkozik a logisztikai folyamatok utóbbi két dimenziójával, hiszen lényegi célja, hogy az anyagáramlást egy döntéstámogatói információs rendszerrel segítse újratervezni és hatékonyabbá tenni. (Bratt –Sroufe - Broman, 2021; Jiang - Zhao - Zhai, 2023)

#### *Logisztikai rendszerek működése és főbb elemei*

Ha logisztikai rendszerekről beszélünk, akkor lényegében egy olyan – a korábban felvázolt zárt láncú – rendszert kell elképzelni, amely több szereplőt tömörít magába. A központi, kulcsszereplő a termelő vállalat. A rendszer további tagjai a beszállítók, a felhasználók és az esetleges köztes tagok (pl.: logisztikai szolgáltatók – fuvarozók, raktározók stb.). Ahogyan azt már részben érintettük a rendszer feladata, hogy a zárt láncon keresztül biztosítsa a megfelelő anyagáramlást. Ha egy konkrét példán keresztül vizsgáljuk a rendszereket, akkor az alábbi ábra megfelelően szemlélteti a logisztikai rendszerek egy tipikus példáját.

#### 4. ábra: A logisztikai rendszerek felépítése



[Forrás: saját szerkesztés]

Ahogy az az ábrán is látható, a logisztikai rendszerek felépítése többnyire három részre tagolható (beszerzési, termelési és értékesítési logisztika). Azt előrevetítve is fontos megjegyezni, hogy a három terület nem tud egymás nélkül működni, ehelyett a területek összehangolása abszolút prioritás a teljes logisztikai rendszer működése kapcsán. Egyes szerző egy negyedik funkciót is külön kezelnek, amely nem más, mint a korábban már említett inverz logisztika. Kétségtelenül ez a terület is kiemelt fontossággal bír a három fő területhez képest, de az már csak értelmezés kérdése, hogy valamely funkció (pl. értékesítés) részeként kezeljük vagy pedig teljesen önállóan. (Cankaya, 2020; Halászné, 1998; Szegedi, 2012; Qu et al, 2019)

Ezek közül a beszerzési logisztika amellet, hogy a gyártáshoz szükséges alapanyagok beszerzését biztosítja, a költséghatékony szállítási útvonalak tervezésével, a beszállítók kiválasztásával, a megrendelések feladásával, a beérkezett alapanyag minőségi kontrolljával és betárolásával is foglalkozik. A termelési logisztika feladata ehhez képest, elsődlegesen a termelés alapanyaggal való ellátását jelenti. Lényegi része a vállalaton belüli anyagáram, illetve anyagmozgások megtervezése, amely leginkább a készletgazdálkodási tervezéssel egészül ki. Az értékesítési logisztika (vagy más néven disztribúciós logisztika) a késztermék fogyasztóhoz való eljuttatását takarja. Természetesen ez a feladatkör sem merül ki csupán ennyiben, hiszen nagy számú egyéb feladat kapcsolódhat az elosztáshoz is. Ezek közül az egyik legalapvetőbb a vevői kapcsolattartás, amellyel szolgáltatásunk színvonalát mérhetjük. További feladat azoknak az egyezményeknek a megkötése, amelyek a termelő vállalat között és a felhasználó között köttetnek egy esetleges, rendszeres gyakoriságú szállítás terén.

Jellemzően ezek a szerződések tartalmazzák a „liability” és a „reliability”-ra vonatkozó irányelveket, minőségre, szállítási gyakoriságra és egyéb tényezőkre. (Erre jó példa, amikor JIT esetében a két cég megállapodik arról, hogy közös üzemeltetésű hub-ot/raktárt hoznak létre a termelő és fogyasztó között félúton, vagy csak egyszerűen abban, hogy a termelőnek folyamatosan biztosítani kell a késztermék elérhetőségét bizonyos mennyiségben, 24 órás szállítással.) Ha a logisztikai rendszer megvalósító elemeit vizsgáljuk, akkor alapvetően két csoportot kell megkülönböztetnünk, amelyek az anyagáramlást, illetve az információáramlást megvalósító elemek csoportjai. Mindkettő kiemelkedő fontosságú a logisztikai rendszerek tekintetében, az első elemcsoport a megvalósítást segíti, míg utóbbi a teljes folyamatkontrollt, valamint a prognózisokat, rendeléseket egyaránt. (Benkő, 2018.; Guan et al., 2020.)

Az anyagáramlást a következő elemek valósítják meg fizikálisan:

- Források és nyelők
- Tárolók
- Gyűjtő és elosztó elemek
- Összekötő elemek

A források és a nyelők a termelést, illetve a fogyasztókat takarják, a források ennek megfelelően értéket hoznak létre, míg a nyelők felhasználják azt. A tárolók egyfajta közbenső pufferként funkcionálnak, azaz az anyagáramot megszakítva segítik a nagy távolságok áthidalását azzal, hogy a terméket megfelelő körülmények között tárolják (pl.: raktárak). A gyűjtő és elosztó elemek a termékek kommissiózásáért felelnek, illetve a megfelelő elosztásért. (Yao, - Dresner, 2008.; Mao – Xing - Zhang, 2018.)

Az információáramlásért felelős megvalósítási elemek a következő csoportokba oszthatóak szét:

- Adatgyűjtő
- Adatátviteli
- Adattároló
- Adatfeldolgozó elemek

Ezen elemek között az adatgyűjtők értelemszerűen az adatok összegyűjtéséért felelnek. Adatgyűjtők lehetnek a vonalkód-leolvasók, de akár a munkahely mellett felszerelt tabletek vagy más hardver eszközök. Régebbi vagy nem online rendszerekben az adatgyűjtés papír alapon is megvalósulhat. Az adatátviteli eszközök az adatok továbbításáért felelős elemek,

vezetékes vagy vezeték nélküli továbbítás is lehetséges. Az adattárolók, olyan többségében nagy kapacitású elemek, amelyek az összegyűjtött adatok tárolásáért felelnek. A számítógépek winchesterétől kezdve, a NAS-en keresztül a szervergépeken át, számos lehetőség áll rendelkezésre ezen a téren. Az adatfeldolgozó elemek az adatok hasznosításáért felelnek, valamint azért, hogy az adathalmazok olyan formába kerüljenek, amelyek a logisztikai dolgozók számára is hasznosak és értelmezhetőek. A logisztikai informatika a későbbiekben még bővebb kifejtésre kerül a dolgozatban. (Baah et al, 2020.; Bányai, 2013; Tang-Veelenturf, 2019; van Hoek- Thomas, 2021)

### *A rendszerszintű működés logisztikai szolgáltatások*

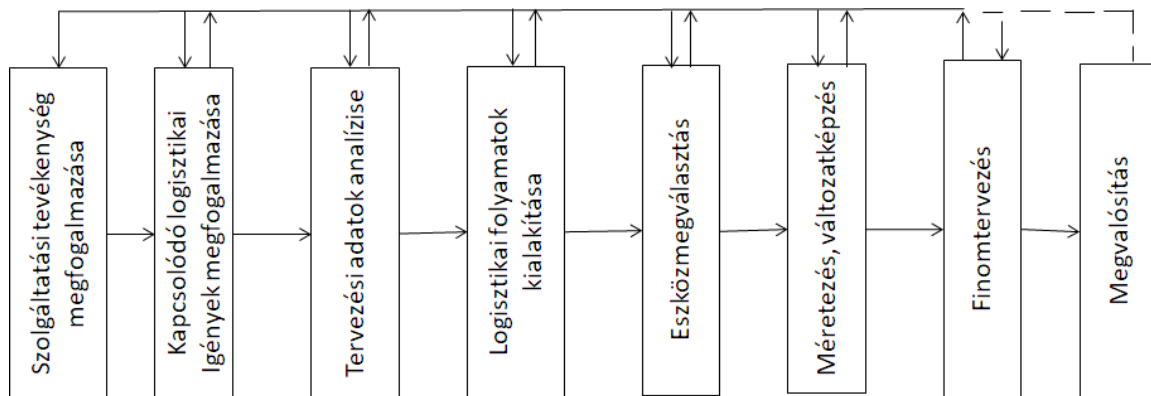
A részfejezetben belül azokat a logisztikai szolgáltatásokat mutatom be, amelyek a logisztikai rendszerek működése szempontjából kiemelkedő fontosságúak, azaz a rendszerekben belül megtalálhatóak. Az alapvető logisztikai szolgáltatások a következők:

- Fuvarozás
- Szállítmányozás
- Raktározás
- Logisztikai központok
- Kommissiózás
- Elosztó raktárak
- Csomagolás

Ezen szolgáltatások közül a dolgozat szempontjából a fuvarozás az egyik legalapvetőbb. Feladata, hogy az adott árut adott helyről a megrendelt helyre szállítsa. Minimális szintű kiegészítő tevékenységet végez, ezek leginkább az egységtrakomány képzés, rakodás és raktározás. A szállítványozás ehhez képest sokkal inkább a megfelelő szolgáltatók kiválasztásával foglalkozik. A szállítványozó nem kimondottan végez fuvarozói munkát, helyette felkeresi a fuvaroztatót (megbízót), kiválasztja a megfelelő fuvarozót, megtervezi az ideális szállítási módot, ellátja az adminisztratív feladatokat, valamint nyomon követi a csomagot. A kutatás szempontjából egy további logisztikai szolgáltatást kell kiemelni, amely nem más, mint a logisztikai központ szerepe. Ezek a központok gyakorlatilag több logisztikai szolgáltatást integrálnak egy telephelyre, úgy mint a raktározás, átrakodás, fuvarozás, szállítványozás, de sokuknál a vámügyintézés és tanácsadás mellett olyan kiegészítő szolgáltatások is elérhetőek, mint az étterem, bank, szálloda és egyéb kényelmi lehetőségek.

Alapvetően ezek azok a logisztikai szolgáltatások, ahol működésükből eredően egy döntéstámogatói rendszer a szállításra vonatkozóan kifejezetten hasznos lehet. Ha megvizsgáljuk a logisztikai szolgáltatói rendszer kiépülését, akkor erről a tényezőről még pontosabb képet kaphatunk. (Szabó et al., 2019; Tseng et al., 2005; Wen –Wee - Wu, 2015; Rai et al., 2019)

### 5. ábra: Szolgáltatási folyamat iteratív tervezése



[Forrás: Cselényi J - Illés B., 2009.]

Ahogy az ábrán is látszik a rendszer kialakítása számos hibalehetőséget hordoz magába. Maga a kialakítás kifejezetten hatékonynak mondható, de a valóságban az összes tervezési lépés nem szokott megvalósításra kerülni sajnos. (Sevgen - Sargut, 2019)

A szakirodalom alapján reális képet kaptunk a logisztikai rendszerek szereplőiről, általános felépítéséről és szolgáltatási tervezéséről. Ahogy korábban már említésre került, az értekezés a mikrologisztikai folyamatokat vizsgálja kiemelten, illetve ezen folyamatok szimulálását. Mivel a dolgozat végleges eredményei a logisztikai információáramláshoz kapcsolódnak az alkalmazhatóság tekintetében, ezért a következő részben a logisztikai IT rendszerek szakirodalma kerül bemutatásra a logisztikai rendszerekben belül.

A logisztikai rendszer működésének, valamint a szolgáltatások összehangolásának közös eleme, hogy a megfelelő információáramlás nélkül nem tud létrejönni az optimális üzemeltetésük. Ennek megfelelően a következő alfejezetben a logisztikai rendszerek informatikai háttere kerül bővebben kifejtésre. (Hong et al., 2016; Li – Li, 2023)

### *Logisztikai rendszerek informatikai háttere*

Ha a logisztika mögött rejlő informatikai rendszereket szeretnénk ismertetni, akkor erre talán a következő meghatározás lenne a legalkalmasabb: *„Definíció szerint a logisztikai információs rendszereknek nevezzük azokat a szoftver és hardver komponenseket, amelyekkel szállítási és raktározási feladatokat támogatunk. Az ilyen rendszerek célja, hogy a vevő magas szintű kiszolgálásban részesüljön, azaz a megfelelő árut a megfelelő időben a megadott mennyiségben megkapja – és ezeket a szolgáltatásokat költség és idő szempontjából hatékonyan valósítsuk meg.”*

(Bikfalvi et al., 2009.)

Ahogy a meghatározásból is kiolvasható a logisztikai folyamatok mögött rejlő információs háttér elsődleges feladata a kiszolgálás (termelés) költséghatékony biztosítása. A logisztika korai éveiben az információáramlás kizárólag analóg módon tudott megvalósulni, hiszen ebben az időben még nem állt rendelkezésre a megfelelő technológiai háttér. Összességében viszont erre az időszakra is az volt a jellemző, hogy a megfelelő készletgazdálkodás a kulcstényezője volt az egyes vállalkozások sikeres működésének. Az azóta eltelt időben az IT szféra jelentős fejlődésen ment keresztül, így manapság már rendelkezésre állnak nagy teljesítményű számítógépek, nagy kapacitású adattárolók, valamint a legmodernebb szoftverek egyaránt, ahhoz, hogy vállalkozásunk a legmagasabb szintű információáramlással rendelkezzen az operatív működés során. Ez a fejlődés vezetett el az úgy nevezett Integrált Vállalatirányítási Rendszerek (VIR) vagy angol nevén **ERP rendszerek** létrejöttéhez. (Garcia - You, 2015.)

Ahhoz, hogy egy vállalat megfelelően tudjon működni, az órához hasonlóan minden fogaskeréknek összehangoltan kell funkcionálnia. Az integrált vállalatirányítási rendszerek gyakorlatilag ezért felelősek, azaz a részfeladatok, alegységek és különböző funkcionális részlegek összehangolását. A dolgozat korábbi fejezetében részben már érintettük, hogy az információáramlás akkor a leghatékonyabb, ha végigfut a teljes szervezeten. Különösen igaz ez az ERP rendszerek esetében. Működésük során teljes mértékben lefedik a beszerzés, termelés, disztribúció funkcióit. Az erőforrás-tervezés és döntés előkészítés mellett segítenek a stratégiai célok kialakításában, visszaellenőrzésében, valamint a működési folyamatok átláthatóvá tételében. Ha nagyon leegyszerűsítve szeretnénk megfogalmazni a kategóriába tartozó rendszerek **működését**, akkor azt mondhatnánk, hogy **a vállalat összes folyamatát**

**dokumentálja és megjeleníthető formába adja rendelkezésre.** A kapott adatok alapján prognózist készít, amely segítségével **döntést támogatást nyújt a felhasználó számára.**

A rendszertípus működési fő jellemzői/kritériumai az alábbiak:

- **Integrált**, ténylegesen a vállalkozás összes folyamatát lefedi és egy rendszerbe sűríti, legyen szó értékteremtő folyamatokról, vagy készletben/anyagban végbe menő változások követéséről
- **Moduláris szerkezet**, a rendszer modulokból építhető fel, amelynek nagy előnye, hogy bővíthető és a felhasználónak csak azokat a modulokat kell megvásárolnia, amit ténylegesen használ
- **Széles funkcionalitás/platform-függetlenség**, az első tulajdonság viszonylag egyértelmű, hiszen egy ilyen típusú szoftver csak akkor tud sikeres lenni, ha minél szélesebb körben tud választ adni a felmerülő kihívásokra. A második tulajdonság pedig viszonylag általános, hiszen az ERP rendszerekhez hasonlóan más szoftvereknek is a lehető legtöbb eszközzel kompatibilisnek kell lennie.
- **Megbízhatóság**, mondhatnánk, hogy ez is evidens, de ebben az esetben ezen tulajdonság más értelmet nyer. Gondoljunk csak bele abba, hogy a rendszer meghibásodása esetén, akár egy egész részleg, vagy a legrosszabb esetben az egész vállalat működésképtelensége léphet elő. Ennek megfelelően elengedhetetlen az ERP szoftvereknél a megfelelő helpdesk megléte a megbízható kialakítás mellett.

(Demeter et al., 2014, pp. 205.-211.) (Katu, 2020, pp. 37-46.) (Qureshi, 2022).

Ha egy szemléletes példával akarjuk a rendszer működését bemutatni, akkor azt a példát tudjuk felvázolni, amikor adott egy zárókészlet; a rendszer az adott készlet alapján és a jövőbeli kereslet alapján megbecsüli a beszerzendő mennyiséget, amely alapján létrehoz egy prognózist. A becslés alapján pedig ad egy javaslatot (döntés-támogatás) a rendelésre (általában kiemeléssel jelzi, hogy hiánnyal állunk szemben). Természetesen ez egy felettebb leegyszerűsített példa, amely sok mindent nem vesz figyelembe. A valóságban az anyaggazdálkodásért az ERP rendszerek **MRP** moduljai felelnek. Az MRP rendszerek működése gyakorlatilag 3 kiemelt tartomány mentén szerveződik;

- **Vezérterv;** az a központi program, amely a szervezet által meghatározott időszakos gyártási tervet (terveket) foglalja magába. A legyártani kívánt darabszámot a vállalkozás piaci előrejelzései, piaci igényeiből határozzák meg.
- **Beépülési fa (BOM – Bill of Materials),** azon alkatrészek beépülési útmutatója, amelyek szükségesek a késztermékhez. A BOM nemcsak az alkatrészek beépülési sorrendjét tartalmazza, de a szükséges mennyiségeket is.
- **Készletnyilvántartás,** az alapanyagok időbeli nyomon követését mutatja meg. Egyúttal tartalmazza az anyagbeszerzéshez szükséges átfutási időket, valamint a gyártási időket is.

A valóságban ezek az elvek annyival bővülnek ki, hogy az MRP rendszereknek tudniuk kell kezelni a rendelhető tétel nagyságokat (policy order), illetve a rendszerben már korábban lekötött rendeléseket is. Az **MRP rendszerek működési elve** az úgynevezett **nettósításon** alapszik. A számítás lényege, hogy az alább látható MRP táblát mind a késztermékre (erre vonatkozóan elsőként), mind pedig az alkatrészekre elkészítjük. A számítás során a rendszerbe elsőként mindig a teljes rendelési mennyiség kerül (1. Bruttó szükséglet). Ezt követően a rendszer kivonja a már megkezdett rendeléseket a szükségletből. Amennyiben a szükségletet nem tudtuk kielégíteni, a rendszer kivonja a megmaradt zárókészletet. Ha ezek után is fennálló anyagszükségletünk van, akkor megkapjuk a nettó szükségletet, azaz azt a tényleges mennyiséget, amelyet meg kell rendelnünk. Az MRP számítás ugyanezt az elvet alkalmazza a késztermékre és az alkatrészekre is. (De Moor – Gijbrechts - Boute, 2022; Goldston, 2020; Schubert 2007)

A korábban felvázolt működési elv lényegében ugyanaz maradt az évek során a vállalati irányítási szoftverek terén, viszont az utóbbi években történtek bizonyos szintű változtatások, amelyek kiegészítik az ERP rendszerek által nyújtott lehetőségeket.

Az egyik ilyen trend a *felhőalapú ERP* terjedése. A vállalkozások korábban leginkább helyszíni ERP-alkalmazásokat használtak és vonakodtak az alapvető üzleti alkalmazásokat a felhőre bízni, de ez az utóbbi időben megváltozott némiképpen. Az utóbbi évek vis major (pl. Covid) helyzetei miatt egyre több vállalkozás kezdett el felhőalapú ERP-t alkalmazni, hogy kihasználják az egyszerűbb üzembe helyezést, az alacsonyabb költségeket, a rugalmasságot, új funkcionalitást, kevesebb belső IT-erőforrást és a könnyű hozzáférhetőséget. Érdemes kiemelni, hogy a világjárvány megmutatta a felhőalapú ERP értékét és felgyorsította az átállást a helyszíni szoftverekről. Ennek részben az az oka, mert a felhőalapú alkalmazások



lehetővé teszik az alkalmazottak számára, hogy bárholnan elvégezhessék munkájukat a megfelelő internetkapcsolattal. (Elbahri et al., 2019; Shu et al., 2006)

Az utóbbi időszak fontos fejlesztése volt a *kétszintű ERP* bevezetése is. Az eddigi gyakorlat rendszerint az volt, hogy a cégcsoport központi vállalata bevezette az ERP-t és a leányvállalatoknak ugyanazt a rendszert kellett bevezetniük. A leányvállalatoknak viszont sok esetben nem volt szükségük a teljes rendszerre, így 2023-ra az egyik legfontosabb ERP trend lett, hogy a „Tier 1” szintű ERP bevezetés mellett, lehetőség nyílt „Tier 2” szintű – gyakran felhőalapú – csökkentett vagy specializált ERP bevezetésre. (Liebetrau, F., 2021; Demushina - Filimonova, 2018; Le, 2023)

További jelentős lépés volt az *ERP rendszerek mobil eszközökre való bevezetése*. Az ERP-szolgáltatók már egy ideje biztosítják mobil eszközökön való hozzáférést, de csak az utóbbi időben kezd általánossá válni a lehetőség. Az ERP-megoldások folyamatosan fejlődnek annak érdekében, hogy a dolgozók útközben is hozzáférjenek a kritikus üzleti adatokhoz, lehetővé téve a háttér- és front-end feladatok elvégzését. A mobil ERP valós idejű adatokat és betekintést nyújt. Emellett általános előnyöket nyújt a távoli hozzáférés terén, így biztosítva a jobb termelékenységet, a gyorsabb és pontosabb adatrögzítést és a fokozott agilitást. (Erdiyana, 2019; Chen et al., 2021; Mogire – Kilbourn - Luke, 2023)

A rendszerek *személyre szabottsága* is növekedett az elmúlt években. Korábban a bonyolult szkript-nyelvekkel rendelkező ERP-platformokat nehéz volt az egyes vállalkozások speciális igényeihez szabni, az utóbbi időben viszont a szervezetek már kihasználhatják az egyszerűbb konfigurálásra tervezett felhőalapú ERP-platformokat vagy az „alacsony kódú” platformokat. További feltörekvő tendencia az AI-alapú segítő és beszélgető felhasználói felületek, például a chatbotok növekvő népszerűsége, amelyek képesek értelmezni a felhasználói hang- vagy szövegbevitelt, és válaszolni a kérdésekre az ERP-n belül tárolt ügyfél- és rendelési információk segítségével. (Monroy et al, 2021.; Jena, 2023)

Ennek mentén pedig az utolsó és legfontosabb trend a *mesterséges intelligencia* előretörése az ERP rendszereken belül. Az ERP-rendszerekbe ágyazott mesterséges intelligencia és gépi tanulási képességek leginkább a színpalak mögött működnek annak érdekében, hogy megfeleljenek a megnövekedett személyre szabási igényeknek, és javítsák az üzleti folyamatok széles körét. Míg a múltban a vállalatok utólag adtak mesterségesintelligencia-funkciókat egyes ERP-rendszerekhez, ma már több gyártó kínál ERP-szoftvert ezekkel a beépített képességekkel. (Wilson et al., 2022.)

A személyre szabottság mellett a mesterséges intelligencia alkalmazása első sorban az adatelemzésben van jelen. Mivel a szervezetek minden eddiginél több működési és ügyféladatot gyűjtenek össze, az AI-tól várják, hogy ezen információk alapján értékes üzleti betekintést adjon. Az AI-technológiák hatalmas mennyiségű strukturálatlan információt szkennelnek, gyorsan azonosítják a mintákat, és megjósolnak különböző trendeket, amelyeket nem lehet észre venni a számok kézi tördelésével (Tijan et al., 2019). Bár az ERP-adatok elemzése korábban is lehetséges volt, 2023-ra már azon van a hangsúly, hogy ezek alapján *prediktív elemzést* tudjunk megvalósítani a mesterséges intelligencia segítségével. Például a gépi tanulási képességekkel rendelkező szoftverek átfésülhetik a karbantartó cég gépjavítási adatait, hogy előre jelezzék, mikor várható meghibásodás. A szervezet optimalizálhatja a karbantartási ütemterveket, így azonnal javíthatja vagy kicserélheti az alkatrészeket, mielőtt azok problémát okoznának (Yathiraju, 2022). Ezen a gondolaton továbbmenve, az AI segít automatizálni és javítani a folyamatok egész sorát. Vegyük például a JIT-on belüli lehetőségeket. A mesterséges intelligencia a gépi tanulás formájában optimalizálhatja a szállítást és a munkaerő ütemezését a termelékenység növelése és a költségek csökkentése érdekében. Az IFS 2019-es tanulmánya szerint a gyártók 40%-a tervezte az AI bevezetését a készlettervezéshez és a logisztikához, 36%-a pedig a gyártásütemezéshez és az ügyfélkapcsolat-kezeléshez. (IFS, 2019; He et al., 2021; Khan – Alshahrani - Jacquemod, 2023)

A szoftveres támogatásról a megismertt szakirodalom alapján elmondhatjuk, hogy a vállalatirányítási szoftverek klasszikus működése, valamint a legújabb fejlesztési irányok is bemutatásra kerültek. Ha összehasonlítjuk a két korszakot, akkor leginkább arra a következtetésre juthatunk, hogy kialakulófélben vannak újfajta megközelítések (felhőalap, mesterséges intelligencia, személyre szabottság, prediktív elemzés), de még mindig a klasszikus működési elv a legelterjedtebb. Ennek keretében az ERP rendszerek átfogó képet adnak az anyagszükséglet és a termelés ellátása területén, egyúttal jelzik a megrendelendő tételeket és azok mennyiségét is, viszont bizonyos korlátokkal is rendelkeznek. Az egyik ilyen negatívum a költséges kialakítás. A felhőalapú ERP rendszerek némileg segítséget nyújtanak, de a kialakításnak sajnos csak egy része a licenz és a háttértár megvásárlása, ezen felül egy sokkal költségesebb és hangsúlyosabb feladat a szükséges szervezeti átalakítások megvalósítása. Önmagában már a dolgozók továbbképzése is nagy feladat, de hatalmas költséget jelentenek a megfelelő infrastrukturális fejlesztések kivitelezései is (pl.: egyéb

hardver eszközök vásárlása). Ennek megfelelően az ERP rendszerek továbbra is leginkább a nagyvállalatoknál kerülnek kialakításra. (Koch - Mitteregger, K., 2016; Lee – Zhou, 2010)

A másik fontos hátrány a **leadtime-ok állandónak való tekintése**. Amint azt az ERP rendszerek kiépítési kritériumainál is említettük, az ilyen rendszerek lételeme, hogy a működési körülmények előre is jól definiálhatók legyenek (szállítási idők, beszállítói kapcsolatok, modell és valóságszint kapcsolata). Mivel a **valóság ennél sokkal összetettebb** és a szállítás során bekövezhetnek **technológiai, időjárásbeli, közlekedésbeli és vis major problémák** is – jellemzően azon tényezők, amelyeket jelen kutatás hivatott vizsgálni -, ezért a szervezetek sokszor olyan magas költségű megoldáshoz kénytelenek nyúlni, mint például a légi szállítás, ahhoz, hogy az áru időben beérkezzen. **Ebből kifolyólag kimondhatjuk azt, hogy egy olyan döntéstámogatási rendszernek, amely ezeket a hátráltató tényezőket szimulálja és megoldást kínál a problémára, teljes mértékben van létjogosultsága.** (Sebayang et al., 2021; Sodhi - Tang, 2021; Wang – Wang - Su, 2021)

A szakirodalom alapján látható, hogy a logisztikai rendszerek az utóbbi évtizedek során hatalmas fejlődésen estek át. Napjaink JIT rendszereinek elengedhetetlen részese a megfelelő információ- és anyagáramlás, lévén, hogy a nagyvállalatok a költség-optimalizációból kiindulva egyre alacsonyabb tartalékokkal vagy abszolút tartalékok nélkül üzemelnek. Az ERP/MRP rendszerek alapvetően jól kiszolgálják és végig kísérik a logisztikai folyamatokat, azonban bizonyos problémákra (közúti forgalom, időjárás, infrastruktúra, egyéb vis major problémák) igen érzékenyek reagálnak, pontosabban statikus mivoltuk miatt egyáltalán nem is vesztik figyelembe az ilyen típusú késéseket. A jelenlegi fejlesztések (pl. mesterséges intelligencia alkalmazása) számos lehetőséggel kecsegtetnek – úgy, mint az infrastruktúra, készletforgás prediktív elemzése-, de a vállalkozásokon belüli folyamatokból kiinduló anyagáram szimuláció még nincs megoldva. Ennek megfelelően a költség-optimalizáció és piaci verseny egy következő dimenziója az ERP/MRP rendszerek olyan irányú fejlesztése lehet, amely betölti ezt a rést és a szimuláció segítségével ajánlást ad a beszerzés/szállítás megfelelő idejére. (Amin etl al., 2019; Jaegler - Goessling, 2020; Nagashima et al, 2015; Narkhede et al, 2020; Xue – Dou - Shang, 2021; Kamalahmadi - Mellat-Parast, 2016)

### *Tudományos logisztikai megközelítések összehasonlítása*

Ahogy a korábbi alfejezetben kifejtésre került a logisztika hagyományos megközelítése az 1960-as évektől komoly fejlődésen esett át és nemcsak egy önálló tudományág jött létre, de a logisztikai rendszerek is széleskörűen feltérképezésre kerültek. (Jelen kutatás hagyományos megközelítés alatt a klasszikus vállalatirányítási rendszerek – ERP, MRP, MRP II. – alkalmazását érti.) A fejlődés közben kialakult logisztikai módszertanok alkalmazása ma már bevett szokásnak számít, amelyek közül az alábbi mérföldköveket emelném ki:

- A logisztika, mint önálló tudományterület létrejötte – 1950-es évek.
- JIT rendszer elterjedése, Toyota-ház, mint jó gyakorlat – 1980-as évek
- ERP, MRP rendszerek fejlődése, digitalizáció – 1990-es évektől
- Prediktív elemzések, mesterséges intelligencia az ERP-ben - napjainkban

A teljes képet tekintve azt mondhatjuk, hogy az első három szakaszban a klasszikus irányzat volt előtérben, azaz főleg infrastrukturális, szervezési és gyártásütemezési optimalizálás ment végbe. Ezek a területeken az utóbbi években nem történt számottevő előrelépés. Természetesen voltak és jelenleg is vannak kisebb-nagyobb volumenű fejlesztések – elég, ha az inverz logisztika fejlődésére, vagy az egyre divatosabb drónos raktárkészletezésre gondolunk -, de ha komplexen nézzük a területet, akkor joggal mondhatjuk, hogy az utóbbi évtizedekben egy nagy magas hatékonyságú működést értünk el a klasszikus logisztikai eszközök területén. Ezen belül a JIT/JIS megközelítések szinte minden cég életében egy kiforrott, jól bejáratott gyártásszervezési mechanizmussá váltak, amelyek a maximumra vannak optimalizálva, amelyhez az ERP, MRP rendszerek ehhez megfelelő asszisztenciát nyújtanak. Ehhez képest a negyedik, jelenlegi szakaszban előtérbe kerültek az üzleti intelligencia (BI – business intelligence) eszközei is, viszont ezen eszközök alkalmazása jelenleg még korlátozott. Ennek ellenére a mesterséges intelligencia alkalmazása egy teljesen új megközelítést jelent, amely az eddigi szoftveres támogatást szimulációkkal egészíti ki és prediktív elemzéseket alkalmaz. (Stamelos et al., 2021)

Összesítve a jelenlegi helyzetről elmondható, hogy elértünk egy bizonyos határfokot a klasszikus, infrastrukturális és gyártástechnológiai megközelítések terén, amelyet próbálunk tovább növelni, de a téma kutatottsági szintjéből ezt már egyre nehezebben tudjuk megtenni. Az is elmondható, hogy a vállalatirányítási szoftverekre ez hatványozottan igaz. Ezt a helyzetet a szakirodalom összetétele is tükrözi, amelyről a lentebb látható táblázatban kapunk

képet. A kereséshez a WOS és a Scopus keresőmotorját használtam, ahol három kifejezésre kerestem rá:

- "Logistics simulation",
- "Material requirement planning",
- "Just in time production".

A keresést minden évre külön-külön kiviteleztem, amelynek az eredményeit az alábbi táblázat foglalja össze.

3. táblázat: **Logisztikai kifejezések keresési találatai**

<b>Év</b> <b>Találat (db)</b>	<b>“Logistics simulation”</b>	<b>“Material requirement planning”</b>	<b>“Just in time production”</b>
2012.	10	63	213
2013.	16	54	214
2014.	9	58	228
2015.	5	92	268
2016.	5	56	263
2017.	10	81	290
2018.	12	69	303
2019.	18	90	339
2020.	16	60	379
2021.	25	75	435
2022.	26	76	422

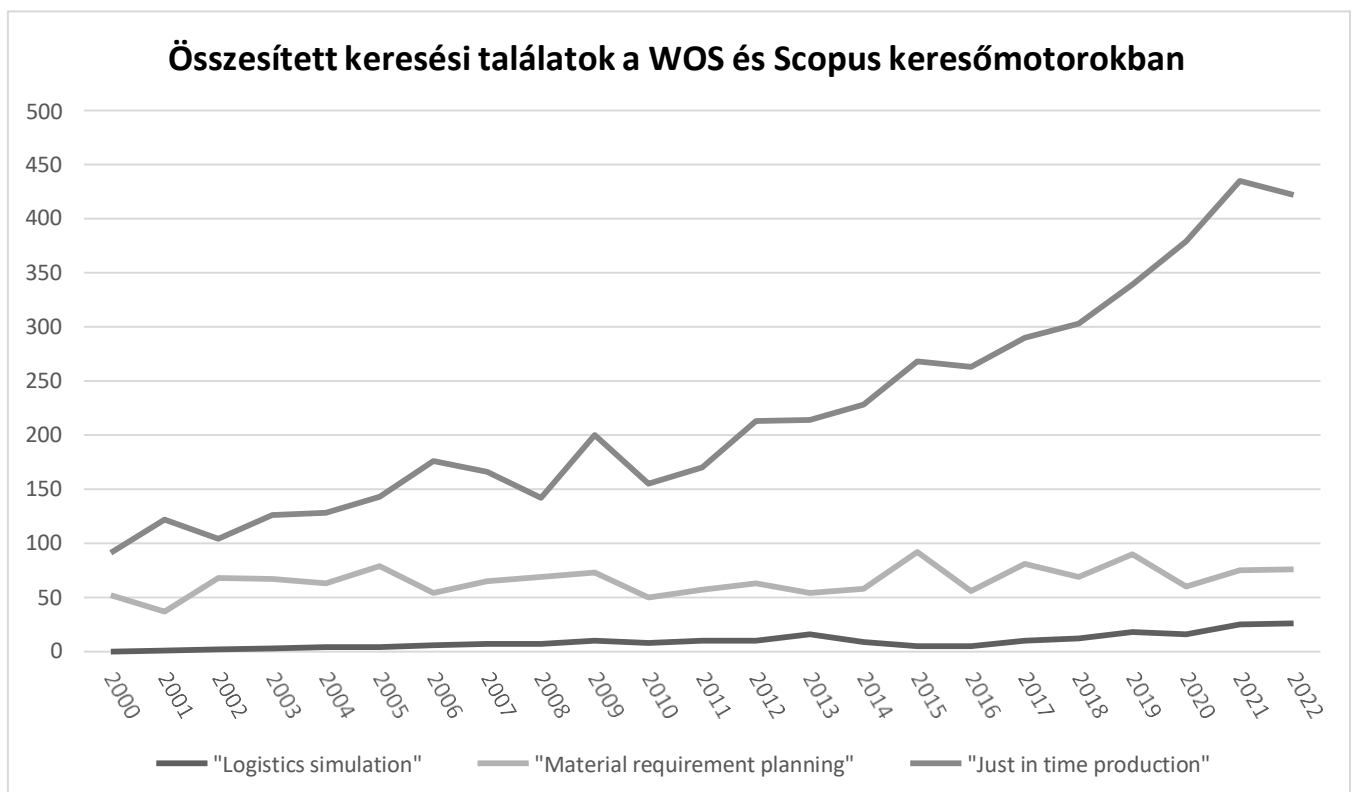
[Forrás: saját szerkesztés]

Az eredmények leginkább jelzésértékűek mondhatóak, hiszen a keresőmotor olyan cikkekre is találatot ad, amelynek nem kifejezett témája az adott kifejezés, hanem érintőlegesen szerepel a kutatásban. Mindemelett viszont a találatok kifejezetten jól reflektálnak arra, hogy egy adott téma mennyit szerepel a tudományterület főáramában.

Ha a számok alakulását vizsgáljuk, akkor rögtön láthatóvá válik, hogy az abszolút központi téma JIT (Just in time) gyakorlatilag stagnál (az utóbbi két évben enyhén csökken).

Ezen felül a „Material requirement planning” esetében is stagnálás, illetve csökkenés volt észlelhető. Ehhez képest a logisztikai szimuláció egy abszolút felfelé ívelő pályát mutat a keresési találatok területén. A táblázatból is látszik, hogy a tudományos világ egyre inkább felfedezi a szimulációs lehetőségeket a tématerületen belül. Még szembetűnőbbek a változások, ha egy hosszabb időtávot veszünk alapul, mint például a 2000 utáni cikkek számának alakulását. Ezen a téren az alábbi ábrán látható változások voltak tapasztalhatóak.

6. ábra: **Logisztikai kifejezések idősoros alakulása**



[Forrás: saját szerkesztés]

A 2000 után született kutatásoknál még jobban kirajzolódik, hogy a JIT tartalmú publikációk csökkentek, a téma egyre-jobban eléri a telítettségét. Az MRP, ERP témájú kutatásoknál szintén egy lefelé irányuló pályáról beszélhetünk, azzal a kitételrel, hogy az ilyen témájú kutatások száma egyes években stagnáltak is. A logisztikai szimuláció ezzel szemben a kezdeti alacsony publikációs számhoz képest egyre inkább a keresett témává válik.

A kutatások számának alakulása mellett a tartalommal is foglalkozni kell, ezen belül pedig azt vizsgálta, hogy milyen újdonságereje a kutatásoknak, valamint milyen kiaknázatlan lehetőségek vannak a hagyományos és az újszerű logisztikai megközelítésekben.

4. táblázat: **Logisztikai kutatások tartalmi jellemzői**

<b>Szemponatok</b>	<b>Hagyományos logisztika</b>	<b>Szimulációs logisztika</b>
Adatok	<i>Korábbi trendek alapján statikus adatok, pl. jelenlegi raktárkészlet és készletforgási sebesség</i>	<i>Önltanuló módszerrel, jövőre vonatkozó becslések alapján „dinamikus” adatok</i>
Módszerek	<i>Gráfelmélet, egyéb matematikai és logisztikai módszerek</i>	<i>Matematikai szimuláció, Fuzzy számítások</i>
Eszközigeány	<i>Magas hardveres és szoftveres eszközigeány a további fejlesztés terén</i>	<i>Kizárólag szoftveres úton is fejlődés érhető el, a hardveres eszközigeány alacsonyabb a fejlesztések terén</i>
Optimalizáltság	<i>Kevés jelentős fejlesztés érhető el, a meglévő megoldások behatárolt mértékű optimalizálására van lehetőség (pl. drónok alkalmazása a raktározásban)</i>	<i>A szimuláció széles körű alkalmazása az ellátási láncban egy teljesen fejlesztési szférát jelenthet, amely az optimalizálás egy teljesen új szintjét eredményezheti.</i>
Sérülékenység	<i>A túlzott mértékben optimalizált rendszerek (pl. JIT esetében), gyakran működnek nagyon alacsony raktárkészlet mellett. Ennek a megközelítésnek a COVID időszak erőteljesen rámutatott a sérülékenységre, amelyet a további vis major helyzetek (pl. orosz-ukrán konfliktus) szintén további módon beigazolt.</i>	<i>A szimulációs megoldások sérülékenysége jelenleg még nem ismert.</i>
Fenntarthatóság	<i>A sérülékenység mellett további problémát jelent, hogy jelen logisztikai kutatások igazolták, hogy a JIT rendszerek környezeti szempontból nehezen fenntarthatók.</i>	<i>Annak ellenére, hogy kevés empiria áll rendelkezésre, a szimulációval támogatott logisztika így is egy sokkal környezetkímélőbb megoldásnak tűnik.</i>

[Forrás: saját szerkesztés]

A fentebb látható táblázat egy általánosabb képet mutat a logisztika, mint tudományág jelenlegi helyzetéről a két általam elkülönített megközelítés szerint. A kutatási témák alakulása mellett (találati számok a WOS és Scopus-ban), a tartalom is jól szemlélteti, hogy napjaink logisztikája is komoly változások előtt áll. Egyrészt a találatok tartalmi áttekintésénél (ahol a keresés-variációk első 20 találatát tekintetem át), szembetűnő volt, hogy sok a nagyon hasonló témájú kutatás, amely szintén igazolja, hogy a „klasszikus” megközelítés tudomány interpretációja egyfajta telítettséghez közelít – nehéz újszerű jelentéstartalommal bíró kutatásokat létrehozni. Másrészt a fent említett szempontok közül ki kell emelni a sérülékenységet és a környezetvédelmet, hiszen ez az a két szempont, amit a mindennapi élet során is megtapasztalunk. Joggal mondhatjuk, hogy az utóbbi időszakok konfliktusai aktívan rámutattak, hogy az ellátási láncok a legtöbb esetben a maximum optimalizáltság mellett igen sérülékenyek egyes helyzetekben, amelyre a szakirodalom is aktívan reflektál. Emellett a JIT rendszerek esetében pedig egyre inkább előjönnek a környezetvédelmi szempontok, amely szintén egy új kutatási irány lett. Ezeket a szempontokat nemcsak azért kell kiemelni, mert a velük való foglalkozás kiemelten fontos, hanem azért is, mert a megoldásuk terén a szimuláció és az MI használata eredményre vezető lehet. (Kleijnen et al., 2005; Islam et al., 2022)

A szakirodalom kritikai összevetését úgy tudjuk összefoglalni, hogy a jelenlegi vállalati irányítási rendszerek első sorban statikus adatokból indulnak ki, a rendszerszintű megoldások pedig az utóbbi időben nemcsak sérülékenységet mutattak, de a súlyosbodó klímaváltozás mellett egyre kevésbé fenntarthatóak. A helyzet feloldására potenciális választ jelenthet az ellátási lánc szimulációval és MI való támogatása, azonban a témához kapcsolódó kutatások egyelőre még nem számottevőek, ezért kevés empíriával rendelkezünk. Ezen belül még nem kaptunk reális képet arról, hogy ez az új megközelítés mennyire védi ki a vis major helyzeteket, valamint milyen szintű segítséget jelent a környezetvédelmi szempontok területén. Természetesen mindezek ellenére a kutatási terület kiemelten fontos és érdemes vele foglalkozni! (Yadav et al., 2021; Ji – Gunasekaran – Yang, 2014)

Jelen kutatás szintén elhivatott a szimulációs logisztika kapcsán. Mivel a szimuláció eddigi megoldásai leginkább a teljes ellátási láncra vonatkozóan születtek meg, illetve a vállalaton belüli anyagáramlás szimulációjára találhatunk még számos példát, ezért a szakirodalom elemzése alapján a vállalaton belüli folyamatokból kiinduló ellátási lánc szimulációjában tud a legaktívabban hozzájárulni a megközelítéshez. (Tordecilla et al., 2021)



### 3. A logisztikai rendszerek szimulációja

Ahogy korábban már a problémafelvetésénél említésre került, valamint a szakirodalmi elemzésnél is képet kaptunk róla, a logisztikai rendszerek és a vállalkozások mindennapi logisztikai folyamatai egy olyan több tényezős rendszert alkotnak, amelyek működésük szerint igen összetettnek mondhatóak. A rendszerek bonyolultságából kifolyólag, a vállalkozásokon belüli logisztikai folyamatok modellekkel oldhatóak meg leghatékonyabban. (Szabó et al., 2019.; Yani –Aamer, 2023; Dominguez et al., 2020)

#### *Modellezés*

Számos olyan tudományos terület van, ahol különböző tényezők miatt (pl. bonyolultság, forrásigény, túl nagy elemszám), ahol nem tudunk kísérletet elvégezni. Ebben az esetben a modellezés módszerének segítségével egy olyan rendszert hozunk létre, amelyen az adott vizsgálat elvégezhető, de mindezt jóval egyszerűbben tudjuk kivitelezni. Ha másként fogalmaznánk meg a modellek mögött rejlő alapelveket, akkor akár azt is mondhatnánk, hogy a valóságunk leegyszerűsítése. A modellek viszont önmagukban nem adnak tudományos eredményt, ehhez szükségünk van valamilyen leírásra róluk. A leíró módszertanok közül többféle megközelítés lehetséges, amelyek közül az egyik eszköz a szimuláció. A modelleket számos módon osztályozhatjuk: például az alapján, hogy mit modellezzünk, egy modell lehet társadalmi, termelési, fizikai, biológiai, de akár más területű is. Jelen kutatás például egyértelműen a logisztikai modellek közé sorolható. (Logisztikai modell alatt a kutatási területet értjük, azaz minden olyan modell, amely a logisztika témakörében kerül megvalósításra, logisztikai modellnek minősül.) További osztályozási szempont, hogy egy modell folytonos vagy diszkrét. A folytonos modellek esetében a vizsgált események mindegyike folyamatosan zajlik, míg diszkrét, ha a benne szereplő események között nincs átmeneti állapot, ergo mindegyik esemény diszkrét tevékenység. (A kutatás modellje ebből a szempontból vegyes modellnek minősül, azaz vegyesen tartalmaz folytonos és diszkrét elemeket.)

A modelleket osztályozhatjuk aszerint is, hogy a bennük szereplő adatok pontosan meghatározható előre definiált mennyiségek, avagy olyan véletlentől függő mennyiségek, amelyeknek értékét csak bizonyos, 1-nél kisebb valószínűséggel tudjuk meghatározni. Ennek megfelelően beszélhetünk determinisztikus modellekről és sztochasztikus modellekről. Jelen

kutatás a sztochasztikus csoportba tartozik, amelyen kívül a módszertant is érdemes kiemelni. A modelleken belül megkülönböztethetünk statikus és dinamikus modelleket, amelyek tekintetében a kutatás a dinamikus programozáshoz áll közel (Gubán – Hua, 2014). A *modellalkotást* során a kutatás tekintetében is az alábbi három lépés kerül alkalmazásra:

- probléma azonosítása,
- a megoldás elkészítése,
- az eredmények értékelése.

(Gubán, 2004; Grabara et al., 2013.)

A kutatás szempontjából fontos kiemelni a modellszint és a valóságszint kapcsolatát is. Ebből a szempontból *a modell és a modellhez kapcsolódó feladat kettéválk. „A modell egy „világ” leírására szolgál, a feladat és annak megoldása pedig a „világhoz” kapcsolódó kérdések megválaszolására szolgál következtetések, számítások által. A modellhez kapcsolódó feladat megoldására a szakirodalom különböző módszereket javasol.”* (Szabó et al., 2019., p. 97)

#### *A Nagel–Schreckenberg CA modell*

A tisztán matematikai szempontból elképzelhető számos CA közül az eredeti Nagel–Schreckenberg CA modell alkalmas a nagy úthálózatok forgalmának szimulálására, amely hosszútávú kutatási célokhoz kifejezetten jól illeszkedik. Képes reprodukálni a valós forgalmi áramlás fontos elemeit, mint például a sűrűség-áramlás viszonyt, a dugók spontán kialakulását és az ilyenek térbeli-időbeli fejlődését. (Schadschneider, 1999)

(A Nagel–Schreckenberg-modell az autópálya-forgalom szimulációjának elméleti modellje. A modellt az 1990-es évek elején fejlesztették ki Kai Nagel és Michael Schreckenberg német fizikusok. Ez lényegében egy egyszerű cellás automata modell a közúti forgalom számára, amely képes reprodukálni a forgalmi dugókat, azaz az átlagos autósebesség lassulását mutatja, amikor az út zsúfolt (nagy autósűrűség). A modell megmutatja, hogy a forgalmi dugók hogyan tekinthetők feltörekvő vagy kollektív jelenségnek az utakon közlekedő autók közötti kölcsönhatások miatt, amikor az autók sűrűsége magas, és így az autók átlagosan közel vannak egymáshoz.) (Staffeldt - Hartmann, 2019)

A Nagel–Schreckenberg CA-n alapuló mikroszkopikus dinamika lehetővé teszi nagy hálózatok szimulációját több valós időben. A modellben a hálózat minden tulajdonsága be van

építve, mint például a topológia vagy a közlekedési lámpa kezelése. Az empirikus és a szimulált adatok ismétlődő adaptációja biztosítja, hogy a detektáló eszközökhöz közeli és azoktól távol eső forgalmi állapotokat a megbízható pontossággal modellezze. Az eredmények elegendőek ahhoz, hogy alapul szolgáljanak további vizsgálatokhoz és alkalmazásokhoz, például a hálózaton áthaladó különböző alternatív útvonalak megfontolásához (dinamikus útvonalvezető rendszerek) vagy az úthálózaton tervezett műveleteinek értékelése (rövid távú változások, például útlezárások vagy a közlekedési lámpa váltogatása és hosszú távú változások, például új utak építése). A tervek szerint az online szimuláció koncepcióját alkalmazzák az észak-rajna-vesztfáliai autópálya-forgalomra. A beérkező tényleges forgalomszámlálások képezik az alapját a mintegy 1000 km hosszú autópálya-hálózat szimulációjának. Emellett lehetőség van mindkét szimuláció összekapcsolására és az utazási idők megadására. (Chowdhury - Desai, 2000)

#### *A modellezés előkészítése a kutatási témában*

Az köztudott, hogy Európában és Magyarországon is az úthálózatok nagy része, főleg a sűrűn lakott régiókban, már elérte maximális kapacitását, vagy várhatóan a következő években nem felel meg a növekvő mobilitási igényeknek. Ezért nagyon fontos elemezni és tesztelni azokat a rendszereket, amelyek a meglévő infrastruktúra jobb kihasználását szolgálják. Már eddig is nagyon sok munkát fektettek be a telematika területére a dinamikus útvonalirányítási rendszerek fejlesztése érdekében. Ennek alapvető előfeltétele a megbízható és folyamatos információáramlás a jelenlegi forgalmi állapotról, valamint az állami és az alternatív útvonalak értékelésének részletes kritériumairól. A forgalmi adatokat általában helyileg rögzített észlelési eszközök gyűjtik, többnyire induktív hurkok. A városi régiókban kereszteződések közelében telepített közlekedési lámpák ellenőrzése és optimalizálása érdekében. A mérések által alig vagy nem lefedett régiókra vonatkozó megbízható információk származtatásának egyik lehetséges módja az, ha forgalmi állapotokat generálunk egy szimulációval, amely a következőkön alapul: az ismert forgalom számít. Ez az online szimulációk alap gondolata: a helyi forgalomszámlálások bemenetként szolgálnak a forgalomáramlás-szimulációkhoz, hogy hálózati szintű információkat nyújtsanak. Ennek a megközelítésnek az az előnye, hogy a hálózat minden statikus eleme, például a rendszer vagy a közlekedési lámpa kezelése közvetlenül beépült a szimulációba. (Chrobok et al., 2004)

A szakirodalom feltárása alapján egy olyan logisztikai modellt hozok létre, amely a következő dimenziókra fog épülni:

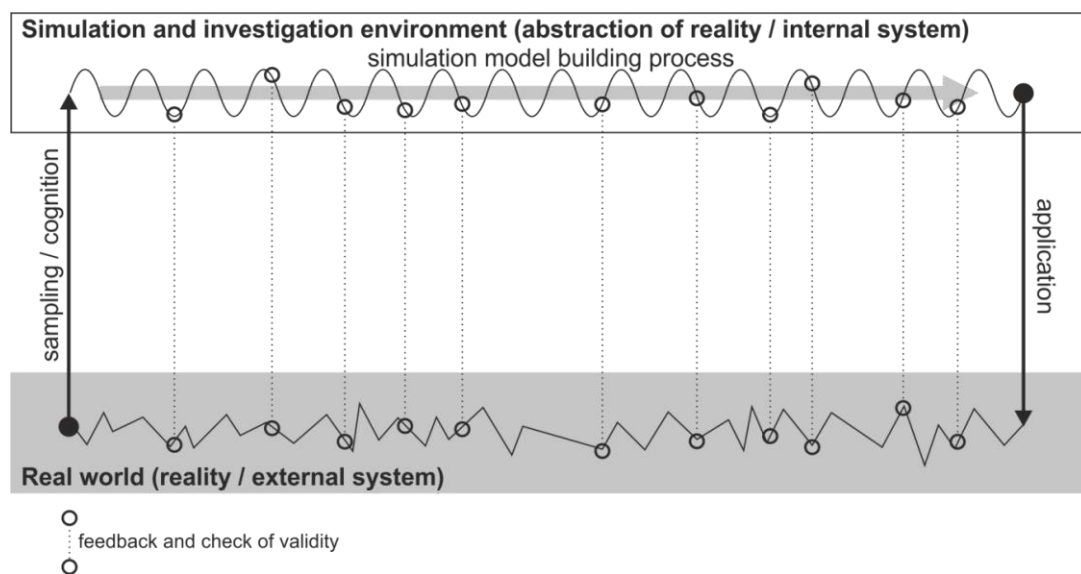
- Rendelés időpontja (dátum, pontos idő)
- Szállítási időtartam
- Időjárás
- Szélerősség
- Csapadék
- Baleset vagy egyéb vis major probléma

A mért változók pontosítását a kvalitatív és kvantitatív kutatás eredményei alapján is pontosítani fogom. Azt viszont ezen a ponton is megállapíthatjuk, hogy általam vizsgált alapmodellhez a szimulációs vizsgálat illik leginkább, hiszen több olyan adatot is tartalmaz a modell, amely nem determinisztikus, emellett vegyesen diszkrét és folytonos elemeket is tartalmaz.

### *Szimuláció*

Ahogy korábban már említésre került a modelleket vizsgálhatjuk szimulációval is, amely lényegében egy olyan vizsgálat, amely a folyamatok modelljén írja le a rendszer várható működését.

### **7. ábra: Modellszint és valóságszint kapcsolata szimuláció szempontjából**



[Forrás: Kása et al., 2014.]

Ezek alapján úgy is fogalmazhatnánk, hogy a szimulációs modell lényegében imitálja a valóság viselkedését. Az imitálás során a komplex rendszer legfontosabb elemeit veszi figyelembe a szimulációs modell, így leegyszerűsíti a teljes valóságot. Természetesen a célunk ebben az esetben is az, hogy a „kísérleti” eredményeket át tudjuk ültetni a valóságra, amellyel egy döntéstámogató rendszer alapjait tudjuk lefektetni. (Charles – Michael, 2006)

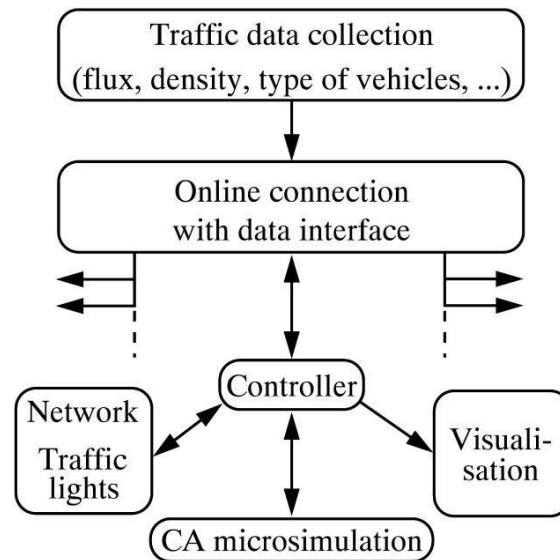
### *Forgalmi/logisztikai szimuláció*

Általánosságban elmondható, hogy a forgalom áramlása különböző térbeli és időbeli skálákon szimulálható. A makroszkopikus modellekben a globális mennyiségeket, például a sűrűséget egy bizonyos útszakaszon alacsonynak kell tekinteni. A forgalom áramlása és a folyadékok közötti (lásd fluidum kutatásunk) analógiákat arra használják, hogy olyan leírást adjanak, amely ismeri a hidrodinamikából vagy a gáz-kinetikai elméletekből ismert leírást. Ha valakit érdekelnek az egyes járművekre vonatkozó információk, akkor a mikroszkópos nézet megfelelőbb. Kutatásunk szempontjából ez nem szükséges. Mivel az egyes „részecskék” szimulációja nagyobb számítási erőfeszítést igényel, a forgalom hatékony modellezését minimális paraméterkészlettel és nagy időközökkel kell megoldani. Ebben a szellemben az úgynevezett "Kövesd-a-vezetőt" modellek nem hoznak kielégítő eredményeket, mivel a differenciálegyenleteket kezelni kell számszerűen, viszonylag kis időlépésekkel az ütközések elkerülése érdekében. Az adott követelményeknek való megfelelés ígéretes koncepciója a cellás automaták (CA). A magas számítási teljesítmény célját a mikroszkopikus pontosság rovására érik el, de kimutatták, hogy a forgalom legfontosabb szempontjai szimulálható és helyreállítható. (Hashemi – Abdelghany, 2015; Larsen -Turkensteen, 2014; Bandaly – Satir - Shanker, 2016; Amin et al, 2019; Ganesan – Wicaksono – Valilai, 2023)

### *A szimuláció megvalósítása*

Az online szimulációhoz a modellt ki kell egészíteni a kutatási terület minden tájáról gyűjtött forgalmi adatokkal. A mellékelt ábra a szimuláció felépítését mutatja be:

## 8. ábra: Az online szimuláció OLSIM folyamatábrája



[Forrás: Pottmeier et al., 2004., p. 572.]

A szimuláció egyedi lépésekből épül fel. Minden út cellákra oszlik. Minden egyes lépésben (iteratív végrehajtás) négy művelet zajlik (a rendszer a frissítéseket minden egyes elemre, teherautóra, autóra automatikusan elvégzi):

1. Gyorsulás: Minden olyan autónak, amely nem a maximális sebességgel van, a sebessége egy egységgel nő.
2. Lassítás: Minden autót ellenőriznek, hogy kiderüljön, hogy az elől haladó autó és az előtte lévő autó közötti távolság kisebb-e, mint az aktuális sebessége (amely időlépésenként cellaegységekkel rendelkeznek). Ha a távolság kisebb, mint a sebesség, a sebesség az autó előtt lévő üres cellák számára csökken – az ütközés elkerülése érdekében.
3. Randomizáció: Minden olyan autó sebességét, amelynek sebessége legalább 1, most egy egységgel csökken,  $p$  valószínűséggel.
4. Autómozgás: Végül minden autót mozgatnak a sebességükkel megegyező számú cellával. (Schreckenberg et al., 2003.)

Az anyagáramlás folyamatosságának biztosítása érdekében elengedhetetlen a közúti szállítás folyamatának vizsgálata és szűk keresztmetszeti helyeinek meghatározása. A korábbi

szimulációs megoldások az ellátási láncok tekintetében főként Nagel–Schreckenberg modellen alapultak (Impedovo – Barracchia - Rizzo, 2023; Shukla – Naim - Thornhill, 2012).

Egy másik lehetséges megoldás a Bayes-tétel szerinti szimuláció, amely alapelveit és statisztikai módszereit sikerrel alkalmazták már olyan szimulációs modellekben, amelyek a közlekedési adatok elemzésére és előrejelzésére szolgáltak.

### *Bayes-tétel szerinti szimulációs modell*

A Bayes-tétel általános alapelvei segíthetnek abban, hogy a közlekedési adatokat és a rendelkezésre álló információkat hatékonyan használjuk fel a döntéshozatal során. Egy példa a Bayes-tétel alkalmazására a közlekedési szektorban a *Diagnosis and prediction of traffic congestion on urban road networks using Bayesian networks* c. tanulmány, amely különböző statisztikai eszközök (ANOVA, EFA, SEM és az MCMC) és a Bayes-i hálók alkalmazásával, sikerrel segítettek az úti forgalom dinamikájának jobb megértésében és a közlekedési folyamatok hatékonyabb irányításában. (Kim-Wang 2016.) A következő szekcióban ennek a megközelítésnek ismertetem a főbb elemeit.

### *Leíró statisztika*

Mivel a módszertan lényege, hogy az elemzéssel, ábrázolással jobban megértsük és leírjuk adatainkat, ezért ezt a módszertant főként arra használjuk, hogy könnyebben összehasonlítsuk az egyes adatokat és megismerjük az esetleges mintázatokot vagy eltéréseket. Egy egyszerű példával élve, a leíró statisztika segítségével tudjuk meghatározni az elvárt menetidőt, a szimulált indulási idők és az egyes specializált esetek eloszlását. (Kaushik - Mathur, 2014)

### *Varianciaanalízis (ANOVA)*

Az ANOVA segítségével az adatokat csoportokba tudjuk osztani és lehetőség nyílik annak vizsgálatára, hogy az egyes csoportok közötti változások mennyire szignifikánsak. A módszer segítségével arra kaphatunk választ, hogy a szórások eltérései mögött valamilyen véletlenszerű esemény vagy magyarázott változó hatása rejlik. A dolgozatban a Zala Megyei logisztikai folyamatok helyzetképének a megismerésére használhatjuk a módszert. (Lakens-Caldwell, 2019)

### *Feltáró faktorelemzés (EFA)*

A feltáró faktorelemzés (EFA) segítségével lehetséges a faktorstruktúra feltárására és az adatok redukálása. A módszer célja az, hogy azonosítsa a különböző változók közötti összefüggéseket és faktorokat, valamint segítse az adatok komplexitásának csökkentését. Az EFA során a változók egy csoportját (faktort) hozunk létre, amelyek magyarázzák az adatokban található mintázatokat. (Kyriazos, 2018)

### *Strukturális Egyenletek Modellje (SEM)*

A SEM (Structural Equation Modeling) segítségével elemzzük az összetett kapcsolatokat és létrehozuk a kutatás SEM modelljét, amely leírja és magyarázza a különböző változók közötti kapcsolatokat a Zala Megyei Vállalkozásokra vonatkozóan. (Yaxu, 2021) A varianciaanalízist, az EFA és SEM módszereket első sorban arra használjuk, hogy megismerjük a problémák szignifikanciáját, jellegét és az elvárt megoldási igényeket.

### *Markov-lánc (MCMC)*

A szimuláció konkrét megoldását az MCMC megközelítéssel hajtjuk végre. A matematikában a Markov-lánc egy olyan diszkrét sztochasztikus folyamatot jelent, amely Markov-tulajdonságú. Markov-tulajdonságúnak lenni röviden annyit jelent, hogy adott jelenbeli állapot mellett, a rendszer jövőbeni állapota nem függ a múltbeliektől. Másképpen megfogalmazva ez azt is jelenti, hogy a jelen leírása teljesen magába foglalja az összes olyan információt, ami befolyásolhatja a folyamat jövőbeli helyzetét. Adott jelen mellett tehát a jövő feltételesen független a múlttól. Semmi, ami a múltban történt, nem hat, nem ad előrejelzést a jövőre nézve, a jövőben minden lehetséges. Alapvető példa erre az érmedobás – ha fejet dobunk elsőre, másodikkra ugyanúgy 50/50%-kal dobhatunk írást vagy fejet egyaránt. Ha pedig 100-szor dobunk fejet egymás után, akkor is ugyanannyi a valószínűsége, hogy fejet kapunk 101.-re, mint annak, hogy írást, az előzőekhez hasonlóan a múlt tehát nem jelzi előre a jövőbeli eredményt. A jelen állapot az, hogy van egy érménk (nem cinkelt), fejjel és írással a két oldalán. Szabályos kereteket feltételezve semmi más nem befolyásolhatja a jövőbeni dobás alakulását.

$$\Pr(X_{n+1} = x | X_n = x_n, \dots, X_1 = x_1) = \Pr(X_{n+1} = x | X_n = x_n).$$



Valamely véges állapotú gép jól reprezentálhatja a Markov-láncokat. Feltételezzük, hogy a masinánk lehetséges inputjai egymástól függetlenek és egyenletes eloszlásúak. Ekkor, ha a gépezet egy tetszőleges  $y$  állapotban van az  $n$ -edik időpillanatban, akkor annak valószínűsége, hogy az  $n + 1$ -edik pillanatban az  $x$  állapotban lesz, csak a jelenlegi állapottól függ.

### *Bayes tétel*

Ebből következik, hogy minden bizonytalanság leírható valószínűségi eloszlással. Konkrétan, a statisztikai következtetési feladatban a valódi ismeretlen paraméterértéknek rendelkeznie kell a valószínűségi eloszlással leírható bizonytalansággal, legalábbis elvileg. Sok erőfeszítést igényelhet ennek a disztribúciónak az előhívása (a disztribúció szakkifejezése magában foglalja azt, hogy mi ismert és mi nem ismert a változóról). De legalább elvileg meg lehet csinálni.

„A” elvárt referencia menetidő

„B” Időszak + körülmények (időjárás és egyéb változók)

$P(A)$ -t az  $A$  esemény a priori,  $P(A|B)$ -t az a posteriori valószínűségének is nevezik; a szokásos értelmezésben  $A$  valamiféle hipotézis,  $B$  egy megfigyelhető esemény, és a tétel azt adja meg, hogyan erősíti vagy gyengíti az esemény megfigyelése a hipotézis helyességébe vetett hitünket.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

Ahol:

$P(A|B)$  a feltételes valószínűség, ami azt jelenti, hogy az "A" esemény megtörtént, feltéve, hogy a "B" esemény megtörtént.

$P(B|A)$  az esemény "B" feltételes valószínűsége, ami azt jelenti, hogy az "B" esemény megtörtént, feltéve, hogy az "A" esemény megtörtént.

$P(A)$  az "A" esemény valószínűsége, függetlenül bármilyen egyéb információtól.

$P(B)$  az "B" esemény valószínűsége, függetlenül bármilyen egyéb információtól.

A Bayes tétel alkalmazása különösen hasznos, amikor új információk alapján szeretnénk frissíteni egy esemény valószínűségét. Például, ha "A" esemény egy betegség megléte, és "B"

esemény az adott betegségre pozitív teszt eredménye, a Bayes tételt felhasználva lehetőség van kiszámolni a valószínűségét annak, hogy valaki valóban beteg, figyelembe véve a teszt eredményét és az előzetes ismereteket a betegség előfordulásáról. A Bayes tétel alkalmazásával a valószínűségeket folyamatosan frissíthetjük és korrigálhatjuk új információk alapján, ami nagyon fontos a statisztikában, döntéshozásban és gépi tanulásban, például a Bayesi hálózatokban, ahol a változók közötti kapcsolatokat modellezzük a Bayes tétel felhasználásával. (Hartigan, 2012; Gladence et al. 2015., Montoya et al. 2019.)

### *Nagel-Schreckenberg vs Bayes-tétel*

Az értekezésben az általános logisztikai modellezés és szimuláció mellett két konkrét megközelítés is felvázolásra került (Nagel-Schreckenberg modell és a Bayes-tétel szerinti megoldások), amelyek „ütköztetését” mutatja be jelen szekcióban a dolgozat.

Az értekezés korábbi szegmenseiben viszonylag nehéz volt versengő elméleteket bemutatni a témát tekintve, hiszen a dolgozat fókuszja egy kifejezetten új, eddig nem ismert területet ölel fel. A korábbi szakirodalmi elemzés során a hagyományos és a szimulációs logisztika került összehasonlításra, viszont ez a tématerület is feltérképezetlennek mondható. Ennek oka leginkább az, hogy az Ipar 4.0-ás megoldások - beleértve a szimulációt, folyamatautomatizációt, mesterséges intelligencia ipari alkalmazását - még annyira újkeletűek, hogy az akadémiai, de a versenyszektor is még aktívan gyűjti a tapasztalatokat velük kapcsolatban. Ha a korábban szemléltetett „Hagyományos kontra Szimulációs logisztika” részre gondolunk, akkor ebben az esetben is leginkább a téma kutatottságából tudunk kiindulni és igazán versengő elméletek csak egyes specializált megoldásnál kezdődtek meg eddig. Erre egy példa lehet a két-szintű ERP rendszerek alkalmazása, ahol a felhőalapú adattárolás merőben ellenkezik a korábbi helyi adattárolással, így a szűkebb témában az adatbiztonság szempontjából kialakult egy megközelítésbeli verseny (Saa et al., 2017). Egy másik hasonló terület az RPA robotizáció alkalmazása, amely során olyan szoftverrobotokat alkalmazunk, amelyekkel bizonyos repetitív feladatok (pl. devizaváltásnál a kerekítés) kiválthatóak. Ezen a téren több verseny is kialakult a témában, például azon a téren, hogy az alkalmazás mennyire veszélyezteti a munkaerőpiacot, járhat-e munkahelyek megszűnésével, valamint annak terén is, hogy a bevezetés inkább IT vagy menedzsment fókuszú kell, hogy legyen? Az utóbb említett két példánál a szakirodalomban is találunk számos összehasonlító tanulmányt, amelyek ténylegesen is reprezentálják a megközelítések versengését. A fent

bemutatott két modell esetén (Nagel-Schreckenberg modell és a Bayes-tétel szerinti) egyelőre összehasonlító tanulmányok még nem készültek - lévén, hogy kevés eredmény született eddig a témában -, de mivel a két megoldás egyazon területen helyezkedik el, így jelen kutatás szempontjából mindenképp érdemes arra, hogy összevegyük őket:

#### *Nagel-Schreckenberg modell*

- Olyan útforgalom-szimulációs modell, amely a közlekedési folyamatok egyszerűsített matematikai leírását nyújtja.
- A modell a közlekedési sűrűség és a gépjárművek sebességének változásait modellezi egy szimulált útszakaszon.
- Az útforgalom dinamikáját olyan **egyszerű szabályok** alapján írja le, mint például a sebesség korlátozása, a fékezés, a gyorsulás és a gépjárművek közötti távolság megtartása. (!)
- A modell segítségével lehetőség van az útforgalom viselkedésének és torlódások kialakulásának vizsgálatára.

#### *Bayes-tétel szerinti modell*

- Egy olyan valószínűségi tétel, amely lehetővé teszi az egyik feltételhez tartozó feltételes valószínűségek kiszámítását egy másik feltétel ismeretében.
- A Bayes-tételt gyakran alkalmazzák a statisztikában és a **gépi tanulásban**, például a döntési fáknak, a Bayesi hálózatoknak és a Bayesi becslésekben. (!)
- Alkalmazása lehetővé teszi, hogy újabb adatok alapján frissítsük a korábban meghatározott valószínűségeket.

Ha a fent felsorolt paramétereit vizsgáljuk a kétféle megoldásnak, akkor joggal állíthatjuk, hogy mindkettő hasznos lehet a logisztikai anyaáram szimulációjában, de különböző szinteken. Míg a Nagel-Schreckenberg modell konkrét útforgalmi viselkedéseket és torlódásokat modellez, addig a Bayes-tétel inkább a valószínűségi számításokra épül és a döntéshozatali folyamatokra vonatkozik. A szakirodalomban találunk mindkét modellre példákat, egyes szerzők a Nagel-Schreckenberg modellel, míg mások a Bayes-i megközelítéssel valósították meg a forgalom szimulációját. Az egyes tanulmányok legfőbb következtetéseit, limitációit, felhasználhatósági szempontjait a lentebb található táblázatban foglaltam össze.

<b>Szemponatok</b>	<b>Nagel-Schreckenberg m.</b>	<b>Bayes-i modell</b>
„Működési elv”	<i>Termodinamika, áramlástan</i>	<i>Matematika, statisztika</i>
Korábbi eredmények	<i>Sikeres implementáció az útforgalom szimulációjára.</i>	<i>Sikeres implementáció az útforgalom predikciójára.</i>
Limitációk	<i>A modell kizárólag az útforgalmat kezeli – áramlástani megközelítésből, egyéb dimenziókkal (időjárás, vis major problémák) nehezebben lehet bővíteni.</i>	<i>Kizárólag matematikai becslést végez, az útforgalom (és tehergépkocsik) dinamikáját nem kezeli a modell.</i>
Veszélyek	<i>Az egyéb dimenziók kezeléséhez kiegészítő modellt kell létrehozni. Nem biztos, hogy a két modell megfelelően kompatibilis lesz.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Nagy mennyiségű adatra van szükség a modellhez</i></li> <li>▪ <i>Az öntanuló folyamat időigényes lehet</i></li> </ul>
Erősségek	<i>Az útforgalom tekintetében eredményesebb szimuláció, mint a Bayes-i megközelítéssel végzett megvalósítás.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Döntéshozatali kompatibilitás</i></li> <li>▪ <i>Prediktív jellegre alkalmas</i></li> <li>▪ <i>Gépi tanulással való bővíthetőség</i></li> </ul>
Research gap	<i>Alapvetően a Nagel-Schreckenberg modellel is le lehetne fedni a reseach gap-et, de bizonyos részei korlátozottan lennének megismerve.</i>	<i>A Bayes-i megközelítés egy komplexebb teret ad a szimuláció megvalósítására, amely később open access jelleggel más földrajzi területeken is vizsgálatra kerülhet, valamint bővíthető gépi tanulással is.</i>

[Forrás: saját szerkesztés]

Ahogy a táblázatban is látható mindkét elmélet mellett vannak pro és kontra érvek. A szakirodalom alapján végül a Bayes-tétel szerinti megközelítést választottam és a Nagel-Schreckenberg modellt vettem el, egészen egyszerűen amiatt, mert előbbi alkalmazása sokkal jobban illik a jelenlegi kutatás fókuszához. Ez abból ered, hogy míg a Nagel-Schreckenberg modell az áramlástanra fókuszál, addig jelen problémát nehezen tudnánk ezzel a módszertannal modellezni, hiszen a vállalatokon belüli adatokból kiinduló szimulációnál nem a járműmozgás a leglényegesebb, hanem sokkal inkább annak az időpillanatnak a rendszerszintű megismerése, amikor a rendelésünket le akarjuk adni, útnak akarjuk indítani. (Lényegében azt kell látnunk, hogy milyenek az egyes ráható tényezők az adott pillanatban – időjárás, forgalom, vis major probléma egyéb). Ennek megfelelően a később bővíthető, gépi

tanulással is kompatibilis Bayes-i modellt választottam, amelyet a korábbi sikeres megvalósításhoz hasonlóan a leíró statisztika, ANOVA, EFA, SEM eszközeivel egészítem ki.

#### *Nagel-Schreckenberg modell elvetésének legfőbb okai*

- A modell leginkább az útforgalmat szimulálja (egyéb ráható tényezőket figyelmen kívül hagy), amelyet kizárólag a megengedett sebesség, a fékezés és a gyorsulás dinamikájával ír le. Ez a megközelítés túl egyszerű, egy jelen esetben lényegesen komplexebb probléma megoldására. A Bayes-tételt a későbbi back office folyamatokra is lehet alkalmazni.
- A Nagel-Schreckenberg modell sokkal inkább a múltbeli forgalmi adatok elemzésére szolgál, a Bayes-tételhez képest kevésbé a prediktív logikára összpontosít.
- A kutatás lényegi eleme a jövőbeni adaptálhatóság, illetve a szoftveres megvalósíthatóság, valamint egy esetleges mesterséges intelligenciával való szinergia, amelyre a Bayes-tétel esetében már találhatunk implementációkat.

(Gupta - Santhanam, 2021; De Ridder 2023)

Összesítve elmondható, hogy mindkét modell számos erősséggel rendelkezik, de abból kiindulva, hogy a Bayes-i modell képest egy szélesebb körű valóságot szimulálni, több dimenziót kezelni, valamint ezeket a dimenziókat később akár bővíteni is lehet, ezért egyszerűen jobban lefedi a jelenlegi kutatás fókuszát és adekvátabb választ ad a kutatási problémára. Ennek megfelelően a dolgozat a Bayes-i modellt használja a szimuláció megvalósítására.

#### *Vizsgált folyamat és javítani kívánt terület*

A fent bemutatott modellek alapján az értekezés keretében az ERP rendszerek DRP (Distribution Requirements Planning) részét vizsgálom, amely a disztribúciós követelmények tervezését jelenti az áruk szállításának hatékonyabbá tételére. Ezen belül két fiktív vállalat közötti árutovábbításra koncentrálok, amellyel szimulálok a gyárak, üzemek nyersanyaggal való ellátását, - az ipari és mezőgazdasági termékek eljuttatását a termelés helyéről a fogyasztóhoz, - az árucserre lehetőségét különböző földrajzi területek között. A folyamatot olyan egzakt ráható tényezők mellett vizsgálom, mint az időjárás, indulási idő vagy a menetidő, valamint kevésbé explicit mellett, mint a vis major problémák. Utóbbi alatt olyan nehezen előrejelezhető problémaforrást értek, mint a közúti baleset vagy nem kalkulált karbantartás. (Budiono – Gozali - Sukania, 2023)

## 4. Zala Megye, a kutatás helyszíne

A kutatást Zala Megyén belül végeztem el, ahogy azt a dolgozat korábbi részeiben már felvázoltam. A célterület azért került kiválasztásra, mert a megyei kis-és középvállalkozások helyzete sajátosan alakult a magyarországi viszonyokhoz képest azáltal, hogy kis távolságú szállítás került a központba. Ezen felül a megye adottságai kifejezetten jók a kutatás szempontjából, hiszen öt főváros van 250 kilométeres sugarú körön belül. A központi helyzet és a kis távolságok miatt a logisztika szerepe jelentősen felértékelődik a térségi helyi vállalatok esetében, ez a földrajzi adottság pedig jelentősen befolyásolja a kkv-k logisztikai folyamatait is, hiszen a helyi stakeholderek közül sokan szorosan kötődnek ezekhez a vállalatokhoz, akár beszállítóként, akár szolgáltatóként. A kedvező földrajzi és logisztikai sajátosságok mellett fontos kiemelni, hogy a megye az általános gazdasági szempontok figyelembevételével is ideális helyszín volt a kutatás lefolytatásához. A térség számos erősséggel rendelkezik gazdaságilag, amelyen belül Lenti, Keszthely, Nagykanizsa és Zalaegerszeg kiemelendően fontos városok a fejlesztések tekintetében. A keszthelyi térségben elhelyezkedő Zalakaros és Hévíz a nagy idegenforgalmi vonzerejével emelkedik ki a térségben, ezen belül, Hévíz az 1 000 000 vendégéjszakát meghaladó értékeivel hazánkban a második helyet foglalja vendégnapok számában. Nagykanizsán az olaj- és gázipar mellett a logisztika is jelentős gazdasági szerepet tölt be. Zalaegerszeg, mint megyeszékhely, az autóiipari próbapálya fejlesztése előtt is túlnyomóan ipari tevékenységekkel rendelkezett (pl. Flex és beszállító vállalatok). A megyében a főbb gazdasági területek a turizmus, az elektronikai ipar, de jelentős a faipar és az olaj- és gázipar is, viszont az utóbbi időszak egyik leginnovatívabb és legnagyobb figyelmet kapó fejlesztése a zalaegerszegi autóiipari próbapálya volt. A próbapálya kivitelezése nagy volumenű infrastrukturális beruházással járt, amely a logisztikai anyagáram szempontjából is releváns. (Szabó et al., 2019; Szabó et al., 2018; Wang – Li - Cui, 2023)

### *Zalaegerszegi Autóiipari Próbapálya*

Ha definiálni szeretnénk a járműipari teszt pályákat, akkor a következő meghatározás ragadhatja meg leginkább a lényegét: „A járműipar kutatás-fejlesztési tevékenységének fontos fázisa a tervezőasztalon megalkotott, illetve prototípusokon, körülmények között vizsgált

részegységek vagy teljes járműkonstrukciók valós körülményeket közelítő, egységes, standardizált felületeket biztosító zárt, biztonságos pályákon történő tesztelése. Erre a célra épülnek a járműipari tesztpályák.” (Haas – Cselle 2017.). Ha a fejlesztés előzményeit nézzük, akkor elsőként érdemes megjegyezni, hogy hazánkban országos szinten is az autóipar vált a legfőbb fejlesztési iránnyá az utóbbi évtizedekben. Ennek megfelelően éves szinten ma már 560 ezer gépjárművet gyártanak Magyarországon. Ezzel egyetemben a kormány kiemelt szerepet tulajdonít a ZalaZone Autóipari Próbapályának, amelyhez hasonlót mind volumenében, mind funkcióit tekintve nem találunk hasonlót Európában. A hagyományos pályákhoz képest a zalaegerszegi beruházás a vezethetőségre és menetstabilitásra koncentrált járműdinamikai alkalmazások mellett, a jövőben meghatározó járműtechnológiák – úgymint az elektromos és önvezető járművek – kutatására és tesztelésére is lehetőséget nyújt városi környezetben. A fejlesztés teljes infrastruktúrája 250 hektáron helyezkedik el. A projekt egyik legfőbb célja, hogy olyan tesztkörnyezet biztosítása, amely a tesztelés mellett lehetőséget nyújt a kapcsolódó K+F tevékenységek vizsgálatára. (Szabó et al., 2020)

A pálya technikai felszereltségét tekintve is kiemelkedik a jelenlegi tesztkörnyezetek közül. Ezen belül a következő fejlesztések a legfontosabbak:

- **5G hálózat létesítése** az önvezető és elektromos autók teszteléséhez és a szükséges okoseszközökhöz
- **Kutató laboratóriumok és szimulációs környezet** kerül kialakításra a kapcsolódó K+F tevékenységek fejlesztéséhez, teszteléséhez
- **Városi szimulációs környezet kialakítása**, amely lehetőséget biztosít az önvezető autók városi környezetben való tesztelésére
- **M76-os okosút fejlesztése**, amely egy olyan közúti tesztkörnyezet kialakítását jelenti, ahol időközönként a valóságban is lehetőség nyílik a tesztelésre

([www.zalazone.hu](http://www.zalazone.hu))

Jelen kutatás szempontjából az egyik legfontosabb fejlesztés az M76-os és az alsóbb rendű utak fejlesztése, amelyek logisztikai szempontból kiemelten relevánsak. Ezek mellett a próbapálya magával hozhat más jellegű fejlesztéseket is, mint például logisztikai központok kialakítása a térségben, ami szintén megnövekedett anyagáramhoz vezet. Mindemelllett a hatások között nemcsak a megnövekedett anyagáram és a létrejövő logisztikai központokat érdemes figyelembe venni, de a megjelenő tudástranszfert és innovatív megoldásokat is, amelyekhez szintén hozzájárul a tesztpálya. (Szalay et al., 2018.)

## *Zala Megye infrastruktúrája*

A megye a korábban ismertetett módon egy hármastérségben helyezkedik el, aminek megfelelően a megyei infrastruktúra is jelentős. Az M7-es autópálya a horvát határtól egészen Budapestig húzódik, a 2019-ben átadott M70-es autópálya pedig a szlovéniai A5-ös autópálya felé biztosítja a csatlakozást (Ács – Szabó, 2014, p. 25.). A 74-es főút segítségével az M86-os autópálya is könnyen elérhető Győr, illetve Pozsony irányában. Szintén a 74-es főúton tudunk eljutni Nagykanizsa, illetve déli irányban Pécsre. A déli irányú áruforgalom bonyolításában viszont egyértelműen nehézséget okoz az a hiátus, hogy nincs elérhető autópálya, amely Zalaegerszeget, Nagykanizsát és Pécsset összekötné. Ennek megfelelően, ha az áruszállítást közúton szeretnénk megoldani, akkor marad a 74-es, valamint a 61-es főút, illetve a kapcsolódó alsóbbrendű utak. Ezen felül a másik lehetőség az M7-es autópálya igénybevétele, illetve az M0-ás körgyűrű után az M5-ös autópálya. Ez a lehetőség számos Szerbiából érkező áru esetén sokkal kedvezőbb lehetőséget jelent. A déli irányú áruszállításra megfelelő válasz lehet a jövőben megépülő M9-es autópálya. A tervezett nyomvonal Nagycenket kötné össze Szombathelyen és Zalaegerszegen át Kaposvárral. A tervezett vonal így teljes mértékben beleillene a Budapest központú, sugaras gyorsforgalmi úthálózat koncepciójába. A megye a meglévő M7-es és M70-es autópályákkal jelentős infrastruktúrával rendelkezik, amely számos logisztikai követelménynek megfelel. A megvalósult M70-es autópálya a logisztika szempontjából kimagasló jelentőséggel bír, hiszen ezután a rijekai és koperi sokkal rövidebb idő alatt lettek elérhetőek. A tervezett M9-es autópálya nemcsak logisztikai szempontból fontos, hanem a helyi lakosságnak is, hiszen megvalósulásával olyan régiós központok válnak elérhetővé autópályán, mint Szombathely, Győr, Kaposvár vagy Pécs. Természetesen a lakossági igények mellett a déli irányú áruforgalom szempontjából is rendkívül fontos fejlesztésről van szó. A harmadik fejlesztés, az M76-os autópálya a lakossági és logisztikai szempontok mellett az innovációt is képviseli, hiszen megvalósulásával egy olyan okosút kerül átadásra, amely tesztlehetőséget biztosít a ZalaZone próbapályának, ennek megfelelően pedig teljes mértékben illeszkedik a régió autóiipari fejlesztési profiljába.

A megye vasúthálózata is megfelelőnek mondható a hazai viszonyokat tekintve, ezen a téren viszont az M76-os és a próbapálya fejlesztéseihez hasonlóan, szintén egy fontos beruházás került bejelentésre. A kormány 2017-ben 1532/2017. (VIII. 14.) számú kormányhatározat keretében meghirdette az Országos Intermodális Konténerterminál Hálózat létrehozását, amelynek egyik eleme egy zalaegerszegi logisztikai központ és konténerterminál létrehozása hatmilliárd Forintos fejlesztés keretében. Ha a fejlesztés megfelelő módon



realizálódik, úgy lehetővé válik az M76-os úton keresztül a Sármelléki repülőtérrel való összehangolódás, amelynek eredményeként egy olyan logisztikai központ jöhet létre, ami egyaránt biztosít lehetőséget légi, vasúti és közúti szállításra. Zala Megye logisztikai infrastruktúrájával kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy a TENT folyosók közül az V. számú áthalad a megyén. A folyosó fontos része a korábban említett M7-es és M70-es autópálya, amelyen a – már felvázolt módon – a koperi, rijekai és trieszti kikötők is elérhetők. (Chen –Iyengar - Wang, 2022; Fleischer, 2007; Jászberényi - Ásványi, 2012)

A megye infrastruktúrájának összesítéseként megállapíthatjuk, hogy a jelenlegi hálózat és a földrajzi fekvés együttesen logisztikai versenyelőnyt jelentenek a megye számára, amelyhez ha hozzávesszük a jelenleg is zajló fejlesztéseket, akkor joggal jelenthetjük ki, hogy a térség logisztikai szerepe a közeljövőben tovább fog növekedni.

#### *Zala Megye logisztikai szolgáltatói*

A megye a frekventált földrajzi fekvés és a fejlődő infrastruktúra mellett számos logisztikai szolgáltató vállalkozással is rendelkezik. A témában Dr. Szabó László doktori disszertációja adja a legátfogóbb képet. A kutatás során azon cégek kerültek felmérésre, amelyek kizárólag logisztikai szolgáltatóként működnek (ez a fő tevékenységük, más tevékenységi körrel nem rendelkeznek). A kutatás eredményeként megállapításra került, hogy a megyében többségben vannak az egyszerű logisztikai szolgáltatásokat nyújtó (tárolás, szállítás) vállalatok, de találhatunk példákat a komplex szolgáltatásokat nyújtó (elosztás, begyűjtés, ellátás) szervezetekre is. A kapott eredmény valamelyest szembe megy a globális trenddel, miszerint a logisztikai szolgáltatások piaca rohamosan a komplex szolgáltatások irányába tolódik. Ezen a megyei fejlesztések nagy valószínűséggel változtatnak, hiszen a befejeződő beruházások komplex szolgáltatásokat fognak megkívánni. Az alkalmazott megoldások tekintetében a tanulmány rámutat, hogy az új megoldások nem feltétlenül szorítják ki a régieket, gyakran együttesen és párhuzamosan alkalmazzák őket a térségben. (Szabó, 2017; Panigrahi et al., 2022)

A logisztikai szolgáltatók számára a KSH adatai adnak rálátást a következő táblázatban.

9. ábra: **Logisztikai szolgáltatást nyújtó vállalkozások száma Zala Megyében**

TEÁOR szám	Vállalkozások száma (db)
52== Raktározás, szállítást kiegészítő tevékenység	80
521= Raktározás, tárolás	8
5210 Raktározás, tárolás	8
522= Szállítást kiegészítő tevékenység	72
5221 Szárazföldi szállítást kiegészítő szolgáltatás	14
5222 Vízi szállítást kiegészítő szolgáltatás	1
5223 Légi szállítást kiegészítő szolgáltatás	2
5224 Rakománykezelés	10
5229 Egyéb szállítást kiegészítő szolgáltatás	45

[Forrás: Szabó, 2017., p. 66.]

Amint a 2. ábrán is látható a megyében 240 logisztikai szolgáltató vállalkozás található. Fontos megemlíteni, hogy jelen kutatás a szimulációs modellt nemcsak a logisztikai szolgáltató vállalkozásoknál fogja vizsgálni, de olyan multinacionális cégeknél, kutató központoknál is, akik saját logisztikai részleggel és magas napi anyagárammal rendelkeznek. Ennek megfelelően a kutatási keret lényegesen bővebb, mint a korábbi kutatásoknál azonosított logisztikai szolgáltatók. (Szabó, 2018; Hsiao - Sung, 2022; Akhtar, 2022)

A megye kiemelt szerepét leginkább Dr. Szabó László doktori értekezése foglalja össze, aki megfogalmazza, hogy a terület korábban is frekventált csomópontnak számított Magyarországon belül, de a korábban leírt beruházások tovább növelték ezt a szerepet. Egyéb szekunder adatokat viszonylag nehéz találni, mivel a legtöbb szervezet nem készít ennyire speciális statisztikákat. A leghasználhatóbb adatokat a MLSZKSZ (Magyar Logisztikai Központok Szövetsége) és a Waberer's bizonyos statisztikai szolgáltatották. Utóbbi esetében a cég közlése szerint, Zala Megye az egyik a hat központból, ahol cross-dock raktározás történik, valamint száraz és hűtött árutovábbítás is zajlik. ([www.waberer.hu](http://www.waberer.hu); [www.mlszksz.hu](http://www.mlszksz.hu)) A konténer terminállal kiegészülve, ez már jelzésértékű annak tekintetében, hogy mind az ipari, mind pedig a mezőgazdasági logisztikai folyamatok is nagy volumenben vannak jelen a térségben. Az MLSZK ezt azzal egészíti ki, hogy Nagykanizsán már több, mint egy évtizede jelentős logisztikai tevékenység van a város mellett található logisztikai központnak köszönhetően, amely most a zalaegerszegi fejlesztések és a Budapest-Belgrád vasútvonalnak köszönhetően tovább gyarapszik. Emellett hazai szinten, egyedülálló módon a nagykanizsai mellett, a zalaegerszegi logisztikai szolgáltató központ átadásával már két ilyen központ lesz a megyében. A Nyugat-Magyarországi a logisztika szempontjából jelentős ipari parkok száma kiemelendő még, amelynek a fele Zala megyei illetőségű: Ganz Ipari Park (Zalaegerszeg), Lenti Ipari Park (Lenti), Mura Ipari Park (Letenye), Nagykanizsai Ipari Park (Nagykanizsa), Rédicsi Ipari Park (Rédics), Répcelak Ipari Park (Rédics), Térségi Ipari Park (Pacsa), Zalaegerszegi Ipari Park (Zalaegerszeg), Zalalövői Ipari Park (Zalalövő). Az ipari parkok nagy száma szintén mutatja, hogy a megyében nagy volumenű és diverz logisztika van jelen. Ezek alapján és Dr. Szabó László átfogó értekezése alapján elmondhatjuk, hogy a megye alkalmas a kutatás lefolytatására. A validálás mellett kiemelendő, hogy mivel egy pilot kutatást végzünk, ezért nem szükséges, hogy a földrajzi terület kirívóan nagy anyagárammal rendelkezzen, sokkal fontosabb szempont az, hogy megfelelően széleskörűek/változatosak legyenek a logisztikai kihívások, amelynek a primer és szekunder adatok alapján is megfelel a megye. (Lakatos – Szászi– Taksás, 2016)

A szekunder kutatás viszont egy korábban fel nem ismert hiányosságra is fényt derített, azaz, hogy jelenleg nem rendelkezünk a megyei logisztikai anyagáram hatékonysága tekintetében átfogó eredményekkel. A témában eddig két hasonló eredmény született mindösszesen; a korábban említett Szabó (2016) féle „Logisztikai szolgáltatások vizsgálata Zala Megyében” című doktori értekezés, amely a helyi logisztikai szolgáltatási típusokat, felajánlási profilokat és IT technológiai váltásokat elemzi, valamint Horváth és társai (2004) „Mit is jelent a logisztikai kiszolgálási színvonal napjainkban?” című tudományos

publikációja, amely hazai viszonylatban vizsgálja a logisztikai kiszolgálási színvonalat - szállítás időbeni, minőségi, mennyiségi pontossága, valamint számlapontosság és sértetlenségi ráta szerint. (Horváth, 2004; Szabó L. 2018)

Ezen felül viszont más szerző, illetve más központi hivatal (lásd: KSH) sem készített átfogó kutatást megyei szinten a logisztikai kiszolgálás színvonaláról. A szakirodalom átvizsgálása után, ennek megfelelően célul tűztem ki, hogy a Zala Megyei vállalkozások logisztikai folyamatait is megismerjem. Ezen belül azt vizsgálom, hogy (K1, H1, K2, H2) **a helyi vállalkozások mennyire elégedettek logisztikai szolgáltatásaikkal, milyen késések tapasztalhatók folyamataikban, valamint mennyire szignifikánsak ezek.** Ezen felül annak a vizsgálatát is célul tűztem ki, hogy egy komplex képet ismerjek meg a helyi logisztikai folyamatok egymásra ható tényezőin belül (K3, H3), névlegesen azt térképezem fel, hogy **a vállalkozások adottságai hogyan befolyásolják a logisztikai folyamataik problémákat, ezek mit okoznak helyi szinten és milyen megoldási igényeik lennének?** A kutatás ezen szegmense erősen kapcsolódik a kutatás jelenlegi és jövőbeni legfontosabb eredményéhez, a szimulációhoz, hiszen ezáltal tudjuk meghatározni a felhasználói igényeiket egy esetleges szoftveres megoldásnak. Az alapkérdés, hogy ezzel kapcsolatban, hogy van-e egyáltalán szükség egy ilyen technológiára? A research gap kapcsán már kifejtettem, hogy a szakirodalom azt mutatja, hogy jelenleg nincs ilyen jellegű megoldás, valamint a logisztikai szoftveres támogatás sem változott az utóbbi időben számottevően, de ettől függetlenül egy pilot kutatás esetben azt is meg kell vizsgálni, hogy maga a research gap valid-e, van-e szükség a terület kutatására lényegében? A kérdés megválaszolása mellett, az is fontos feladat, hogy egy esetleges alkalmazott technológia létrejöttével, képet kapjunk a felhasználásáról, egy vállalat életében való elhelyezkedéséről, valamint arról is, hogy milyen súlyú problémára adhat választ. (Timperio et al., 2020.) Ennek megfelelően a szakirodalomban feltárt Yaxu (2021) esettanulmányában használt keretrendszert használom, amely szintén kvantitatív eszközöket (gyakorisági elemzések, leíró statisztika) alkalmazott a helyi logisztika megismerésére, a komplex képet pedig a strukturális egyenletek modelljével (SEM) vizsgált:

*„A laza logisztikai piac, a vállalkozások gyenge hozzáadott értékű szolgáltatási képességei, valamint a logisztikai hálózatok elmaradott kiépítése és működtetése egyes vállalkozásoknál magas logisztikai költségekhez és alacsony hatékonysághoz vezetett. A vállalati logisztikai vállalkozások versenyképességének átfogó értékelési hatásának javítása érdekében ez a cikk a logisztikai vállalkozások versenyképességének átfogó értékelési modelljét építi fel a gépi tanulási technológián alapuló SEM-modell alapján.”* (Yaxu, 2021,

p. 6469.) A cikkhez hasonlóan építem fel a jelen értekezés SEM modelljét, amely során kiemelt figyelmet fordítok a szállítási késésekre. Mivel a késések természete és szignifikanciája minden vállalat esetén eltérhet, ezért jelenleg minden olyan esetet késésnek tekintek, amelyet a Zala Megyei vállalkozás annak ítél meg a mintavétel során (a korábban említett Horváth 2004 tanulmányhoz hasonlóan), viszont ezeknek az eseti vizsgálata a kutatás hosszú távú célrendszerét képi.

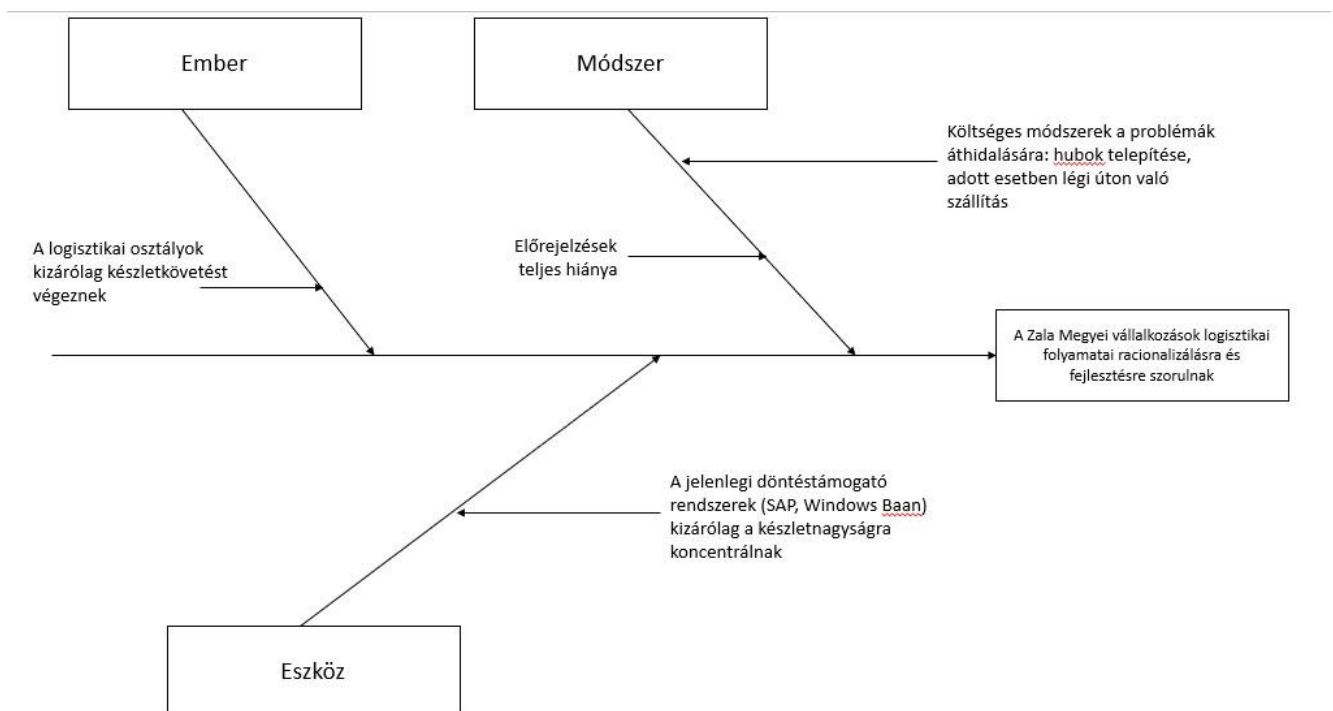
Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy a megye a földrajzi viszonyok mellett számos gazdasági erősséggel is rendelkezik (turizmus, olaj- és gázipar, elektronikai összeszerelő üzemek), amelyek alkalmassá teszik a kutatás lefolytatására. Ahogy korábban már kifejtésre került a ZalaZone autóipari tesztpálya számos logisztikai változást hoz a megyébe, amelyek relevánsak a kutatás hosszú távú eredményeit tekintve. A korábban is erős infrastruktúra mellé olyan nagyberuházások kerülnek kivitelezésre (M9-es, M76-os autópályák, zalaegerszegi logisztikai központ), amelyek szintén nagyban emelik a megyén áthaladó anyagáramot. A megyében jelentős számú logisztikai szolgáltató van jelen, akik a tervezett fejlesztések teljesülésével tovább fejlődhetnek, illetve új szolgáltatókkal bővíthet a régió. (Kalkha – Khat - Bahnasse, - Ouajji, 2023)

A fejezet összesítéseként arra az eredményre jutottam, hogy a megye meglévő adottságai, valamint a tervezett fejlesztések egy olyan környezetet szolgáltatnak, amely kiváltképp alkalmas a szimulációs modell kifejlesztésére és tesztelésére. A szakirodalom és a megye helyzetelemzése alapján a dolgozat primer kutatási részében a mikrologisztikai folyamatokon belül a matematikai modellezés és szimuláció lehetőségeit vizsgálom. A szimuláció vizsgálata előtt, először a jelenlegi helyzetet kell, hogy ismertesse a kutatás. Ezen belül egyrészt azt kell megismerni, hogy a Zala Megyei vállalkozások egyáltalán elégedetlenek-e a hagyományos logisztikai módszerekkel és információáramlással. Ezek után a következő kérdés pedig az, hogy jelenleg milyen gyakoriak a késések, és ha vannak késések, akkor azok milyen jellegűek (közúti forgalom, időjárás, infrastruktúra, vagy egyéb vis major problémák). Ezt követően az értekezésnek arra is választ kell adnia, hogy ezek a problémák miből erednek és megoldásaira a vállalkozásoknak milyen igényeik vannak. Végül pedig azt kell megvizsgálni a kapott válaszok alapján, hogy az esetleges problémák és a hozzájuk kapcsolódó logisztikai folyamatok modellezhetőek-e matematikai módszerekkel. (Sana - Goyal, 2015; Shukla - Naim, 2018; Olugu et al., 2017)

## 5. A kutatás fókusza és módszere

Ahogy a szakirodalom elemzése során bemutatásra került a logisztika területén születtek már szimulációs jellegű megoldások korábban. Ezek az eredmények viszont jellemzően a teljes ellátási lánc szimulációját valósították meg, a szervezeten belüli folyamatokból kiinduló szimulációt eddig még nem kíséreltek meg. Nagy kérdést jelent a tématerület kutatása tekintetében, hogy ezeket a folyamatokat vállalatok belül is tudjuk-e értelmezni, matematikai eszközök segítségével leírni és modellezni. Ennek megfelelően a kutatás fókusza, ezt, az eddig még nem vizsgált tématerületet célozza meg. Természetesen a vizsgálat megkezdése előtt érdemes megismerni a kutatás szükségességét is. Ennek keretében azt vizsgáljuk, hogy a Zala Megyei vállalkozások esetében milyen gyakoriak és mennyire szignifikánsak a késések/ logisztikai problémák, illetve, hogy ezekre a problémákra milyen fokú megoldást nyújt a kutatás hosszú távú eredménye. A szakirodalom feltárása alapján például az alábbi ábrán látható problémákat tudtuk meghatározni:

10. ábra: Ishikawa diagram a probléma tükrében



[Forrás: Saját szerkesztés Liliana, 2016 alapján]

A kutatás fókuszával kapcsolatban összesítve elmondható, hogy adott egy olyan felderítetlen tématerület, amelyről, ha pontosabb képet kapunk, akkor számos módon tudjuk jelentősen javítani a vállalkozások meglévő logisztikai eszköztárát és folyamatait. (Wong-Woo-Woo, 2016)

## 5.1 Hipotézisek összefoglalása

**K1:** A Zala megyei vállalkozások mennyire elégedettek-e a vállalkozáson belüli logisztikai folyamataikkal?

**H1:** A Zala megyei vállalkozások többnyire elégedetlenek a logisztikai folyamataikkal, amelyek így újratervezésre szorulnak.

- Eszköz: Kérdőív
- Módszer: Gyakorisági elemzések, leíró statisztika

**K2:** Milyen gyakorisággal vannak jelentős késések a Zala megyei vállalkozások vállalkozáson belüli logisztikai folyamatainál?

**H2:** A Zala megyei vállalkozások logisztikai folyamatainál rendszeres és szignifikáns (a Zala megyei vállalkozások számára érezhető) késések tapasztalhatóak.

- Eszköz: Kérdőív
- Módszer: Gyakorisági elemzések, leíró statisztika

**K3:** A vállalkozások adottságai (pénzügyi, piaci, logisztikai rendszerei) hogyan befolyásolják azt, hogy hogyan érzékelik a logisztikai folyamataik problémáit (külső/belső) és ezek a problémák mit okoznak (közvetlen / közvetett) és ezek megoldására milyen igényeik lennének?

**H3:** A helyi vállalkozások informatikai támogatottsága és kapacitásuk hatékonysága rendszerszinten közvetlenül befolyásolja logisztikai folyamataikat, amelyekben az alacsony hatékonyság működési károkat okoz, amelynek megoldására a helyi cégek többnyire rendszer-újratervezési megoldásokat igényelnek

- Eszköz: Kérdőív
- Módszer: Strukturális egyenletek modell

**K4:** Létrehozható-e egy olyan modell, amely vállalkozáson belüli folyamatokból és azok mért változóiból épül fel, illetve amelynek szimulációja alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására.

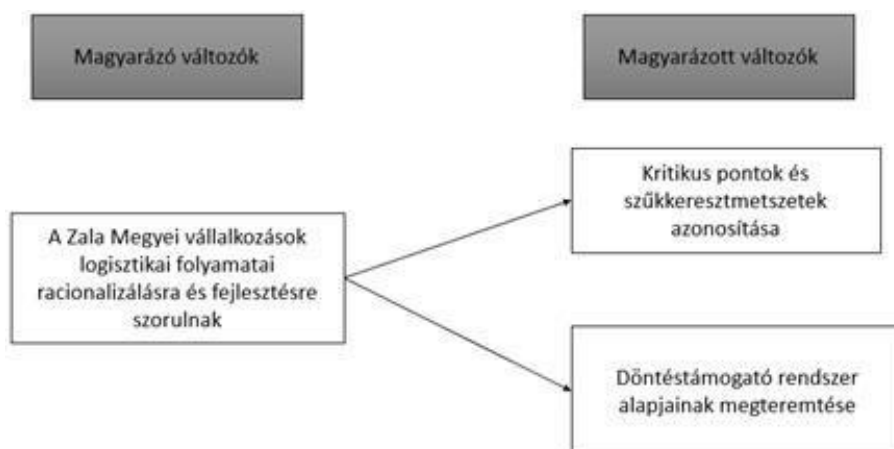
**H4:** A vállalkozások logisztikai folyamatai modellezhetőek belső folyamatokból kiindulva, a modellen végzett szimuláció pedig alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására.

- Eszköz: Szimuláció
- Módszer: Monte Carlo Markov-láncok

## 5.2 Konceptualizáció

Az értekezés központi kérdése, hogy a Zala megyei vállalkozások esetében modellezhetőek-e a logisztikai folyamatok önmagukban, vállalaton belüli folyamatokból kiindulva. Ha ez lehetséges, akkor szintén kiemelkedő fontosságú kérdés, hogy egyáltalán szükség van-e az újratervezésre, valamint a kapott eredmények alapján létre tudunk-e hozni egy döntéstámogató rendszert. Ahhoz, hogy a kutatási kérdésekből levezetett hipotéziseket igazolni tudjuk, definiálnunk kell a logisztikai folyamatokon belüli kritikus (mérési) pontokat. (Babbie, 2008) A fent bemutatott kutatási kérdéseimre és feltételezéseimre alapozva az alábbi kutatási keretmodellt alkottam meg.

**11. ábra: Kutatási problémakör**



[Forrás: Saját szerkesztés]

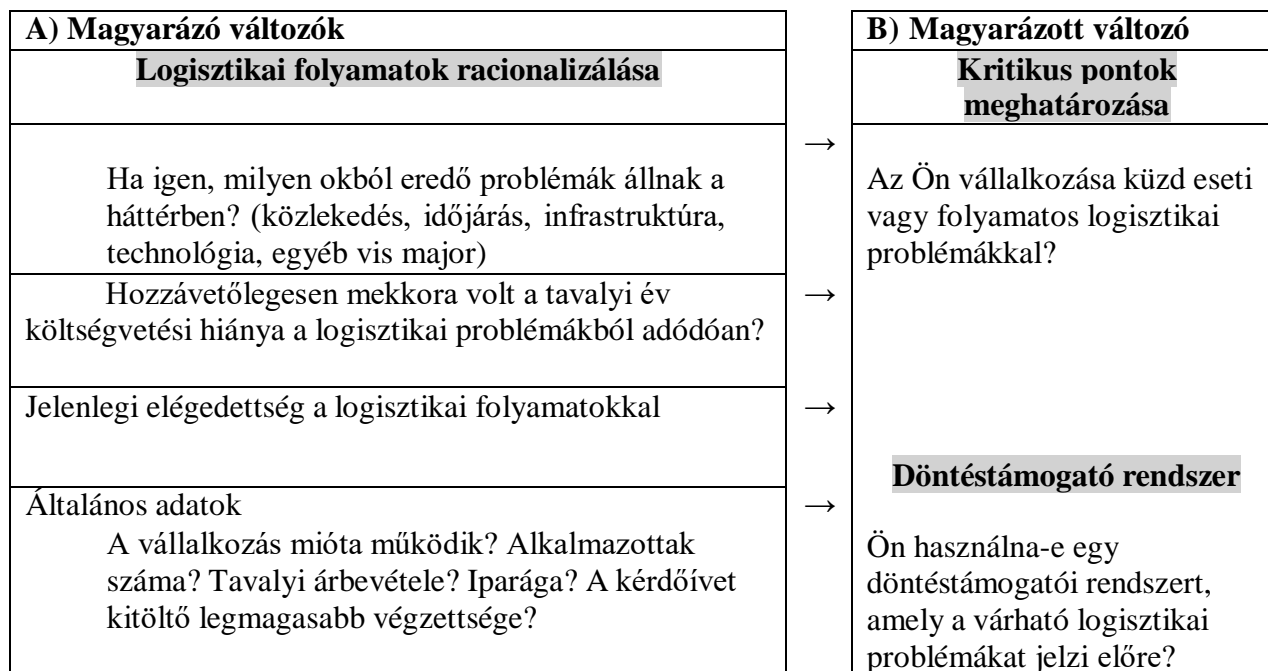


Fentiek alapján a magyarázott, vagy függő változóim alatt a következőket értem:

- A kritikus pontok meghatározása alatt azon logisztikai folyamatok azonosítását értem, amelyek a mindennapok során negatívan befolyásolják a megfelelő anyagáramot.
- A logisztikai folyamatok racionalizálása alatt azt a lehetőséget értem, hogy a jelenlegi módszerek és trendek elemzésével hogyan lehetne átalakítani a vállalaton belüli működést annak érdekében, hogy az hatékonyabb legyen.
- A döntéstámogató rendszer alatt egy jövőbeli eszköz alapjainak megteremtését értem.

(Leglood et al., 2023; Kindermann et al., 2021.)

12. ábra: Kutatási modell a kérdőív tükrében



[Forrás: Saját szerkesztés Sajtos, 2007 alapján]

### 5.3 Operacionalizálás és az empirikus kutatás módszerei

A fent említett függő változók mérését az alábbi módokon végeztem:

Elsőként több egyéni, félig strukturált interjút folytattam le logisztikai szakemberekkel, amelynek eredményeként azonosítani tudtam a főbb mérendő folyamatokat, valamint realisabb képet kaptam a napi logisztikai folyamatokról, amelynek segítségével megfelelően

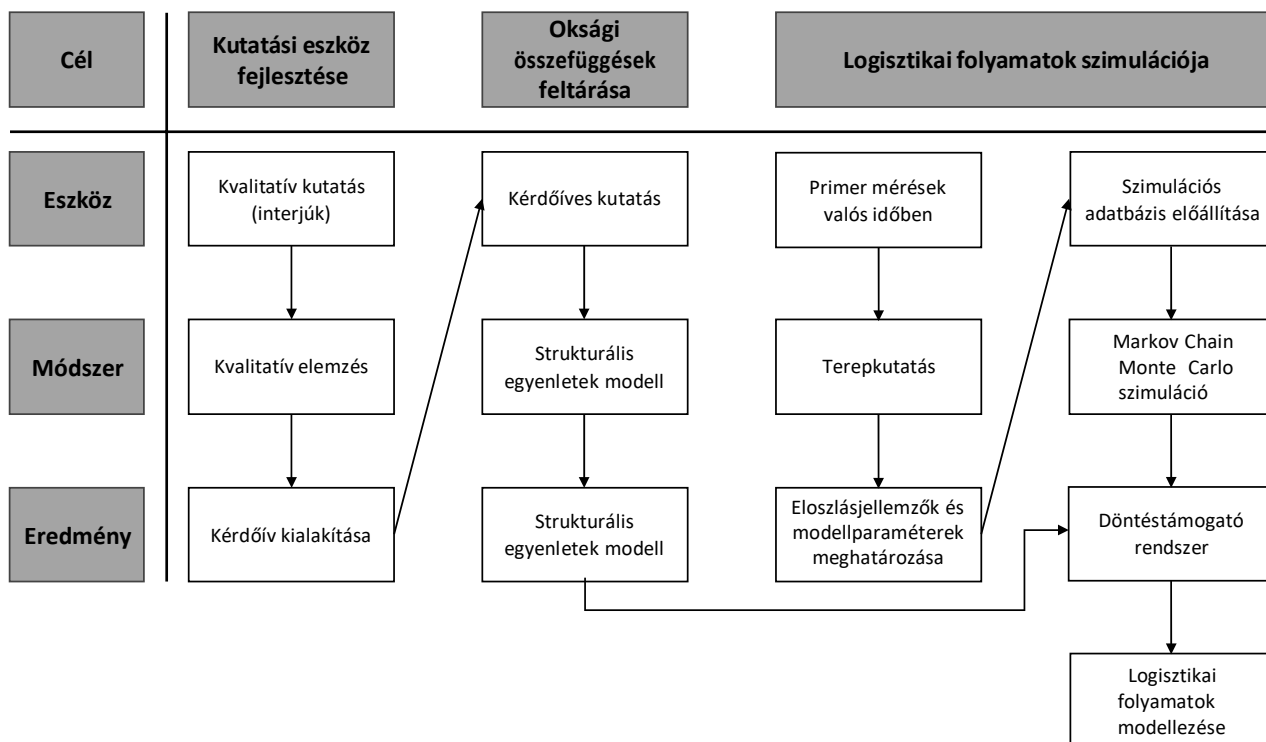
tudtam kialakítani a kvantitatív kutatáshoz szükséges kérdőívet. (A kérdőív validálása az interjúk segítségével történt. Kása Richárd témavezetőm segítségével összesen 5 megkérdezett szakértővel végeztettünk próbakitöltéseket a kérdőív kapcsán.)

Az eredmények alapján a kérdőíves elemzést a következő logikai séma mentén végzem el:

- Egy bevezető keretében összesítem a kutatás célját
- Az első kérdéscsoportban a vállalkozások adatait veszi fel a kérdőív, ami azért is fontos, mivel ezzel összetettebb képet kaphatunk, hogy mely cégméret és iparági lehatárolás milyen logisztikai folyamatokkal rendelkezik
- Ezt követően H1, H2, H3 hipotézishez kapcsolódó kérdéseket teszem fel, nevezetesen az elégedettség mérésére, a késések és logisztikai folyamatok azonosítására, valamint az adottsági befolyásolásra vonatkozóan
- A kérdőívben zárt (dichotóm és több kimenetelű) kérdések lesznek, valamint 5 fokozatú Likert skála.
- Az önkitöltős kérdőíveket elektronikusan teszem elérhetővé kísérőlevéllel együtt), amellyel segítséget nyújtok a kitöltéshez (visszaküldés dátuma stb.)
- A beérkező válaszokat kódolva gyűjtöm, (sorszámozva) ezek után Excelben rendszerezem, az adatokat SPSS segítségével elemzem.
- A H4 hipotézis bizonyításához a kapott eredmény alapján kutatási módszertant valósítok meg, valamint matematikai modellt hozok létre, amin szimulációt hajtok végre.

Kutatásom során többféle kutatási módszert alkalmazok, melyek keretében elvégzek több kvalitatív interjú, egy kérdőíves lekérdezést, illetve matematikai modellt készítek szimulációs megoldással. Az alábbi ábra az empirikus kutatás cél-eszköz-módszer struktúráját mutatja az egyes (rész)eredmények tükrében. (13. ábra) (Füstös et al., 2007; In'nami et al., 2013)

13. ábra: Kutatási eszközök alkalmazásának folyamata



[Forrás: saját szerkesztés]

## 5.4 Populáció és mintavétel

A kutatási téma kijelölésekor definiálni kell a kiválasztandó célsokaságot is. Ebben az esetben a disszertáció címében is szereplő „vállalkozás” volt az elemzési egység (vagy a vizsgálati alapegység), amelyet a kutatás során tanulmányozandó egységként értelmezendő. A célsokaság kijelölésénél az egyik alapvető attribútum a területi lehatárolás volt, nevezetesen a kutatást a Zala Megyei vállalkozások körében folytattuk le, amelynek validálását korábban már kifejtettem.

5. táblázat: Regisztrált vállalkozások száma Zala Megyében

Területi egység megnevezése	Területi egység szintje	Regisztrált vállalkozások száma (db)
Győr-Moson-Sopron	megye	76 268
Vas	megye	41 396
<b>Zala</b>	<b>megye</b>	<b>52 429</b>
Nyugat-Dunántúl	régió	170 093

(Forrás: Saját szerkesztés a KSH, 2022. december 31-iei adatai alapján)

Mintavételi keretként a Zala Megyei Vállalkozásfejlesztési adatbázisát céloztam meg, amely adatbázisként lefedi a megye teljes vállalkozói szféráját. Korábban részben már említésre került, hogy a vállalkozásokon belüli folyamatokból kiinduló szimulációra eddig még nem volt példa, így az eddigi kutatások tekintetében nem találunk konkrét, mérhető kimenettel rendelkező értekezéseket. Ennek megfelelően olyan kutatási design-t választottam, ahol vegyesen alkalmaztam kvalitatív és kvantitatív módszertanokat. Ahogy korábban már említettem az értekezést megelőzően nem volt ismert modellszint és valóságszint kapcsolata (azonosított hátráltató tényezők és a megyében érezhető negatív effektusok), ezért előzetesen egy félig strukturált kvalitatív interjú kivitelezése mellett döntöttem, amely segíti a kutatási célok jobb megismerését, valamint az eredmények alapján pontosabb kvantitatív mintavételt tudok végrehajtani. A kvalitatív módszertan segítségével lényegében hólabda-szerűen további feltárt folyamatokat adhatunk a korábban, a szakirodalmi elemzés által leírt logisztikai rendszerekhez. (Gubán – Hua, 2014.)

A személyes interjúk tekintetében a mintaételi keretrendszer szintén a Zala Megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány adatbázisa adta, ahol az alapsokaságra (Zala Megyei Vállalkozások) az alábbi szűrést alkalmaztam:

- Minimum 10 fő alkalmazott
- Jelentős anyagáram (min. heti rendelés)
- Hajlandóság a kutatásban való részvételre

A mintavételi adatbázison keresztül küldtem ki a megkereséseket, amelyek közül az első 10 pozitív választ választottam beérkezési sorrend szerint. (Marciniak et al., 2020)

Az interjú felépítését tekintve olyan kérdéseket tartalmaz, amely segíti az alapfolyamatok megismerését, valamint a későbbi kvantitatív kérdőív kidolgozását és a kutatás kontextusba való elhelyezését. (A teljes interjú a mellékletekben található.) Előzetesen legalább 10 interjú lefolytatását tűztem ki célul. (Saunders et al., 2009.; Király – Géring, 2016)

Az interjúk eredményei alapján készítettem el a kvantitatív kérdőívet, amelyet Zala Megyei vállalkozások körében töltetek ki. A mintavételi keretrendszer ebben az esetben is a Zala Megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány szolgáltatta, amelyen belül minimum 100 kitöltés elérését tűztem ki célul.

A sokságra az alábbi szűréseket alkalmaztam:

- Zala Megyei székhely
- Jelentős anyagáram (min. heti rendelés)
- Hajlandóság a kutatásban való részvételre

A kvalitatív interjúk során azok a logisztikai folyamatok kerültek beazonosításra, amelyek tekintetében számszerűsíthető méréseket tudunk elvégezni. A kérdőív legtöbb kérdése eszerint lett felépítve, ahogy azt a kutatómódszertan során már kifejtettem. Emellett olyan plusz kérdések is bekerültek, amellyel az újratervezés szükségességére kapunk választ, valamint egyéb plusz információkhoz juthatunk. (Kassmann - Allgor, 2006; Nieuwenhuis - Touboulic - Matthews, 2019; Shahparvari et al., 2021)

Összesítve elmondható, hogy a kvalitatív mintavétel segítségével azonosításra kerültek a szűk keresztmetszetek a vállalaton belüli logisztikai folyamatok tekintetében, míg a kvantitatív mintavétel segítségével ezek számszerűsítésre is megtörténik. A kérdőív várható eredménye mellett, hogy számszerűsíti a negatív tényezők, problémaforrás(ok) mértékét, az újratervezés iránti igényt is bemutatja. Ezt követően, - amennyiben igazolódik, hogy létező igény mellett, szignifikáns hátrányokról van szó – a végső cél, hogy egy olyan adatbázist hozzunk létre, amelyre sikeresen fel tudjuk építeni a döntéstámogató rendszert hosszú távon (kísérleti szakasz). (Lewin, 1946; Trappey, 2021; Snedecor – Cochran, 1989)

## 6. Eredmények

### 6.1 Kvalitatív kutatás eredményei

A kutatás keretein belül 2020. december 01. és 2021. február 28. között összesen 10 vállalkozás vezetőjével folytattam le interjút, amely így megfelelt az előzetes célkitűzésnek. A korábban elfogadott kutatásmódszertannak megfelelően, egyéni, félig strukturált interjúkat folytattam le, amelyek egyes kérdései teret engedtek a személyes vélemény kifejtésének. Az interjúk lefolytatása személyesen zajlott a járványügyi protokollt betartva. Az interjúkérdéseket az alanyok nem kapták meg az interjút megelőzően, a kérdéseket az interjú alkalmával ismerték csak meg. Az interjúk helyszíne minden esetben az adott cég tárgyalóterme volt. Az egyes interjúk időbeli hossza eltért, viszont jellemzően 30 és 60 perc között voltak. Egyszerre egy fő interjúalannyal végeztem interjút. Az interjúk készítésekor minden esetben csak én voltam jelen kutatóként. Az interjú alkalmával sorrendben tettem fel a kérdéseket, amely után az interjúalany válaszait kérdésenként írásban rögzítettem. Az időtényező miatt kézzel írt anyagok keletkeztek, amelyből átiratot készítettem. A személyes interjúk után informális csoportos interjú is készült, amely nagy előnye volt, hogy az interjúalanyok segíthették egymást az információátadásban, valamint a terület megismerésében. Ezen alkalommal a korábbi interjú válaszokat árnyalni tudták, esetlegesen kiegészítő információkkal szolgáltak. A lefolytatott interjúk részletei az alábbi táblázatban olvashatók:

**6. táblázat: Kvalitatív interjúk lefolytatása Zala Megyei vállalkozások körében**

Ssz.	Iparág	Méretkategória	Interjúalany	Dátum
1.	Szállítmányozás	10 fő	Tulajdonos	2020. 12. 10.
2.	Nyomdaipar	56 fő	Ügyvezető	2020. 12. 17.
3.	Oktatás	32 fő	Igazgató	2020. 12. 18.
4.	Faipar	25 fő	Log. vezető	2021. 01. 29.
5.	Elektro. összeszerelés	250 fő felett	Ker. vezető	2021. 01. 29.
6.	Autóipar	26 fő	Tulajdonos	2021. 02. 01.
7.	Vendéglátás	10 fő	Tulajdonos	2021. 02. 01.
8.	Feldolgozóipar	10 fő	Ker. vezető	2021. 02. 13.
9.	Szerszámgyártás	51 fő	Ügyvezető	2021. 02. 26.
10.	Ruhaipar	13 fő	Gyárt. vezető	2021. 02. 28.

[Forrás: Saját szerkesztés]

A kvalitatív kutatásból számos olyan információhoz jutottunk, amely segítette leszűkíteni a kutatás területet, illetve meghatározni azokat a folyamatokat, amelynek mérésére nagyobb hangsúlyt kell fektetni.

Mivel a kutatás a COVID idején zajlott, ezért alapvetően a logisztikai vis major helyzetekről is számos tapasztalatot leszűrhattünk a kvalitatív kutatás során. A pandémiás hatások a következő hatásokban összegezhetők:

- munkaerőhiány a szektorban
- határlezárások, törölt járatok
- piaci kereslet megváltozása
- lean menedzsment és JIT rendszerek sérülékenysége

A munkaerőhiány már a szakirodalomban is előtérbe került, de ott főleg munkaerőcsökkentés szempontjából hivatkoztak a problémára. Ehhez képest az interjúk során egy másik dimenzió is ismertetésre került, nevezetesen, hogy a határlezárások és fertőzések miatt további számos munkaerő esik ki a szektorból. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy a folyamat kétirányú. Egyrészt a lecsökkent kereslettel rendelkező vállalkozások (pl. személyszállítás) tudatosan munkaerőt építenek le, míg az állandó kereslettel rendelkező cégek a fertőzés és a kijárási korlátozások miatt nem tudják a teljes dolgozói kollektívájukat foglalkoztatni. Összesítve ennek kapcsán kimondhatjuk, hogy a humánerőforrás döntő tényező a globális ellátási lánc jelenlegi fennakadásai kapcsán. Az okok között a határlezárások (és az ehhez kapcsolódó járatotrlések) viszonylag kevés magyarázatra szolgálnak, a probléma jelenléte fizikai korlátot jelent az ellátási lánc zökkenőmentes működése terén. Sokkal több magyarázatra ad okot a piac felborulása. Ezen belül a késztermékek egyes alkatrészeinek beszállítói elérhetlenné váltak, így bizonyos termékek csak igen számottevő késéssel érhetőek el. Az alapanyagok és az erőforrások hiánya számos ágazatban hiánycikkekhez vezetett. Ami ezt az amúgy sem egyszerű helyzetet tovább fokozta az pedig az volt, hogy nagy igény mutatkozott a COVID-19 ellen használt egészségügyi termékekre, amely így tovább fokozta a piaci egyensúly elmozdulását. A korábban felvázolt tendenciákat mindenképp érdemes kiegészíteni a Just in Time és a lean menedzsment szerepével. A világ vezető vállalatai ugyanis rendre ezen alapelvek szerint gyártanak az utóbbi évtizedekben, amely hatására jellemzően nem képeznek biztonsági raktárkészletet, így

egy ilyen vis major helyzetben a JIT alapú termelők egyszerűen nem tudnak kibocsátani (pláne, ha az alapanyaghiányt is beleszámítjuk). (Mayounga, 2021)

Ha a kvalitatív eredményeket összehasonlítjuk a szakirodalom által feltárt folyamatokkal, akkor észrevehetjük, hogy a hazai és nemzetközi tanulmányok és az interjúk során megkérdezettek is egyetértenek abban, hogy a jelenlegi helyzet az ellátási lánc és gyártási stratégiák újratervezését követelik meg, amely viszont némi kritikai észrevételre ad okot (Cselényi et al., 2005; Kovács et al., 2007). Egyrészt a kutatások nem mennek olyan mélységekbe, ahol konkrét profitkieséssel számolnak, a késési idők és az ebből eredő kiesés nincs számszerűsítve. Másrészt, ha konkrét számadatokkal rendelkezünk, akkor is alapvetően egy „Make or buy?” jellegű problémával nézünk szembe, azaz azt kell megvizsgálnunk, hogy noha a jelen járvány mind földrajzi, mind időbeli kiterjedését tekintve egy korábban ritkán látott probléma, de az ebből eredő pénzügyi profitsökkenés vajon milyen arányban van az ellátási lánc esetleges átstrukturálásával. Ha teljesen konkretizálni szeretnénk a kérdést, akkor azt kell stratégiaileg átgondolnunk, hogy egy rövidebb ellátási lánc vagy a JIT-től eltérés milyen plusz költségekkel jár vállalkozásunknak és ez az összeg mekkora befektetést jelent a COVID-19 elleni és hasonló volumenű katasztrófák idején kieső profithoz képest.

**Az összkép alapján viszont kijelenthetjük, hogy a logisztikai rendszerek többségénél aktuális lehet az újratervezés. Ha nem is teljes rendszerszinten, de vészhelyzeti stratégiákra/új megközelítésekre (pl. szimuláció alkalmazása) mindenképp szükség lenne.**

Ahogy korábban már említésre került a mintavétel a COVID-19 világjárvány alatt zajlott, így ez nagyban torzíthatta volna az eredményeket. Ennek megfelelően megkértem a válaszadókat, hogy a járványtól elvonatkoztatottan is reflektáljanak a kérdésekre. Természetesen minden interjúban előfordult a pandémia, mint vis major probléma, amely jelentős növekedést okozott az anyagáramban, de ez egyúttal kiváló lehetőséget biztosított a vállalkozások válságmenedzsmentjének tanulmányozására. Ha elvonatkoztatunk a COVID által okozott vis major helyzettől, akkor a kvalitatív kutatás szintén az újratervezés szükségességét erősítette meg.

Az interjúk megkezdése előtt a fő kérdés az volt, hogy az egyes tényezők milyen arányban hatnak az anyagáramra, illetve ami talán ennél is fontosabb, hogy van egyáltalán késés a helyi cégeknél? Van-e létjogosultsága a fejlesztendő modellnek?



A kutatás megkezdése előtt már várható volt, hogy a közúti forgalom valamelyest túlsúlyban van a többi tényezőhöz képest, de a kvalitatív mintavétel rámutatott, hogy milyen arányban van jelen ez a faktor. Az alábbi táblázat nagyban segíti az arányok megértését ennek kapcsán.

7. táblázat: **Ellátási láncra ható tényezők Zala Megyében (n =10)**

Ssz. Faktor	Forgalom	Időjárás	Technológia /infrastruktúra	Vis major
1.	x	x		
2.	x			
3.	x		x	
4.	x	x	x	
5.	x			x
6.	x	x		
7.	x			
8.				x
9.	x			
10.			x	x

[Forrás: Saját szerkesztés]

A táblázat alapján világosan kirajzolódik, hogy 10 válaszadóból 8-nál adódik valamilyen közúti forgalomból adódó logisztikai probléma. A fennmaradó problémaforrások (időjárás, technológia-infrastruktúra, vis major) mindegyike három alkalommal került említésre. A válaszokból is látszik, hogy a közúti forgalom modellezésére kiemelt figyelmet kell fordítani a szimuláció során, az elsődleges méréseket ezen a területen kell elvégezni. Az ehhez kapcsolódó lehetséges méréseket a következő fejezet dolgozza fel.

Érdeemes a közúti forgalomból adódó problémákat kicsit mélyebben megvizsgálni, hogy a modellezés során tényleg azokat a méréseket tudjuk elvégezni, amelyek eredményre vezetők lehetnek. Ezek közül a legszemléletesebb válasz az alábbi volt: *„Covid helyzeten kívül pedig kiemelten a közúti szállítás pl. (napi forgalom) játszik szerepet, valamint a megnövekedett határátlépés sok esetben, illetve a VÁM-mal járó adminisztráció.”*

Ez alapján kétfelé kell bontani a problémát. Egyrészt külföldi anyagáramra, amelynél az egyik jelentős tényező a napi forgalom, de ugyanolyan mértékben jelen van a VÁM kezelés és a határátlépés is. A belföldi anyagforgalom esetében ehhez képest csak a napi forgalom van kiemelten jelen. Ha mérés szempontjából kezeljük a jelenséget, akkor érdemes elgondolkodni egy belföldi és egy határon átnyúló mérésről is. Fontos kiemelni, hogy a fellépő napi forgalomingadozást hogyan próbálják meg kezelni a vállalkozások. Erre a következő válasz ad némi rátekintést:

- Hogyan befolyásolja az alapanyagbeszerzés problémái a stratégiát (ha van)? (Hogyan oldják meg?)
- *„Más beszerzési utak keresése. Bár mindenki ezt teszi. Amíg nincs alapanyag, addig nincs értékesítés. Jó esetben a konkurenciától szükséges vásárolni a vevők megtartása érdekében.”*

A válasz első fele, amely a beszerzési utak keresésére mutat rá, az lényegében legitimálja a szimulációs modell fejlesztését, hiszen a modell segítségével pont erre az igényre tudunk választ adni. Jelenleg csak alternatív útvonalak keresése zajlik, de mivel ez módszer már elérte a telítettségét, ezért egy esetleges applikáció létrejöttével teljesen új dimenziót nyithatunk, az időbeni eloszlást. Segítségével eloszthatjuk a csúcsidőben való rendelést, ezáltal tehermentesíthetjük az alternatív és főútvonalakat. A válasz második fele is rendkívül érdekes, hiszen ez megmutatja a logisztika fontosságát, valamint maga a kutatási probléma létjogosultságát. Ez alatt lényegében választ kapunk arra, hogy ha nincs alapanyag, akkor nincs termelés és ez a legkárosabb állapot egy vállalkozás számára. Maga a nagy raktárkészlettel való működés is rengeteg plusz költséget jelent, de ez a megközelítés még mindig hasznosabb a túlélés szempontjából, mint az az állapot, amikor nem tudunk termelni. Ennek megfelelően a cégek nem hiába törekszenek folyamatosan a biztos, de minél alacsonyabb raktárkészletezési protokoll bevezetésére, amely teljes mértékben összhangban van a kutatásunk céljaival.

A közúti problémák mellett választ kaptunk az időjárás, az infrastruktúra és a vis major problémák miben létére is. Mivel az időjárásbéli problémák viszonylag evidensek, ezért ennek mélyebb okait most nem fejtem ki. (Erre egyébként mélyebb okokat nem is tartalmazott a kvalitatív összesítés.) Az infrastrukturális és a vis major problémákkal viszont érdemes áthatóbban foglalkozni.

Ezen problémák közül az alábbiak jöttek elő a kvalitatív mintavétel során:

- kapacitáshiány
- előkészítetlenség (!)
- alapanyaghiány
- termelési problémák
- Brexit
- COVID
- állami korlátozások

**Technológiai és infrastrukturális problémák** terén a kapacitáshiány viszonylag jól előre jelezhető, hiszen a nagy volumenű megrendelések gyakran valamilyen szezonális ingadozáshoz kapcsolódnak. Az előkészítetlenség olyan tényező volt, amelyet a kutatás előtt nem ismertünk. Lényege, hogy a termelést követően a komissiózás folyamata a termékek előkészítetlensége miatt kivitelezhetetlen. E mögött nagyban emberi tényező húzódik, de szoftveres támogatottsággal vagy az irányítási rendszer effektívebb használatával nagyban áthidalható lenne a probléma. Az alapanyaghiány szintén gyakran valamilyen szezonális ingadozáshoz vagy vis major problémához (COVID, Brexit) kötődik, így ezt is kiválóan lehet modellezni. Az infrastrukturális problémák negyedik lába a termelési problémák voltak. Ezek jellemzően a nem megbízható gépekből, rossz műhelyrendezésből adódtak. Szoftveres megoldások kiválóan alkalmazhatóak a megfelelő műhely-elrendezés kialakítására, míg a meghibásodások akár matematikai módszerekkel is leírhatók/előre jelezhetők, így a szimuláció szempontjából ezek is aktuálisak, kiküszöbölhetőek.

**Az vis major problémák** terén a COVID-19 helyzet viszonylag ismert, a kutatás is részletesen ismertette, ezért jelen fejezetben erre külön nem térek ki. A pandémiás helyzetet megelőzően a Brexit okozott hasonló globális problémát. A kilépés által számos alapanyag nehezen beszerezhetővé vált, a logisztikai anyagáram többszörösére növekedett az adminisztráció és a vámszabályok miatt.

Érdekes tényező volt az előre csak részletekben ismert állami szabályozások szerepe, amelyre a következő választ kaptam: *„Az állam, ha beleszól a gazdaság működésébe, az mindig felborítja a rendszert. Elvárás, hogy a gazdaság prosperáljon, de az állami irányítás gyakran korlátozza a lehetőségeket szerte Európában.”*

Maga a tény a nemzetgazdasági stratégiákhoz és állami berendezkedésekhez erősen köthető, azaz azt öleli fel, hogy egyes európai országokban liberális vagy konzervatív piacgazdaság működik inkább. (pl. aki rendszeresen szerez be anyagot vagy esetleg leányvállalattal rendelkezik Hollandiában vagy a Brexit előtti Egyesült Királyságban, annak furcsa lehet a hazai vagy kelet-európai bürokratikus demokratikus gazdasági szabályozás.) Maga a kérdés viszonylag irreleváns a kutatás szempontjából, viszont abból a szempontból releváns, hogy egy esetleges jogszabályváltozásra reagálnia kell majd a modellnek. A jogszabályok által megváltozott logisztikai helyzetet adaptálnia kell a rendszernek.

Jelen kutatás szempontjából érkezett néhány irreleváns válasz is, amelyet azért jó, ha megismerünk:

- infláció
- útdíj növekedés Európában
- minimális készletek

Az infláció a gazdaság egészre jellemző, szimulációs szempontból nem tudunk vele kalkulálni. A minimális készletek részben kifejtésre kerültek korábban, lényege, hogy a stratégiai készletek hiányában a vis major fellépő alapanyaghiányra érzékenyebbek a logisztikai rendszerek. Ennek megoldási lehetőségeit korábban felvázoltam. A kutatás szempontjából a legrelevánsabb az útdíj növekedés. Ez nagyban összefügg a hatékonyabb logisztika kívánalmával, valamint az alternatív útvonalak keresésével. A kutatás eddig részletesen kitért az anyagáramra negatívan ható tényezőkre, ami viszont eddig kimaradt, az a késések gyakorisága. Az már most látszik, hogy számos negatív tényezőt azonosítottunk, de jogosan adódik a kérdés, hogy ezen faktorok mentén van-e egyáltalán késés a Zala Megyei anyagáramban? Ennek megértésére az alábbi táblázat adhat választ:

**8. táblázat: Késési gyakoriság a beszerzés során Zala Megyében (n =10)**

<b>Gyakoriság 10 alkalomra</b>					
Ssz.	0	1	2	2-3	3<
1.		<b>x</b>			
2.				<b>x</b>	
3.				<b>x</b>	
4.				<b>x</b>	
5.			<b>x</b>		
6.					<b>x (4)</b>

7.				<b>x</b>	
8.	<b>x</b>				
9.			<b>x</b>		
10.			<b>x</b>		

[Forrás: Saját szerkesztés]

A kapott válaszok tekintetében négyen is a „2-3 alkalmat” jelölték meg a 10 alkalomra számított késések gyakoriságát, amelyet 2.5-ös átalagnak vettem. Egy válaszadó egy alkalmat, hárman két alkalmat jelölt meg, míg egy vállalkozás képviselője nem tapasztalt késést a mindennapi beszerzés során. 10 alkalomra a válaszok alapján ennek megfelelően 2,1 (!) késés realizálódott, amely nem más, mint az esetek 20%-a (!). Mivel minden ötödik esetben valamilyen késés tapasztalható az alapanyag-beszerzés során, ezért joggal jelenthetjük ki, hogy a korábban azonosított tényezők valós késést okoznak a helyi anyagáramban. Természetesen az alapanyag-beszerzés mellett fontos volt megvizsgálni a kiszállítási anyagáramot is. Kérdés volt, hogy a jelentős késéseket az alapanyag-beszerzés során a termelés és a kiszállítás tudja-e valamilyen módon kompenzálni. A kapott válaszokat a következő táblázat szemlélteti ezen a téren:

**9. táblázat: Késési gyakoriság a kiszállítás során Zala Megyében (n =10)**

Gyakoriság 10 alkalomra					
Ssz.	0	1	2	2-3	3<
1.		<b>x</b>			
2.	<b>x</b>				
3.		<b>x</b>			
4.			<b>x</b>		
5.		<b>x</b>			
6.			<b>x</b>		
7.			<b>x</b>		
8.	<b>x</b>				
9.		<b>x</b>			
10.		<b>x</b>			

[Forrás: Saját szerkesztés]

A válaszadó képviselők közül öten válaszolták, azt, hogy 10 alkalomból egyszer, míg hárman azt, hogy 10 alkalomból kétszer szállítanak késéssel, míg két képviselő nem tapasztalt késést mindennapi kiszállításaik során. Ha ezt átlagoljuk, akkor 10 alkalomra átlagosan 1.1 alkalmas késést kapunk, amely így is az esetek 10%-a. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy annak ellenére, hogy a termelés valamelyest kompenzálja a beszerzés késéseit, még így is marad egy jelentős késési hányad az ellátási láncban.

**A kvalitatív kutatás összegzéseként** a következő fő megállapításokat tehetjük:

- A kapott válaszok alapján a közúti szállítás kiemelt szerepet kap a modellezés során (vizsgálata kiemelt feladat).
- Kisebb hányadban érdemes foglalkozni a vis major és technológiai problémákkal.
- Legkisebb jelentőséggel az időjárásbéli problémák vannak jelen.
- A beszerzésnél jellemző lehet a kapott válaszok alapján a 20%-os a késési arány, amely további vizsgálatra érdemes.
- A kiszállításánál ugyanez 10% körül mozog, amely szintén további vizsgálatot érdemel.
- A szimuláció szempontjából vannak további kevésbé releváns faktorok (COVID, Brexit, egyéb vis major problémák, amelyek vizsgálata/beépítése egyelőre eldöntendő kérdést jelent).

Ezek alapján mind a tényezők mind pedig a késési gyakoriság terén világos képet kaptunk a megyei helyzetről, amely nagyban szolgálta a kutatás összképét. A főbb irányvonalak és faktorok súlyának meghatározás után a következő feladat a lehetséges mérési eszközök meghatározásai voltak. (Tavana et al., 2021; Sun – Fan, 2020)

## 6.2 Kvantitatív kutatás eredményei

A kvalitatív kutatás szintén jelentősen hozzájárult a további kutatási eszközök meghatározásához. Ahogy korábban már említettem rálátást kaptam az alapvető logisztikai folyamatokról, valamint arról, hogy adott rendszerre ható tényezők milyen súllyal szerepelnek az egyes logisztikai rendszerekben. Ezek alapján elmondható, hogy ahogy az előzetesen várható volt a közúti forgalom szerepe a legjelentősebb ezen a téren, de az egyéb tényezők sem elhanyagolhatóak (pl. infrastruktúra, vállalatirányítási szoftver szerepe). Ennek

megfelelően a kérdőív kialakítása során nagy hangsúlyt fektettem a késési okok megismerésére, a szoftveres támogatottságra, valamint a logisztikai folyamatok hatékonyságára. A kvalitatív kutatás másik fontos eredménye, hogy a szimulációhoz szükséges mérési módszer kialakításában is segítséget nyújtott. A kapott eredmények alapján elsőként egy adott útvonal szimulációját (pl. Zalaegerszeg-Budapest) fogom végrehajtani, ahol a következő befolyásoló tényezők terén végzek méréseket:

- Dátum/pontos idő
- Menetidő
- Hőmérséklet
- Csapadék
- Szél
- Esetleges baleset
- Egyéb megjegyzés

A kísérleti mérés első fázisában ténylegesen is bejárom az adott távot, azaz méréseket végzek egy egyterű, szállításra alkalmas gépjárművel a fent említett útvonalon, amely alkalommal, stopperrel mérem az útidőt. Ezt követően a méréseket összevetem egy általam választott útvonaltervező alkalmazással. Amennyiben nincs jelentős eltérés, úgy a széleskörű adatbázist (költség és környezetvédelmi okokból kifolyólag) az adott útvonaltervezőben végzett mérésekből állítom össze. Ehhez napi rendszerességgel, véletlenszerű időpontokban mérem az útvonaladatokat, amelyeket a virtuális út során többször megismétlek, illetve útvonal- és időjárás-információkkal egészítem ki a mintavételt. Természetesen ez a kutatómódszertan a kérdőívek és a kezdeti kísérleti mérések eredményével további pontosításra, változtatásra kerülhet. Ahogy korábban már említettem, a kvalitatív kutatás eredménye a kialakítandó kérdőívhez is aktívan hozzájárult. Az eredmények alapján a kérdőívet az adott vállalkozás alapadataira (név, székhely, pénzügyi eredmény, tulajdonosi szerkezet, iparág) vonatkozó kérdésekkel indítom. Ezt követően a vállalkozás működésére (napi anyagáram), valamint az anyagáramra ható tényezőkre vonatkozó (késési gyakoriság, törzs okok, szignifikancia) kérdések következnek. A kérdőív utolsó harmadában a szoftveres támogatottságra és a döntéstámogató szoftver esetleges használatára kérdezek rá.

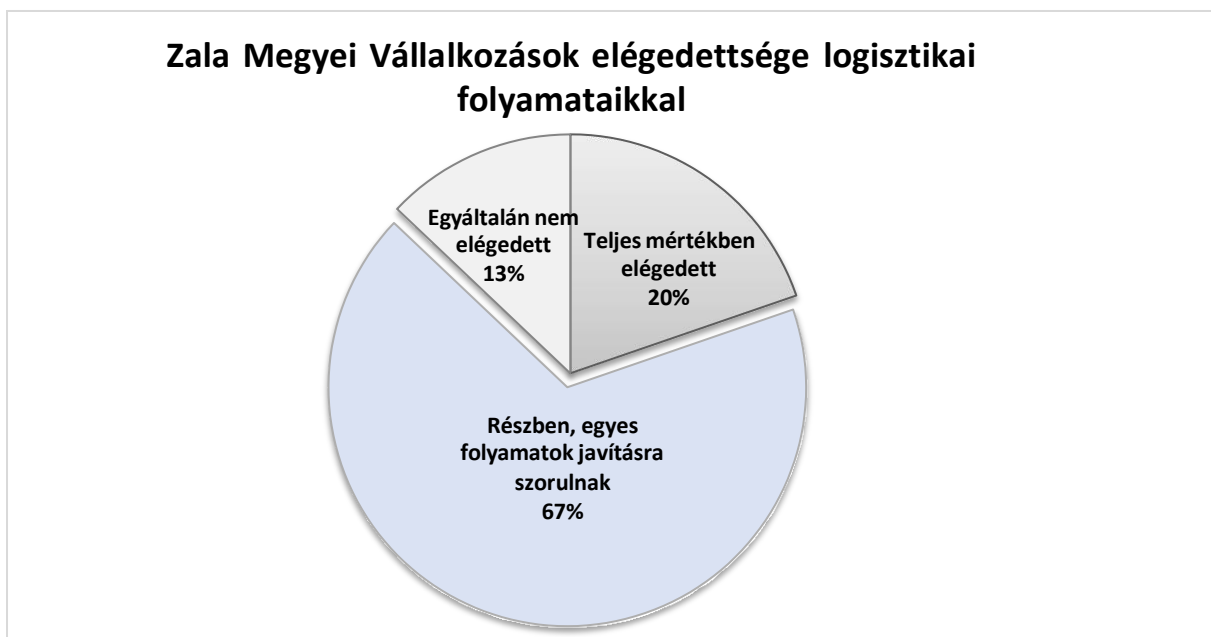
A primer kutatás online kérdőíves felmérés keretében készült 2022 márciusában. A kérdőíveket a korábban említett mintavételi kereten, a Zala Megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány vállalkozói adatbázisán keresztül küldtem ki. Az 1022 db kiküldött felkérésből,

147 vállalkozás töltötte ki a kérdőívet, amely 14, 38%-os válaszadási hajlandóságot jelent. A kitöltött kérdőívek mindegyike értékelhető volt, amellyel teljesítettem az előzetesen kitűzött minimum elvárást a kitöltés tekintetében. Mivel a kutatás célját a zalai vállalkozások logisztikai folyamatainak feltérképezése jelentette, a megkérdezettek a Zala megyei székhelyű vállalkozásokból kerültek ki. Elsősorban arra a fő kutatási kérdésre kerestük a választ, hogy a értelmezhetőek-e a logisztikai folyamatok a modellezés szintjén az egyes vállalkozásokon belül ezért a korábbi táblázatban szemléltetett kutatási modellnek megfelelő kapcsolatokra fókuszál a dolgozat. A kutatás során felhasználható (teljes egészében kitöltött) kérdőívek száma  $n=147$ , így ezt kezelem a mintának. Mivel a kutatásom nem leíró jellegű (tehát nem a hazai helyzetképet szeretném lefesteni), hanem sokkal inkább ok-okozati, magyarázó összefüggések feltárását céloztam meg, így a mintavétel során nem törekedtem a reprezentativitásra, ehhez ugyanis inkább egy magasabb elemszámú, véletlenszerű mintavétel felel meg a legjobban (Hunyadi – Mundruczó - Vita, 2000; Mosteller - Tukey, 1977)

#### **a) Zala megyei vállalkozások elégedettsége logisztikai folyamataikkal**

A kérdőíves kutatás során megkérdezett 147 vállalkozás közül mindössze 29-en válaszolták, hogy teljes mértékben elégedettek logisztikai folyamataikkal. A döntős többség (99 vállalkozás) részben volt elégedett a napi anyagárammal, míg 19 vállalkozás egyáltalán nem volt elégedett.

**14. ábra: Zala megyei vállalkozások elégedettsége log. folyamataikkal**

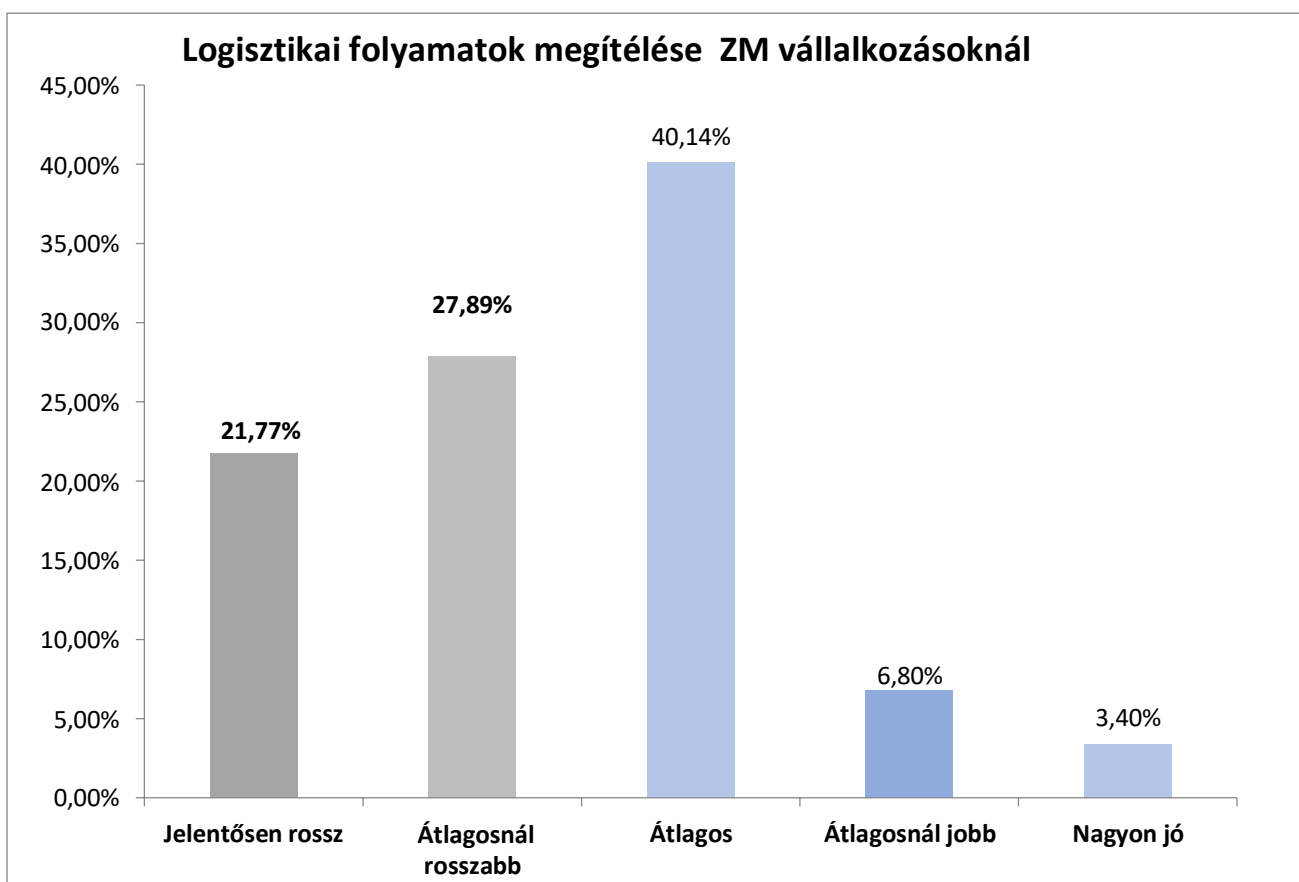


[Forrás: Saját szerkesztés] \*  $n = 147$



A vállalkozások elégedettsége mellett azt is érdemes megvizsgálni, hogy a válaszadók mennyire látják optimálisnak a logisztikai folyamataik működését. (Ennél a kérdésnél a vállalkozás életben szerepet játszó fő tényezőkre kérdeztünk rá, pl. piaci, pénzügyi helyzet, IT és szakember ellátottság, versenyhelyzet, finanszírozás, alapanyaghoz való hozzáférés, valamint logisztikai folyamatok működése.)

**15. ábra: Logisztikai folyamatok megítélése Zala Megyei vállalkozásoknál**



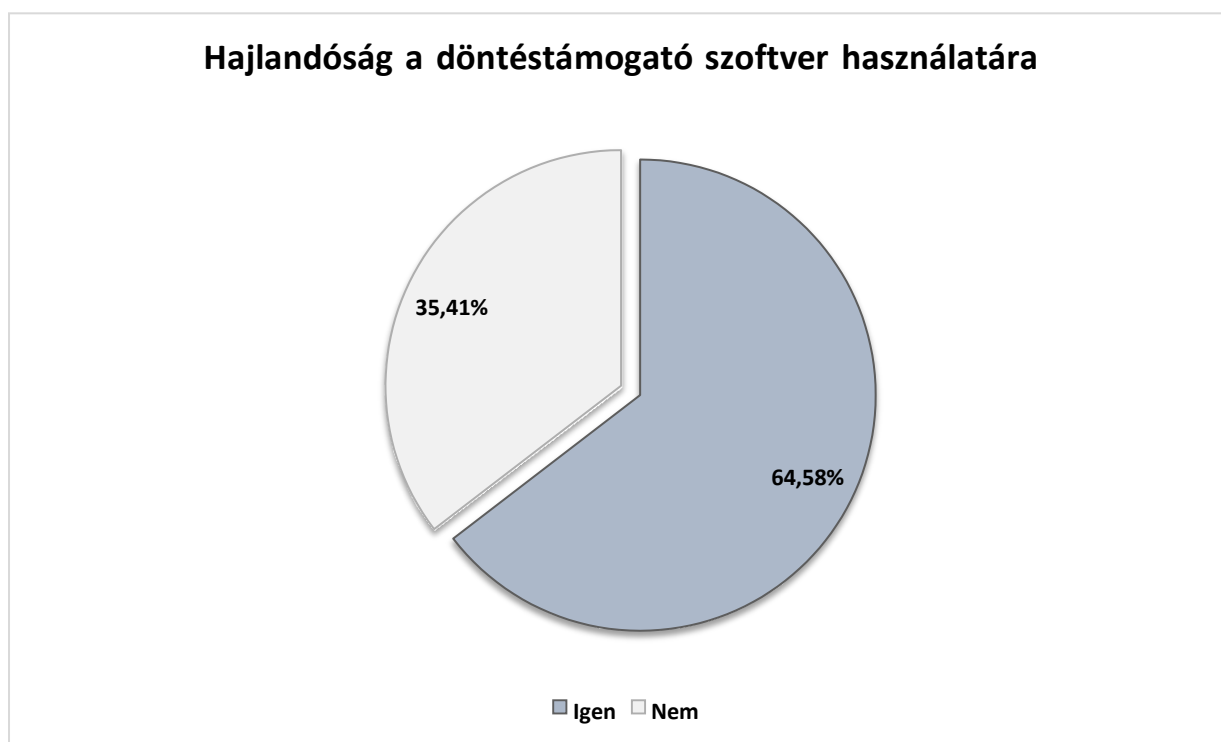
\*  $n = 147$

[Forrás: Saját szerkesztés]

A 147 válaszadó közül 59 vállalkozás jelezte, hogy átlagosnak tekinthetőek a logisztikai folyamataik, illetve azok működése, ehhez viszont 41 olyan válasz párosult, amelyben az átlagosnál rosszabbat jelölték meg, míg 32 válaszadó jelentősen rossznak írta le a helyzetet.

A logisztikai folyamatokkal való elégedettség és a logisztikai folyamatok tényleges működése mellett azt is érdemes megvizsgálni, hogy milyen igény mutatkozik az esetleges problémák szoftveres támogatására. A kérdésen belül a válaszadók 64,58%-a válaszolta azt, hogy használna egy a logisztikai folyamatokat támogató döntéstámogató szoftvert a vállalkozás logisztikai folyamatainak újrászervezésére, így tényleges igény mutatkozik egy újabb típusú megközelítésre ezen a téren. (Freedman – Pisani - Purves, 2005)

**16. ábra: Felmért igény a log. folyamatok újrászervezésére Zala Megyei vállalkozásoknál**



\*  $n = 147$

[Forrás: Saját szerkesztés]

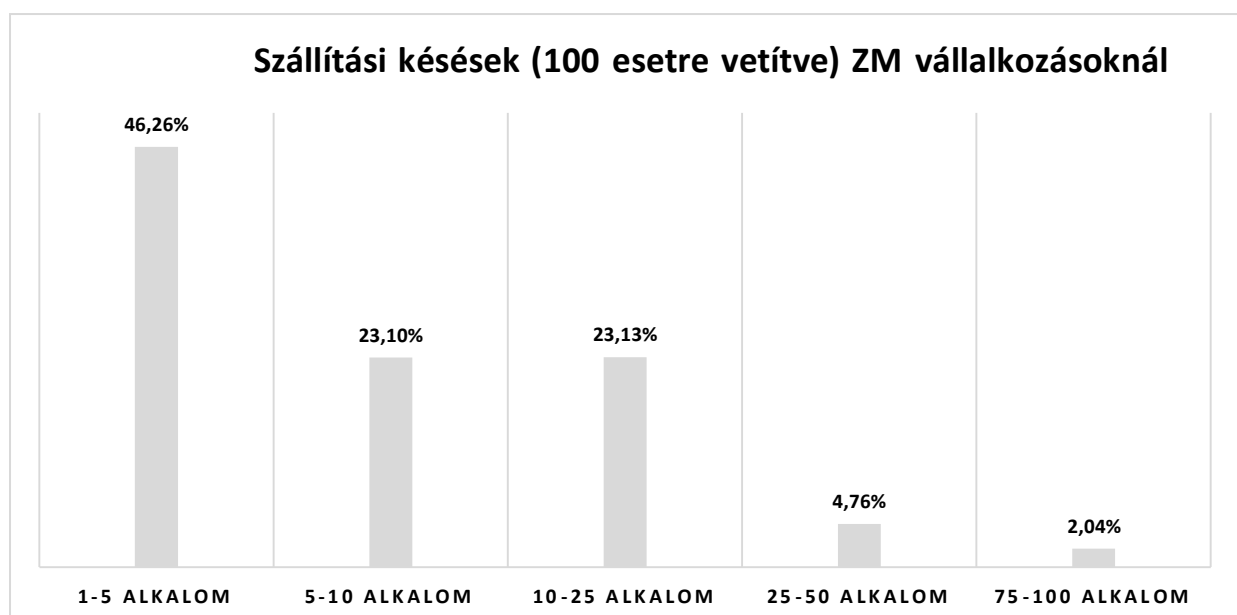
A kapott eredmények alapján érdemes megvizsgálunk **H1 hipotézist**, nevezetesen, hogy a Zala megyei vállalkozások többnyire elégedetlenek a logisztikai folyamataikkal, amelyek így újratervezésre szorulnak.

A kérdőív alapján azt az eredményt kaptam, hogy mivel 147 vállalkozásból 67% részben, míg 13 % egyáltalán nem elégedett, valamint 49,66 % tekinti a logisztikai folyamatainak működését az átlagosnál rosszabbnak, amihez párosítva 64,58% igényelne egy új döntéstámogató szoftvert, amivel újraszervezheti a log. folyamatait, ezért **H1 hipotézis bebizonyításra került és tézissé vált. T1: A Zala megyei vállalkozások többségében elégedetlenek a logisztikai folyamataikkal, amelyek így újratervezésre szorulnak.** A hipotézis igazolásával lényegében az is beigazolódott, hogy a helyi vállalkozásoknak komoly igényük van az új megoldásokra a logisztika területén, így egy új döntéstámogató szoftvernek is van létjogosultsága, valamint a logisztikai folyamatok újratervezése elől sem zárkoznak el.

### ***b) A logisztikai folyamatok problémái Zala Megyében***

Az alapvető piaci igény és elégedettség felmérése után, logikusan következett a logisztikai problémák törzsökainak feltárása. Kérdésként adódott, hogy egyáltalán mennyire szignifikánsak ezek a problémák, illetve, hogy érdemes-e az újra tervezésre a jelenlegi helyzet. Ehhez első sorban a problémák vállalkozások által észlelt nagyságát mértem, illetve a késési gyakoriságot.

**17. ábra: Szállítási késési gyakoriság Zala Megyei vállalkozásoknál**

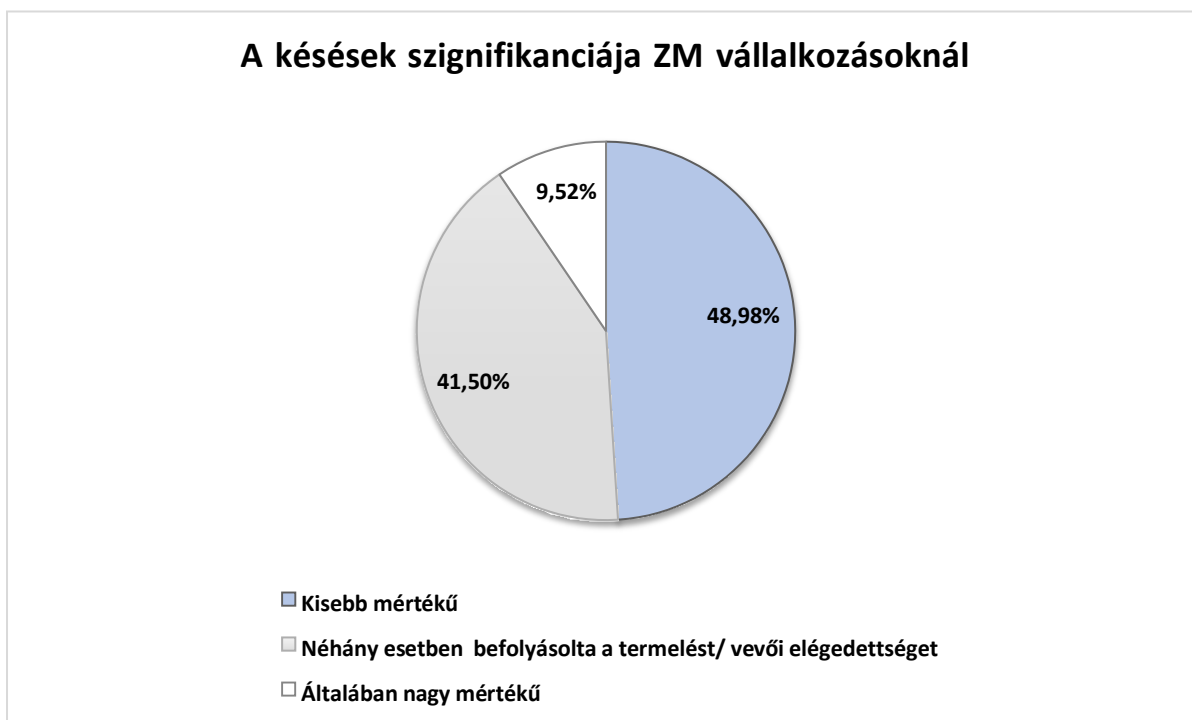


\*  $n = 147$

[Forrás: Saját szerkesztés]

Utóbbi tekintve arra kérdeztem rá, hogy 100 esetből hány szállításnál tapasztalható késés az adott vállalkozásnál. A válaszadók 46,26% 1-5 alkalmat jelölt meg (68 vállalkozás), míg átlagosan 23-23% jelölt meg 5-10, illetve 10-25 alkalmat. A válaszadók 4,76%-ánál 25-50 alkalommal van rendszeres késés, de akadtak olyan vállalkozások is (2,04%- 3 vállalkozás), ahol 75-100 alkalommal (!), azaz szinte az összes esetben tapasztalható valamilyen probléma. Érdekes volt, hogy egy vállalkozás sem jelölte meg a 0 alkalmat! Ennek alapján kijelenthetjük, hogy a rendszeres anyagáram-szintű elakadás jelen van a Zala Megyei vállalkozások esetében, már csak a szignifikanciája volt kérdéses.

**18. ábra: Szállítási késések mértéke Zala Megyei vállalkozásoknál**



\*  $n = 147$

[Forrás: Saját szerkesztés]

A probléma nagyságának megismeréséhez arra kérdeztem rá, hogy ezek a késések jellemzően milyen mértékűek? Befolyásolják-e a termelést vagy a vevői elégedettséget vagy teljes mértékben elhanyagolhatóak?

A válaszadók közül 48,98% válaszolta azt, hogy ezek a késések kisebb mértékűek, míg a fennmaradó 51,02% szerint befolyásolja a termelés/vevői elégedettséget. Ezek közül 14 vállalkozásnál (9,52%) a tapasztalt késések jelentős befolyásoló erővel bírnak.

A kapott eredmények alapján, azaz, hogy a vállalkozások szinte mindegyikénél tapasztalhatóak rendszeres késések, jellemzően 5-25 alkalommal 100 esetre vetítve, valamint az esetek többségében (51,02%) ezek a késések valamilyen befolyásoló erővel bírnak, **H2 hipotézist** - A Zala megyei vállalkozások vállalkozások logisztikai folyamatainál rendszeres és szignifikáns (a Zala megyei vállalkozások számára érezhető) késések tapasztalhatóak – **elfogadom, amely így tézissé vált.**

**T2: A Zala megyei vállalkozások logisztikai folyamatainál rendszeres és szignifikáns (a Zala megyei vállalkozások számára érezhető) késések tapasztalhatóak.**

A hipotézis igazolásával lényegében beigazolódott, hogy a H1 hipotézis keretén belül igazolt elégedetlenség nem egy általános, definiálhatatlan jelenség, hanem ténylegesen is komoly okai vannak, azáltal, hogy a helyi vállalkozások logisztikai folyamatainál rendszeres és szignifikáns késések tapasztalhatóak. Lényegében rálátást kaptunk, hogy a folyamatos fennakadások nem kizárólag „bosszúságot” vagy minimális plusz munkát okoznak, hanem komoly és rendszeres, versenyt befolyásoló hatással bírnak, így az elégedetlenség sem kényelmi szempontokra korlátozódik, hanem a cégvezetők tényleges igényt támasztanak a hibák kiküszöbölésére, amelyekkel versenyhelyzetüket is igyekeznek javítani. A hipotézis vizsgálata és igazolása ennek megfelelően, abból a szempontból is kiemelt fontosságú volt, hogy megismerjük a késések szignifikanciáját. Az eredmények tükrében olyan volumenről beszélhetünk, ami további igazolta az esetleges újratervezés szükségességét.

### *c) Zala Megyei logisztikai folyamatok SPSS elemzése*

Ahogy korábban már említettem, az 1022 db kiküldött felkérésből, 147 vállalkozás töltötte ki a kérdőívet, amely mintán a leíró statisztikák után SPSS elemzést hajtottam végre H3 hipotézis vizsgálatára. Az elemzés első lépéseként megkerestem azokat a változókat, amelyek erős korrelációt mutattak és faktorokat hoztam belőlük létre. A kvantitatív mintavétel során gyűjtött adatbázis a faktorok létrehozásával kezelhetőbb formába került, valamint a H3 hipotézis sikeres tesztelése miatt is fontos volt, hogy a mért változószett dimenziószámát csökkentésem.

A korreláció alapján 13 csoportot hoztam létre, amelyek a következők voltak:

1. gazdasági helyzet,
2. IT ellátottság és kapacitások,
3. logisztikai rendszerproblémák,
4. adminisztratív problémák,
5. környezeti problémák,
6. határátkelés problémái,
7. szállítókkal kapcsolatos fennakadások
8. munkaerőhiány,
9. operatív problémák,
10. stratégiai problémák,
11. tervezési fejlesztések,
12. piaci fejlesztések,
13. új szállítási módok keresése.


Az disszertáció további részében felsorolom ezeket a mérési változócsoportokat, majd faktoranalízis segítségével összetett faktorokat hozok létre, alkalmazva a főkomponens módszert. (Füstös et al, 2004; Füstös et al, 2007; Hunyadi- Mundruczó - Vita, 2000)


### A Zala Megyei vállalkozások jelenlegi helyzete

A változók első csoportja a Zala Megyei vállalkozások jelenlegi helyzetére vonatkozott. A kérdőívben a jelen helyzet megismerésére 6 kérdést tettem fel, amellyel arra akartam választ kapni, hogy a helyi vállalkozások jelenlegi helyzete milyen összefüggést mutat a logisztikai folyamatokkal való elégedettséggel. A 6 változó átlagát kimutattam a teljes adatbázisra nézve, mint főátlagot ( $\bar{x}$ ) szórásával együtt ( $s_x$ ), illetve a logisztikai folyamatokkal való elégedettség szerinti bontásban elvégzett részátlagokat is, amelyeket ezt követően varianciaanalízis tekintetében összehasonlítom. Az adatbázis legfontosabb csoportosítása tehát a logisztikai folyamatokkal szembeni elégedettség jelenti, amelyet bár nominális változóként határozhatunk meg, az elégedettség mértéke szerint ordinális skálán is értelmezhetnénk.

**10. táblázat:** ZM vállalkozások jelenlegi helyzetének változócsoport átlagai és ANOVA eredménye

Jelen helyzet a logisztikai folyamatok tükrében									
		$\bar{x}$	$s_x$	Teljesen	Részben	Semennyire	F	Sig.	p
jelen_helyzet_1	piaci helyzetünk	3,585	0,681	3,448	3,667	3,368	2,298	0,104	ns
jelen_helyzet_2	pénzügyi helyzetünk	3,537	0,830	3,448	3,707	2,789	11,367	0,000	***
jelen_helyzet_3	IT ellátottságunk	3,231	0,713	3,586	3,212	2,789	7,982	0,001	***
jelen_helyzet_4	szakember ellátottságunk	2,993	0,832	3,655	2,879	2,579	14,846	0,000	***
jelen_helyzet_5	alapanyagokhoz való hozzáférés	3,020	0,735	3,103	3,040	2,789	1,161	0,316	ns
jelen_helyzet_6	versenyhelyzetünk	3,265	0,589	3,310	3,343	2,789	7,824	0,001	***
jelen_helyzet_7	logisztikai folyamataink	3,197	0,648	3,483	3,222	2,632	11,604	0,000	***
jelen_helyzet_8	finanszírozási lehetőségeink	3,279	0,949	3,483	3,434	2,158	19,004	0,000	***
jelen_helyzet_9	gyártási/szolgáltatási kapacitásaink	3,449	0,587	3,690	3,394	3,368	3,137	0,046	*

 Főátlag feletti részátlag

 Főátlag alatti részátlag

[Forrás: saját szerkesztés]

\*  $n = 147$

A táblázatból könnyen kiolvashatjuk, hogy a piaci helyzet értékelésében és az alapanyagokhoz való hozzáférés területén nincs nagy eltérés a vállalatok között. A két változó

közül – ahogy az várható volt –, a piaci helyzet rendelkezik magasabb főátlaggal, így ez a fontosabb. (Illetve ez a változó a legfontosabb a teljes skálát tekintve is.) A varianciaanalízis során viszont a legfontosabb tanulság, hogy ahhoz, hogy egy teljesen optimális logisztikai rendszert tudjunk futtatni a következő tényezőkre kell fokozottan odafigyelnünk fontossági sorrendben:

- Megfelelő gyártó/szolgáltató kapacitás kiépítése – megfelelő infrastruktúra
- Szakember ellátottság – kellő számú, kvalifikált munkaerő megléte
- **IT ellátottság – vállalatirányítás szoftveres támogatása optimális**

A táblázatban található 9 változóból komponenseket kreáltam. A faktoranalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a változókészlet megfelelő a faktoranalízishez, mind a KMO mutató ( $KMO = 0,773$ ), mind pedig a Bartlett-féle szférikus próbastatisztika ( $\chi^2 = 331,797$ ;  $p=0,000$ ;  $df = 15$ ) alapján. A változók a faktoranalízis során összesen 2 faktorra kombinálódtak, melyek sajátérték-felbontása a lentebb található táblázatban látható. A táblázatból megállapítható, hogy a 2 faktor összesen a mért változók által kifejezett variancia 67,268%-át magyarázza. Ez azt jelenti, hogy a faktoranalízis végrehajtható és értelmezhető, a komponensmátrix pedig segít az interpretációban.

**11. táblázat:** Jelenlegi helyzetből változócsoporthoz előállt faktorok (komponensek) sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk

<b>Kezdeti sajátértékek</b>			
<i>Komponens</i>	<i>Saját érték</i>	<i>Magyarázott varianciahányad (%)</i>	<i>Kumulált magyarázott varianciahányad (%)</i>
Gazdasági helyzet	2,754	45,899	45,899
IT ellátottság és kapacitások	1,307	21,781	67,680
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis.</i>			

[Forrás: saját szerkesztés]

A változók faktorokra történő illeszkedését a lentebb található táblázat mutatja (az áttekinthetőség miatt csak a 0,3-nál magasabb faktorsúlyokat tüntettem fel a táblázatban).



A faktorok interpretálása a faktorsúlyok alapján a következő:

1. Gazdasági helyzet
2. IT ellátottság és kapacitások

**12. táblázat:** Jelen helyzet faktorok rotált komponensmátrixa

	<i>Komponens</i>	
	<i>Gazdasági helyzet</i>	<i>IT ellátottság és kapacitások</i>
Piaci helyzetünk	<b>0,901</b>	
Pénzügyi helyzetünk	<b>0,879</b>	
Versenyhelyzetünk	<b>0,744</b>	0,343
Alapanyagokhoz való hozzáférés	<b>0,612</b>	
IT ellátottságunk		<b>0,853</b>
Gyártási/szolgáltatási kapacitásaink		<b>0,817</b>
Extraction Method: Principal Component Analysis. a. Rotation converged in 3 iterations. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.		

[Forrás: saját szerkesztés]



### *Zala Megyei Vállalkozások logisztikai problémái*

A változók második csoportja a Zala Megyei vállalkozások mindennapi logisztikai problémáira vonatkozott. A kérdőívben az anyagáram akadályainak megismerésére 8 kérdést tettem fel, amellyel arra akartam választ kapni, hogy az adott problémaforrás milyen összefüggést mutat a logisztikai folyamatokkal való elégedettséggel. A 8 változó átlagát kimutattam a teljes adatbázisra nézve, mint főátlagot ( $\bar{x}$ ) szórásával együtt (sx), illetve a logisztikai folyamatokkal való elégedettség szerinti bontásban elvégzett részátlagokat is, amelyeket ezt követően varianciaanalízis tekintetében összehasonlítom. Az adatbázis legfontosabb csoportosítása tehát a logisztikai folyamatokkal szembeni elégedettség jelenti, amelyet bár nominális változóként határozhatunk meg, az elégedettség mértéke szerint ordinális skálán is értelmezhetnénk.

**13. táblázat: ZM logisztikai folyamatainak változócsoporthoz tartozó átlagai és ANOVA eredménye**

Logisztikai akadályok és logisztikai folyamatokkal való elégedettség kapcsolata									
		$\bar{x}$	$s_x$	Teljesen	Részben	Semennyire	F	Sig.	p
probléma_log_foly_1	beszállítói késések	2,374	1,087	3,000	2,263	2,000	6,986	0,001	**
probléma_log_foly_2	rendelési késések	2,721	0,949	3,414	2,626	2,158	13,545	0,000	***
probléma_log_foly_3	termelési késések	2,578	0,986	3,552	2,444	1,789	29,347	0,000	***
probléma_log_foly_4	raktározási problémák	3,020	1,269	4,241	2,848	2,053	26,930	0,000	***
probléma_log_foly_5	kiszállítási problémák	2,694	1,237	3,793	2,515	1,947	20,139	0,000	***
probléma_log_foly_6	adminisztrációs problémák	3,619	0,878	4,207	3,525	3,211	10,269	0,000	***
probléma_log_foly_7	szoftveres (vállalatirányítási) problémák	3,810	1,016	4,345	3,657	3,789	5,468	0,005	**
probléma_log_foly_8	munkaerő-problémák	2,912	1,227	3,483	2,879	2,211	6,774	0,002	**

ns: nincs szignifikáns eltérés; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

	Főátlag feletti részátlag
	Főátlag alatti részátlag

[Forrás: saját szerkesztés]

\*  $n = 147$

A táblázat alapján láthatjuk, hogy a logisztikai akadályok tekintetében jelentős eltérések vannak a vállalkozások között. A változók közül a szoftveres (vállalatirányítási) problémák (!) a legjelentősebbek egyúttal. A varianciaanalízis során viszont a legfontosabb tanulság, hogy ahhoz, hogy a szoftveres (vállalatirányítási) problémák alacsonyan tartása és kiküszöbölése elengedhetetlen a logisztikai folyamataink akadálymentesítéséhez.

A táblázatban található 8 változóból komponenseket kreáltam. A faktoranalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a változókészlet megfelelő a faktoranalízishez, mind a KMO mutató ( $KMO = 0,684$ ), mind pedig a Bartlett-féle szférikus próbastatisztika ( $\chi^2 = 515,204$ ;  $p = 0,000$ ;  $df = 21$ ) alapján. A változók a faktoranalízis során összesen 2 faktorra kombinálódtak, melyek sajátérték-felbontása a lentebb található táblázatban látható. A táblázatból megállapítható, hogy a 2 faktor összesen a mért változók által kifejezett variancia 70,687 %-át magyarázza. Ez azt jelenti, hogy a faktoranalízis végrehajtható és értelmezhető, a komponensmátrix pedig segít az interpretációban.

**14. táblázat:** Log. problémák változócsoportjaiból előállt faktorok (komponensek) sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk

<b>Kezdeti sajátértékek</b>			
<i>Komponens</i>	<i>Saját érték</i>	<i>Magyarázott varianciahányad (%)</i>	<i>Kumulált magyarázott varianciahányad (%)</i>
Logisztikai rendszerproblémák	3,588	51,258	45,398
Adminisztratív problémák	1,360	19,429	70,687
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis.</i>			

[Forrás: saját szerkesztés]

A változók faktorokra történő illeszkedését a lentebb található táblázat mutatja (az áttekinthetőség miatt csak a 0,3-nál magasabb faktorsúlyokat tüntettem fel a táblázatban). A faktorok interpretálása a faktorsúlyok alapján a következő:

1. Logisztikai rendszerproblémák
2. Adminisztratív problémák

**15. táblázat:** Log. problémák faktorok rotált komponensmátrixa

	<i>Komponens</i>	
	<i>Logisztikai rendszerproblémák</i>	<i>Adminisztratív problémák</i>
Termelési késések	<b>0,848</b>	
Kiszállítási problémák	<b>0,840</b>	
Raktározási problémák	<b>0,831</b>	
Rendelési késések	<b>0,750</b>	
Beszállítói késések	<b>0,650</b>	
Szoftveres (vállalatirányítási) problémák		<b>0,942</b>
Adminisztrációs problémák		<b>0,824</b>
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis. a. Rotation converged in 3 iterations. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.</i>		

[Forrás: saját szerkesztés]



## A Zala Megyei vállalkozások szállítási akadályai

A változók harmadik csoportja a Zala Megyei vállalkozásoknál rendszeresen tapasztalt szállítási problémák voltak. A kérdőívben a tényezők megismerésére 10 kérdést tettem fel, amellyel arra akartam választ kapni, hogy a szállítási problémák mennyire mutatkoznak meg a logisztikai folyamatokkal való elégedettségben. A 11 változó átlagát kimutattam a teljes adatbázisra nézve, mint főátlagot ( $\bar{x}$ ) szórásával együtt ( $s_x$ ), illetve a logisztikai folyamatokkal való elégedettség szerinti bontásban elvégzett részátlagokat is, amelyeket ezt követően varianciaanalízis tekintetében összehasonlítom.

**16. táblázat:** ZM vállalkozások száll. akadályainak változócsoport átlagai és ANOVA eredménye

Szállítási akadályok és logisztikai folyamatokkal való elégedettség kapcsolata									
		$\bar{x}$	$s_x$	Teljesen	Részben	Semennyire	F	Sig.	p
probléma_száll_1	időjárási nehézségek	3,59	1,227	4,138	3,263	4,421	12,472	0,000	***
probléma_száll_2	forgalmi akadályok	2,71	1,631	3,931	2,535	1,737	14,270	0,000	***
probléma_száll_3	technológiai problémák	3,39	0,976	3,724	3,222	3,789	5,012	0,008	**
probléma_száll_4	infrastrukturális problémák	3,45	1,022	3,828	3,273	3,789	4,753	0,010	*
probléma_száll_5	szervezési problémák	3,41	0,898	3,793	3,505	2,368	20,176	0,000	***
probléma_száll_6	IT okozta problémák	3,50	0,855	4,000	3,354	3,474	6,940	0,001	**
probléma_száll_7	vis major nehézségek	3,00	0,802	3,103	3,051	2,579	3,143	0,046	*
probléma_száll_8	szállító partner megbízhatósága	3,05	1,133	3,448	2,919	3,158	2,590	0,079	ns
probléma_száll_9	munkaerőhiány	2,77	1,272	2,828	2,778	2,632	0,142	0,867	ns
probléma_száll_10	határátlépés	3,65	1,569	4,069	3,364	4,474	5,634	0,004	**
probléma_száll_11	VÁM problémák	3,63	1,495	4,138	3,323	4,474	7,379	0,001	***

ns: nincs szignifikáns eltérés; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

	Főátlag feletti részátlag
	Főátlag alatti részátlag

[Forrás: saját szerkesztés]

\*  $n = 147$

A táblázat alapján láthatjuk, hogy a szállítópартnerek és a munkaerő tekintetében nincs szignifikáns eltérés a vállalkozások között, a két változó közül viszont a szállítópартner megbízhatósága fontosabb a Zala Megyei vállalkozások számára. **A varianciaanalízis keretében pedig az is leszűrhető, hogy a közúti forgalom és az IT okozta problémák okozta legnagyobb elégedetlenséget a vállalkozások között (!).** Ennek megfelelően a hosszú távú újratervezésnek is ezekre az aspektusokra kell majd reflektálnia.

A táblázatban található 11 változóból komponenseket kreáltam. A faktoranalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a változókészlet megfelelő a faktoranalízishez, mind a KMO mutató (KMO = 0,663), mind pedig a Bartlett-féle szférikus próbastatisztika ( $\chi^2 = 738,294$ ;  $p=0,000$ ;  $df = 45$ ) alapján. A változók a faktoranalízis során összesen 4 faktorra kombinálódtak, melyek sajátérték-felbontása a lentebb található táblázatban látható. A táblázatból megállapítható, hogy a 4 faktor összesen a mért változók által kifejezett variancia 77,316%-át magyarázza. Ez azt jelenti, hogy a faktoranalízis végrehajtható és értelmezhető, a komponensmátrix pedig segít az interpretációban.

**17. táblázat:** Szállítási akadályok változócsoporthoz előállt faktorok (komponensek) sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk

<b>Kezdeti sajátértékek</b>			
<i><b>Komponens</b></i>	<i><b>Saját érték</b></i>	<i><b>Magyarázott varianciarányad (%)</b></i>	<i><b>Kumulált magyarázott varianciarányad (%)</b></i>
Külső környezeti problémák	3,839	38,386	38,386
Határátkelési problémák	1,512	15,123	53,509
Szervezési problémák	1,302	13,023	66,532
Szállítókkal kapcsolatos problémák és munkaerőhiány	1,078	10,784	77,316
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis.</i>			

[Forrás: saját szerkesztés]

A változók faktorokra történő illeszkedését a lentebb található táblázat mutatja (az áttekinthetőség miatt csak a 0,3-nál magasabb faktorsúlyokat tüntettem fel a táblázatban).

A faktorok interpretálása a faktorsúlyok alapján a következő:

1. Külső környezeti problémák
2. Határátkelési problémák
3. Szervezési problémák
4. Szállítókkal kapcsolatos problémák és munkaerőhiány

**18. táblázat:** Szállítási problémák rotált komponensmátrixa

	<i>Komponens</i>			
	<i>Külső környezeti problémák</i>	<i>Határátelési problémák</i>	<i>Szervezési problémák</i>	<i>Szállítói problémák és munkaerőhiány</i>
Időjárási nehézségek	<b>0,902</b>			
Technológiai problémák	<b>0,820</b>	0,323		
Forgalmi akadályok	<b>0,795</b>			
Infrastrukturális problémák	<b>0,779</b>			
Határátlépés		<b>0,929</b>		
VÁM problémák		<b>0,917</b>		
Vis major nehézségek			<b>0,868</b>	
Szervezési problémák		0,320	<b>0,705</b>	
Munkaerőhiány				<b>0,846</b>
Szállító partner megbízhatósága		0,407		<b>0,688</b>
Extraction Method: Principal Component Analysis. a. Rotation converged in 3 iterations. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.				

[Forrás: saját szerkesztés]



*Károk a Zala Megyei vállalkozások logisztikai folyamataiban*

A változók negyedik csoportja terén, a Zala Megyei vállalkozásoknál azokat a károkat mértem fel, amelyek a logisztikai akadályokból eredeztethetőek. A kérdőívben a károk feltérképezésére 9 kérdést tettem fel, amellyel arra akartam választ kapni, hogy az elszenvedett károk mennyire érzékelhetőek a logisztikai folyamatokkal való elégedettség tekintetében. A 9 változó átlagát kimutattam a teljes adatbázisra nézve, mint főátlagot ( $\bar{x}$ ) szórásával együtt ( $s_x$ ), illetve a logisztikai folyamatokkal való elégedettség szerinti bontásban elvégzett részátlagokat is, amelyeket ezt követően varianciaanalízis tekintetében összehasonlítottam.

**19. táblázat:** ZM vállalkozások logisztikai kártípusainak változócsoport átlagai és ANOVA eredménye

Log. károk és logisztikai folyamatokkal való elégedettség kapcsolata									
		$\bar{x}$	$s_x$	Teljesen	Részben	Semennyire	F	Sig.	p
károk_1	pénzügyi károk	2,578	1,360	4,448	2,242	1,474	72,896	0,000	***
károk_2	megítélésünk romlik	2,619	1,289	3,862	2,535	1,158	39,570	0,000	***
károk_3	versenyképességünk romlik	2,912	1,384	4,069	2,909	1,158	38,364	0,000	***
károk_4	tervezési hatékonyságunk romlik	2,959	1,292	3,828	2,778	2,579	9,297	0,000	***
károk_5	termelékenységünk romlik	3,374	1,245	4,345	3,121	3,211	12,796	0,000	***
károk_6	partnerkapcsolatok romlása	2,680	1,216	4,172	2,374	2,000	44,646	0,000	***
károk_7	vevők/piacok megtartása	2,517	1,201	3,931	2,323	1,368	50,406	0,000	***
károk_8	túlóra vagy többletfoglalkoztatás	2,592	1,498	4,483	2,273	1,368	55,258	0,000	***
károk_9	vállalatirányítási/szoftveres problémák	4,007	0,933	4,690	3,727	4,421	17,227	0,000	***

ns: nincs szignifikáns eltérés; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

	Főátlag feletti részátlag
	Főátlag alatti részátlag

[Forrás: saját szerkesztés]

\*  $n = 147$

A kapott minta alapján elmondhatjuk, hogy a károk és azok érzékelése tekintetében jelentős eltérések tapasztalhatóak a Zala Megyei vállalkozások között. Ha a főátlagokat nézzük, akkor mindenképp érdemes megjegyezni, hogy a vállalatirányítási szoftveres problémák rendelkeznek a legmagasabb főátlaggal (kiugróan), amely tovább igazolja a téma fontosságát. A varianciaanalízis keretében az is kiolvasható, hogy azok a vállalkozások, amelyek ezeket a problémákat sikeresen kezelik, elégedettebbek a logisztikai folyamataikkal. (Ez a tendencia korábban is sejthető volt.) Érdemes viszont kiemelni, hogy a vállalatirányítási szoftvereknél az is előfordult, hogy a szoftveres károk nem okoztak elégedetlenséget. Ez nagyban következik abból a tényből, hogy bizonyos vállalkozások minimálisan támogatják a logisztikai folyamatokat szoftveres segítséggel (pl. Vállalatirányítási szoftver nem megfelelő használata, hiányos utánkövetés vagy szoftver teljes hiánya).

A táblázatban található 9 változóból komponenseket kreáltam. A faktoranalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a változókészlet megfelelő a faktoranalízishez, mind a KMO mutató ( $KMO = 0,840$ ), mind pedig a Bartlett-féle szférikus próbastatisztika ( $\chi^2 = 827,892$ ;  $p = 0,000$ ;  $df = 28$ ) alapján. A változók a faktoranalízis során összesen 2 faktorra kombinálódtak, melyek sajátérték-felbontása a lentebb található táblázatban látható. A táblázatból megállapítható, hogy a 2 faktor összesen a mért változók által kifejezett variancia

74,452%-át magyarázza. Ez azt jelenti, hogy a faktoranalízis végrehajtható és értelmezhető, a komponensmátrix pedig segít az interpretációban.

**20. táblázat:** Log. kártípusok változócsoporthoz előállt faktorok (komponensek) sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk

<b>Kezdeti sajátértékek</b>			
<i>Komponens</i>	<i>Saját érték</i>	<i>Magyarázott varianciarányad (%)</i>	<i>Kumulált magyarázott varianciarányad (%)</i>
Operatív károk	4,779	39,565	39,565
Stratégiai károk	1,177	34,886	74,452
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis.</i>			

[Forrás: saját szerkesztés]

A változók faktorokra történő illeszkedését a lentebb található táblázat mutatja (az áttekinthetőség miatt csak a 0,3-nál magasabb faktorsúlyokat tüntettem fel a táblázatban). A faktorok interpretálása a faktorsúlyok alapján a következő:

1. Operatív károk
2. Stratégiai károk

**21. táblázat:** Log. kártípusok rotált komponensmátrixa

	<i>Komponens</i>	
	<i>Operatív károk</i>	<i>Stratégiai károk</i>
Túlóra vagy többletfoglalkoztatás	<b>0,887</b>	
Pénzügyi károk	<b>0,883</b>	
Vevők/piacok megtartása	<b>0,868</b>	0,316
Partnerkapcsolatok romlása	<b>0,699</b>	
Termelékenységünk romlik		<b>0,855</b>
Tervezési hatékonyságunk romlik		<b>0,809</b>
Versenyképességük romlik	0,498	<b>0,718</b>
Vállalatirányítási/szoftveres problémák		<b>0,633</b>
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis. a. Rotation converged in 3 iterations. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.</i>		

[Forrás: saját szerkesztés]





*Logisztikai fejlesztési törekvések Zala Megyei vállalkozásoknál*

A változók ötödik csoportján belül az egyes logisztikai fejlesztési irányokat akartam feltérképezni, nevezetesen, hogy a Zala Megyei vállalkozások milyen válaszokat adnak az őket ért kihívásokra. A kérdőívben a fejlesztések megismerésére 8 kérdést tettem fel. A 8 változó átlagát kimutattam a teljes adatbázisra nézve, mint főátlagot ( $\bar{x}$ ) szórásával együtt ( $s_x$ ), illetve a logisztikai folyamatokkal való elégedettség szerinti bontásban elvégzett részátlagokat is, amelyeket ezt követően varianciaanalízis tekintetében összehasonlítom.

**22. táblázat:** ZM vállalkozások logisztikai fejlesztéseinek változócsoport átlagai és ANOVA eredménye

Elégedettség a logisztikai folyamatokkal									
		$\bar{x}$	$s_x$	Teljesen	Részben	Semennyire	F	Sig.	p
fejlesztések_1	fuvarszervezést támogató szoftver	3,109	1,713	2,138	3,303	3,579	6,462	0,002	**
fejlesztések_2	új útvonalak keresése	2,857	1,676	1,621	3,162	3,158	11,209	0,000	***
fejlesztések_3	új rendelési időpontok keresése	2,946	1,530	1,621	3,162	3,842	18,826	0,000	***
fejlesztések_4	vállalatirányítási szoftver fejlesztése	2,252	1,297	1,828	2,232	3,000	4,980	0,008	**
fejlesztések_5	új beszállítók/partnerek/fuvarozók keresése	2,735	1,411	2,379	2,747	3,211	2,033	0,135	ns
fejlesztések_6	új raktár létesítése / meglévő fejlesztése	2,796	1,457	1,966	2,929	3,368	7,148	0,001	**
fejlesztések_7	új szállítási módok keresése (vasúti, légi)	1,932	1,353	1,414	1,939	2,684	5,367	0,006	**
fejlesztések_8	átfogóbb közúti szállítási tervezés	3,116	1,519	2,034	3,232	4,158	14,312	0,000	***

ns: nincs szignifikáns eltérés; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

	Főátlag feletti részátlag
	Főátlag alatti részátlag

[Forrás: saját szerkesztés]

\*  $n = 147$

A mintában az átfogóbb közúti szállítási tervezés rendelkezik a legnagyobb főátlaggal, amely így a legfontosabb a vállalkozások számára. Emellett az új beszállító partnerek keresésében nincs jelentős eltérés a vállalkozások között. Varianciaanalízis szempontból jól látható, hogy azok a vállalkozások, amelyek teljesen elégedettek az anyagáramukkal, azok kevésbé érdekeltek a fejlesztések terén (ahogy ez várható volt). A legrosszabb helyzetben lévő

vállalkozásoknak viszont kiemelt területet jelent a közúti szállítás újratervezése, így ez tovább erősíti a kutatás létjogosultságát.

A táblázatban található 8 változóból komponenseket kreáltam. A faktoranalízis eredménye alapján megállapítható, hogy a változókészlet megfelelő a faktoranalízishez, mind a KMO mutató (KMO = 0,703), mind pedig a Bartlett-féle szférikus próbastatisztika ( $\chi^2 = 539,786$ ;  $p=0,000$ ;  $df = 28$ ) alapján. A változók a faktoranalízis során összesen 3 faktorra kombinálódtak, melyek sajátérték-felbontása a lentebb található táblázatban látható. A táblázatból megállapítható, hogy a 3 faktor összesen a mért változók által kifejezett variancia 75,143%-át magyarázza. Ez azt jelenti, hogy a faktoranalízis végrehajtható és értelmezhető, a komponensmátrix pedig segít az interpretációban.

**23. táblázat:** Fejlesztési irányok változócsoporthoz előállt faktorok (komponensek) sajátértékei és teljes kifejezett varianciájuk

<b>Initial Eigenvalues</b>			
<i><b>Komponens</b></i>	<i><b>Saját érték</b></i>	<i><b>Magyarázott varianciahányad (%)</b></i>	<i><b>Kumulált magyarázott varianciahányad (%)</b></i>
Tervezési fejlesztések	3,243	40,538	40,538
Piaci fejlesztések	1,738	21,724	62,262
Új szállítási módok	1,030	12,881	75,143
<i>Extraction Method: Principal Component Analysis.</i>			

[Forrás: saját szerkesztés]

A változók faktorokra történő illeszkedését a lentebb található táblázat mutatja (az áttekinthetőség miatt csak a 0,3-nál magasabb faktorsúlyokat tüntettem fel a táblázatban). A faktorok interpretálása a faktorsúlyok alapján a következő:

1. Tervezési fejlesztések
2. Piaci fejlesztések
3. Új szállítási módok keresése

**24. táblázat:** Fejlesztési irányok rotált komponensmátrixa

	<i>Komponens</i>		
	<i>Tervezési fejlesztések</i>	<i>Piaci fejlesztések</i>	<i>Új szállítási módok</i>
Új rendelési időpontok keresése	<b>0,937</b>		
Fuvarszervezést támogató szoftver	<b>0,863</b>		
Új útvonalak keresése	<b>0,860</b>		
Átfogóbb közúti szállítási tervezés	<b>0,767</b>		0,316
Új beszállítók/partnerek/fuvarozók keresése		<b>0,817</b>	
Vállalatirányítási szoftver fejlesztése		<b>0,814</b>	
Új raktár létesítése / meglévő fejlesztése		<b>0,641</b>	
Új szállítási módok keresése (vasúti, légi)			<b>0,939</b>
Extraction Method: Principal Component Analysis. a. Rotation converged in 3 iterations. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.			

[Forrás: saját szerkesztés]

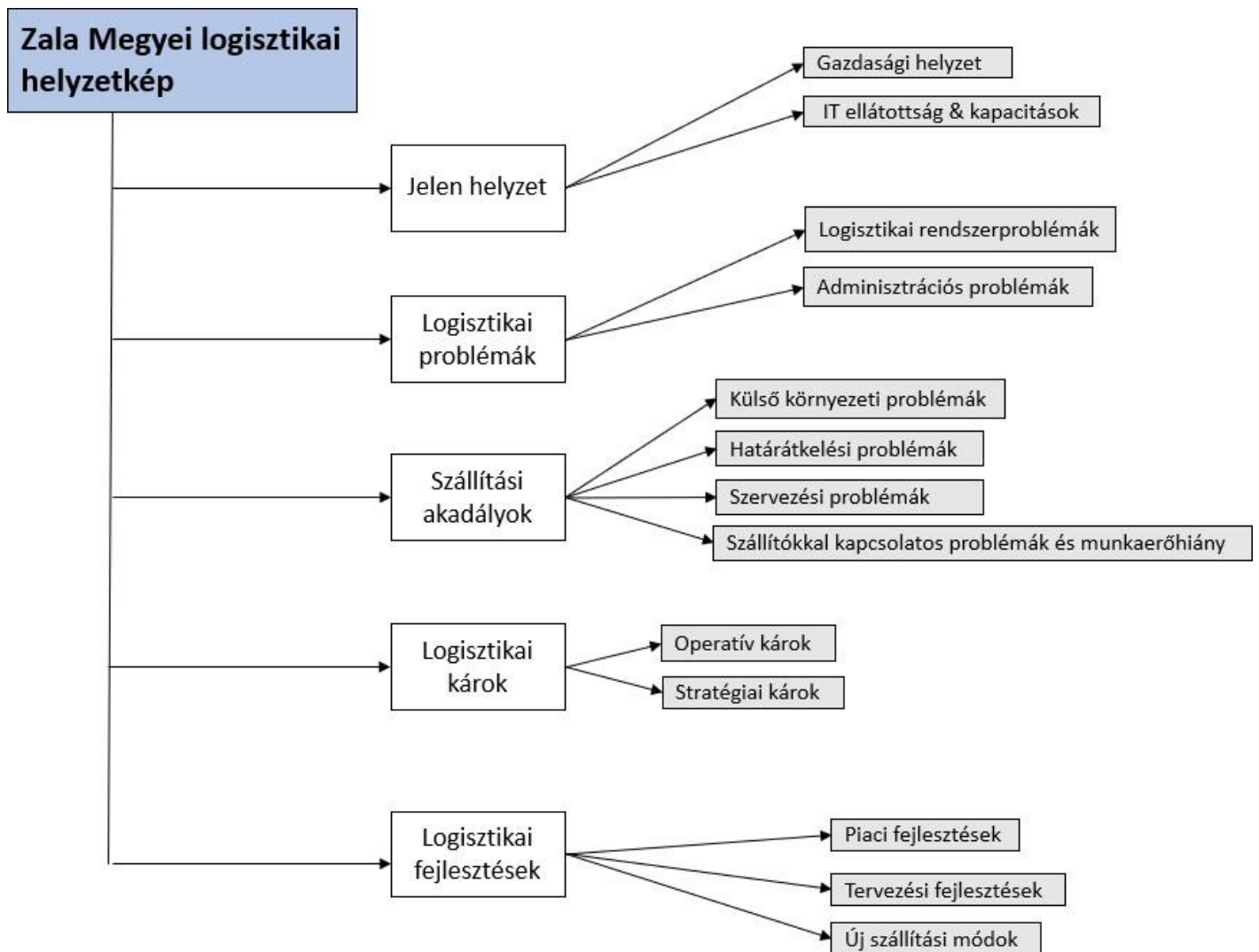
#### *ANOVA és Varianciaanalízis eredményei*

A kutatás során kiemelt fontossággal bírt, hogy megismerjük a logisztikai befolyásoló tényezők és a logisztikai elégedettség összefüggéseit a Zala Megyei vállalkozások esetében. Egyszerűbben fogalmazva abba szerettem volna bepillantást nyerni, hogy a logisztikai rendszerekre ható tényezők milyen formában jelentkeznek a megyei vállalkozások esetében, egyáltalán felismerésre/érzékelésre kerülnek-e a negatív ráhatások.

Az ANOVA és Varianciaanalízis alapján elmondhatjuk, hogy beigazolódott az a prekonceptió, miszerint az IT támogatottságnak, a vállalatirányítási szoftver zavartalan működésének és a közúti szállítás akadálymentesítésének kiemelt szerepe van a helyi vállalkozások elégedettségében. Ezek a tendenciák nemcsak, hogy beigazolódtak, de még számomra is meglepő módon rendkívül sokszor jelentek meg a kapott válaszok tekintetében.

Az eddig elvégzett elemzések segítségével megalkottam a kialakított csoportok és faktorok összefüggési rendszerét, amelyet a lentebb található ábra is szemléltet.

19. ábra: ANOVA és Varianciaanalízis eredményei Zala Megyei vállalkozásoknál



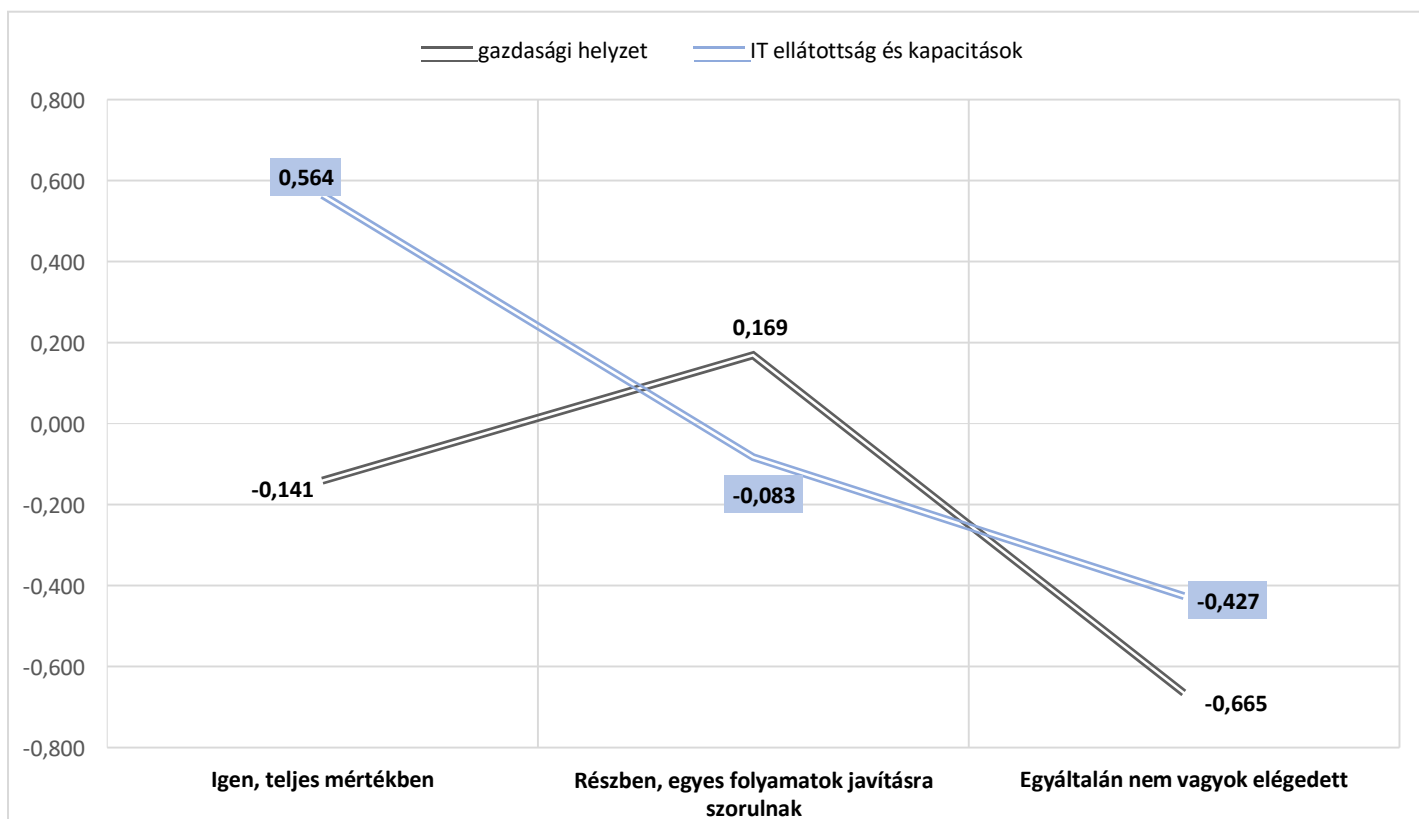
[Forrás: saját szerkesztés]

Az összefüggések feltérképezése világos képet adott arról, hogy a helyi vállalkozások logisztikai folyamataiban kiemelt szerepet játszik az IT ellátottság és a közúti szállítás tervezése, amely tovább igazolja a kutatás létjogosultságát. A következő részben a kapott minta további logikai kapcsolatai kerülnek bemutatásra ezek alapján.

### Exploratív faktoranalízis eredményei

A helyi logisztikai helyzetkép jobb megértése érdekében megvizsgáltam az egyes kategóriákban a faktorsúlyok átlagait, amely számos új információt tárt fel a Zala Megyei vállalkozások logisztikai folyamatain belül. Elsőként a jelen helyzetet vizsgáltam, az eredmények pedig az alábbi ábrán láthatóak.

**20. ábra: Faktorsúlyok átlagai a jelenlegi helyzet kategóriában**



\*  $n = 147$

[Forrás: saját szerkesztés]

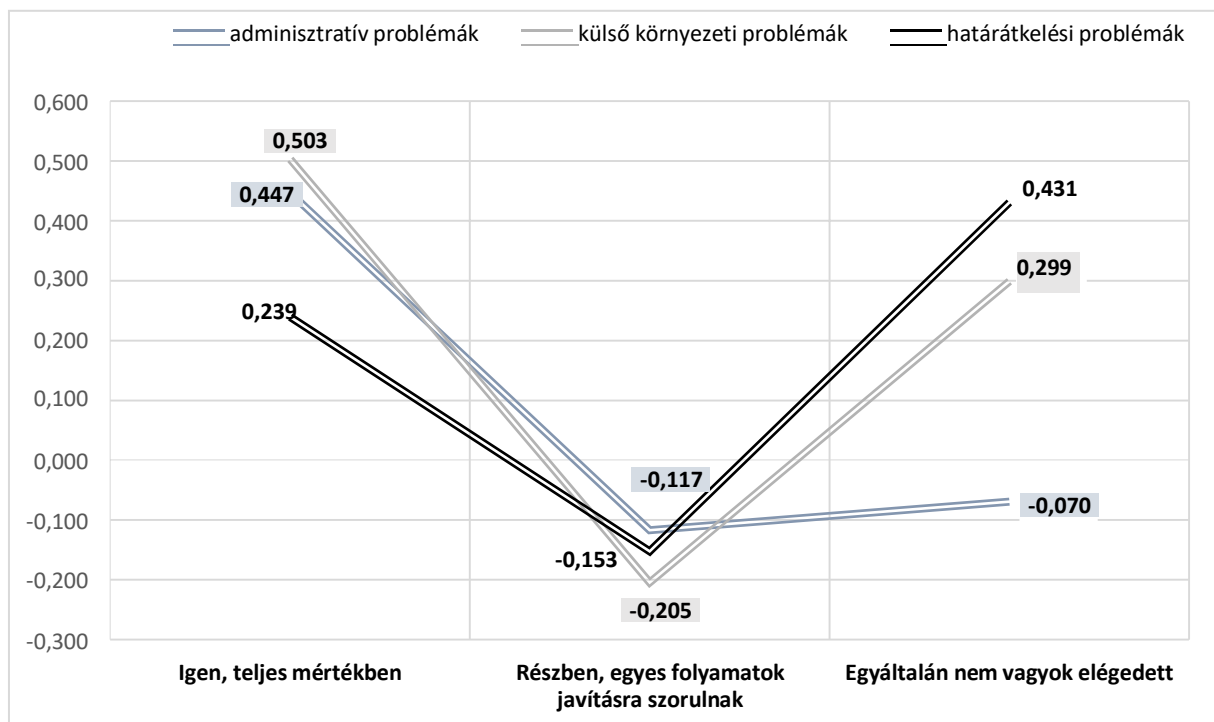
A gazdasági helyzet tekintetében érdekes eredményt kaptam, hiszen a gazdasági helyzeten belül felvett értékek megjelenésénél, az ábrán is jól látható törés van a görbén – könyökpont (elbow-kritérium), amely azt jelenti, hogy a magyarázott varianciának a növekedése valamilyen zavar folytán nem az elvárható ívet írja le. Ebben az esetben az elvárt eredmény az lett volna, hogy a gazdasági helyzet a logisztikai folyamatokkal teljesen elégedettek csoportjában legyen a legkedvezőbb, míg a másik két csoportban kedvezőtlenebb legyen a gazdasági helyzet. Ehhez képest a kapott eredmény alapján, a logisztikai folyamatokkal részben elégedettek rendelkeznek a legjobb gazdasági helyzettel (0,169), őket a teljesen elégedettek (-0,141) és az egyáltalán nem elégedettek csoportja követte (-0,665).

A válaszok újbóli ellenőrzésénél részleges magyarázatot kaptam az eredményre, nevezetesen azok a cégek, amelyek jobb gazdasági helyzetben vannak jellemzően sokkal nagyobb figyelmet fordítanak logisztikai folyamataikra. Az ebből eredő állandó „monitoring” pedig azt eredményezte, hogy állandó jelleggel fedeznek fel fejlesztendő területeket, ezért jelölték meg a korábban említett opciót válaszként. Ezen felül pedig voltak olyan vállalatok is, amelyek elégedettek voltak logisztikai folyamataikkal, de ettől függetlenül a gazdasági helyzetük kevésbé volt megfelelő. Az ilyen válaszadó cégek esetében jellemző volt, hogy rendszerszinten nem látják át a logisztika és a gazdasági eredmények közötti összefüggést. Az érzékelés szintjén elégedettek logisztikai folyamataikkal (vagy nem tulajdonítanak neki kiemelt fontosságot), a későbbi válaszok során pedig számos problémaforrás kerül azonosításra.

Az IT ellátottság és a kapacitás, logisztikai rendszerproblémák terén az elvárt eredményt kaptam, a teljesen elégedettek között szélesebb körű az IT kapacitás, ami az elégedettséggel párhuzamosan csökken, a problémák pedig fokozódnak.

A vállalati problémák minden kategóriájában nem várt eredményt kaptam, amely a következő ábrán látható.

**21. ábra: Faktorsúlyok átlagai a vállalati problémákon belül**

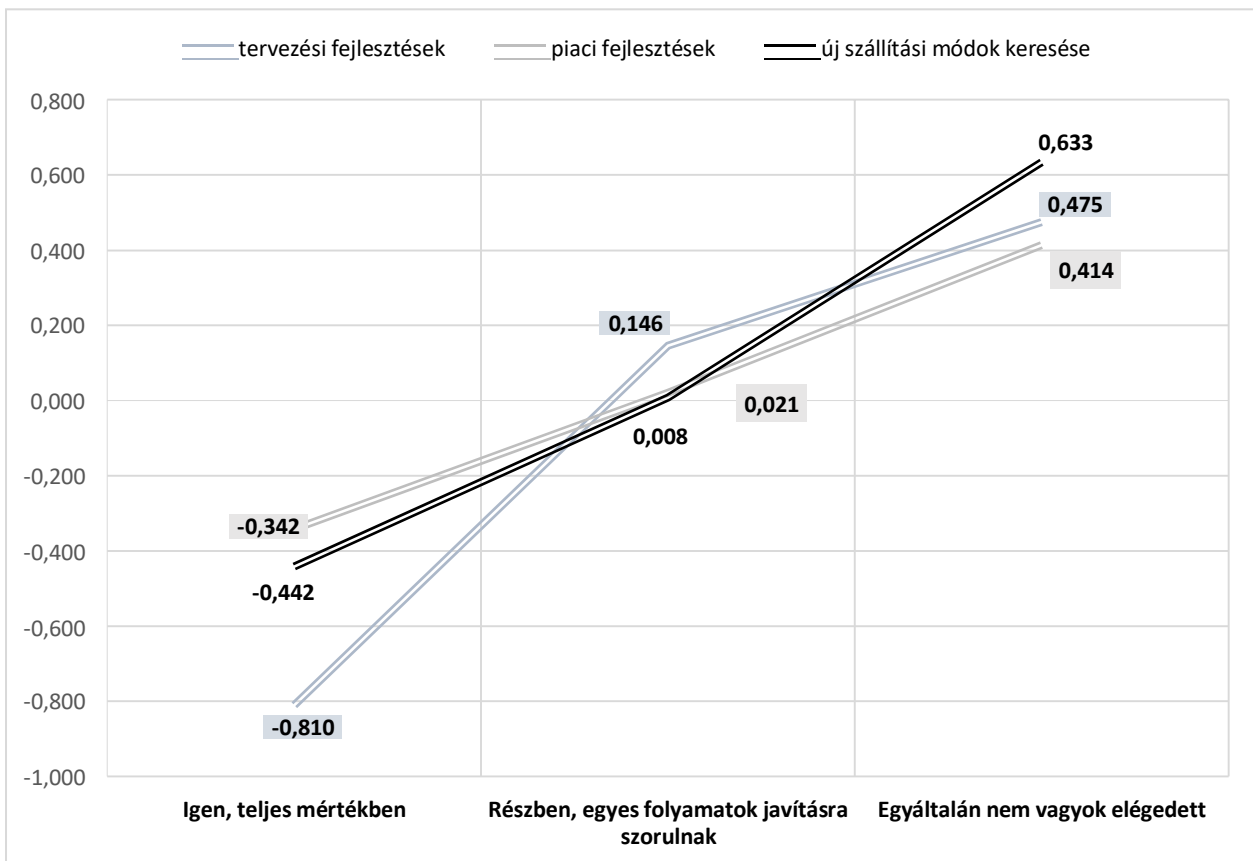


\*  $n = 147$

[Forrás: saját szerkesztés]

Az egyes problémaforrások esetében szintén a gazdasági helyzethez hasonló eredmény alakult ki, azaz a problémák a logisztikai folyamatokkal részben elégedett vállalkozások csoportjában voltak a legalacsonyabbak. A válaszok „kézi” ellenőrzése után gyakorlatilag ugyanaz a magyarázat rajzolódott ki, azaz azok a helyi vállalkozások, amelyek azt válaszolták, hogy csak részben elégedettek és bizonyos folyamatok javításra szorulnak, azok folyamatos önellenőrzést végeznek saját folyamataikon, amiből logikusan következik az elégedetlenség, viszont a másik oldalról ez nagyban hozzájárul a problémák alacsonyan tartásához.

**22. ábra: Faktorsúlyok átlagai a megoldási igények terén**



\*  $n = 147$

[Forrás: saját szerkesztés]

A megoldási igények tekintetében az előzetesen elvárt eredményt kaptuk, azaz azoknál a cégeknél, ahol teljes volt az elégedettség minimálisabb az igény a fejlesztésekre, az elégedettség csökkenésével pedig növekedtek a fejlesztési igények. (Sajtos – Mitev, 2007)

A kvantitatív minta alapján a H3 hipotézis vizsgálatához megvalósítottam a Zala Megyei vállalkozások logisztikai folyamatainak SEM modelljét (strukturális, egyenletmodellezés módszerével), amelynek eredménye az alábbi táblázatban található.

25. táblázat: A SEM modell becsült paraméterei

Függő faktor		Független faktor	Standard béta	Standard hiba	Kompozit megbízhatóság	p	sig
logisztikai rendszerproblémák	<---	gazdasági helyzet	-.050	.081	-.613	0,54	
adminisztratív problémák	<---	gazdasági helyzet	-.082	.082	-1.002	0,316	
logisztikai rendszerproblémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	<b>.210</b>	<b>.081</b>	<b>2.593</b>	<b>0,01</b>	*
adminisztratív problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	.131	.082	1.606	0,108	
külső környezeti problémák	<---	gazdasági helyzet	.132	.080	1.641	0,101	
határátkelési problémák	<---	gazdasági helyzet	<b>-.267</b>	<b>.076</b>	<b>-3.503</b>	<b>***</b>	<b>***</b>
szervezési problémák	<---	gazdasági helyzet	.001	.081	.015	0,988	
szállítókkal kapcsolatos problémák és és munkaerőhiány	<---	gazdasági helyzet	<b>-.250</b>	<b>.080</b>	<b>-3.132</b>	<b>0,002</b>	**
külső környezeti problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	<b>.201</b>	<b>.080</b>	<b>2.498</b>	<b>0,012</b>	*
határátkelési problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	<b>-.284</b>	<b>.076</b>	<b>-3.722</b>	<b>0,000</b>	<b>***</b>
szervezési problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	<b>.211</b>	<b>.081</b>	<b>2.610</b>	<b>0,009</b>	**
szállítókkal kapcsolatos problémák és és munkaerőhiány	<---	IT ellátottság és kapacitások	.086	.080	1.077	0,282	
operatív problémák	<---	gazdasági helyzet	<b>.293</b>	<b>.057</b>	<b>5.134</b>	<b>0,000</b>	<b>***</b>
stratégiai problémák	<---	gazdasági helyzet	-.059	.077	-.774	0,439	
operatív problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	.007	.059	.118	0,906	
stratégiai problémák	<---	IT ellátottság és kapacitások	-.110	.079	-1.395	0,163	
operatív problémák	<---	logisztikai	<b>.517</b>	<b>.054</b>	<b>9.592</b>	<b>0,00</b>	<b>***</b>

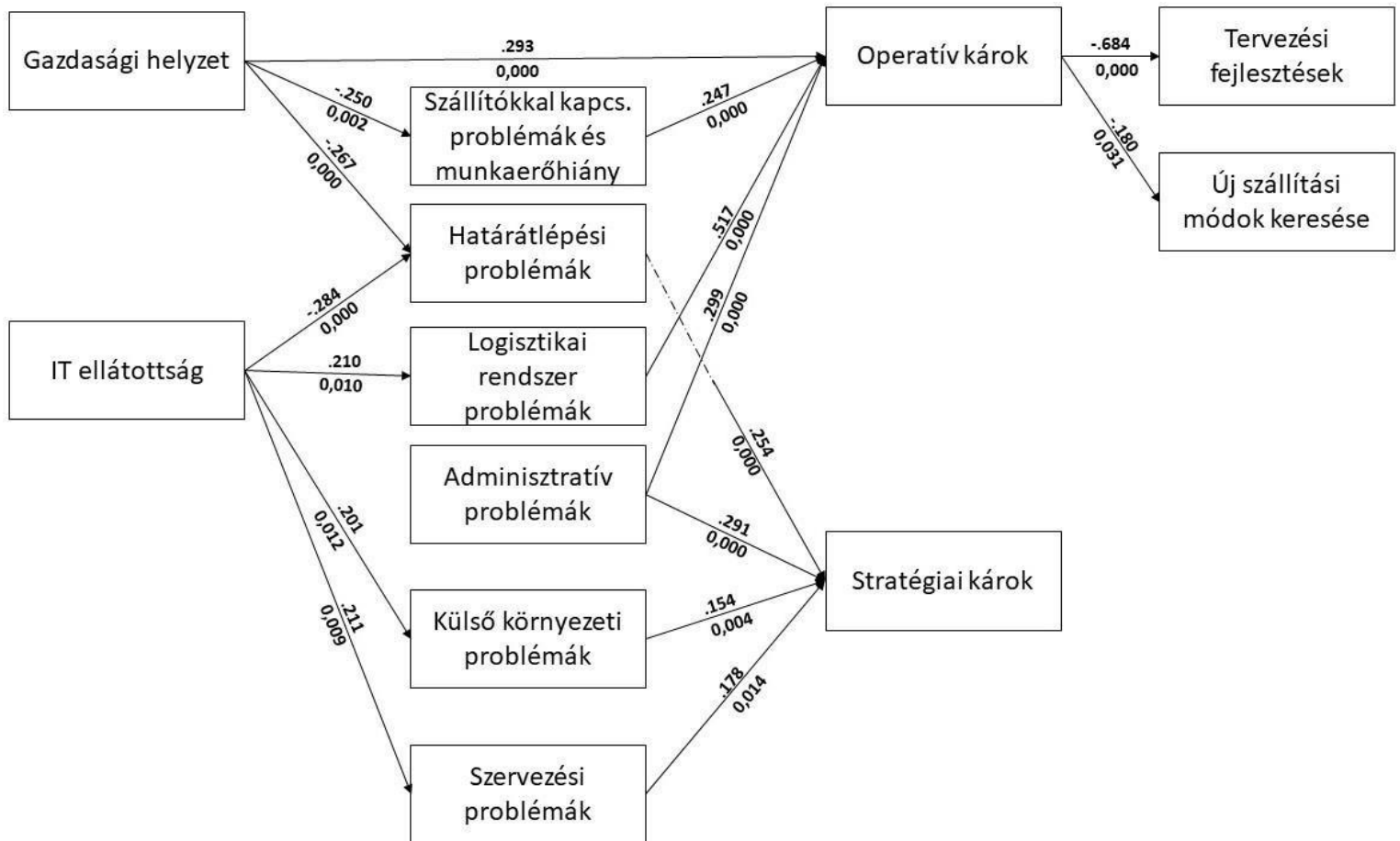


		rendszerproblémák				<b>0</b>	
operatív problémák	<---	adminisztratív problémák	<b>.299</b>	<b>.053</b>	<b>5.604</b>	<b>0,00</b> <b>0</b>	<b>***</b>
stratégiai problémák	<---	logisztikai rendszerproblémák	-.021	.072	-.287	0,77 4	
stratégiai problémák	<---	adminisztratív problémák	<b>.291</b>	<b>.071</b>	<b>4.076</b>	<b>0,00</b> <b>0</b>	<b>***</b>
operatív problémák	<---	külső környezeti problémák	<b>.154</b>	<b>.054</b>	<b>2.843</b>	<b>0,00</b> <b>4</b>	<b>**</b>
operatív problémák	<---	határátkelési problémák	-.067	.057	-1.170	0,24 2	
operatív problémák	<---	szervezési problémák	.055	.054	1.022	0,30 7	
operatív problémák	<---	szállítókkal kapcsolatos problémák és munkaerőhiány	<b>.247</b>	<b>.055</b>	<b>4.532</b>	<b>0,00</b> <b>0</b>	<b>***</b>
stratégiai problémák	<---	külső környezeti problémák	-.008	.073	-.110	0,91 3	
stratégiai problémák	<---	határátkelési problémák	<b>.254</b>	<b>.077</b>	<b>3.311</b>	<b>0,00</b> <b>0</b>	<b>***</b>
stratégiai problémák	<---	szervezési problémák	<b>.178</b>	<b>.072</b>	<b>2.463</b>	<b>0,01</b> <b>4</b>	<b>*</b>
stratégiai problémák	<---	szállítókkal kapcsolatos problémák és munkaerőhiány	.101	.073	1.377	0,16 9	
tervezési fejlesztések	<---	operatív problémák	<b>-.684</b>	<b>.062</b>	<b>-11.057</b>	<b>0,00</b> <b>0</b>	<b>***</b>
piaci fejlesztések	<---	operatív problémák	-.088	.085	-1.039	0,29 9	
új szállítási módok keresése	<---	operatív problémák	<b>-.180</b>	<b>.084</b>	<b>-2.153</b>	<b>0,03</b> <b>1</b>	<b>*</b>
tervezési fejlesztések	<---	stratégiai problémák	-.089	.062	-1.449	0,14 7	
piaci fejlesztések	<---	stratégiai problémák	-.090	.084	-1.063	0,28 8	
új szállítási módok keresése	<---	stratégiai problémák	-.106	.083	-1.275	0,20 2	

ns: nincs szignifikáns eltérés; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$  \*  $n = 147$

A jobb áttekinthetőség érdekében a SEM ábrájában már csak a szignifikáns utakat jelenítettem meg.

23. ábra: ZM vállalatok logisztikai folyamatainak strukturális egyenletmodellje



[Forrás: saját szerkesztés]

Ha a modellt közelebbről is megvizsgáljuk, akkor láthatóvá válik, hogy számos olyan ok-okozati összefüggést tudunk azonosítani, amelyek nagy része a kutatás előtt ismeretlen volt. A modell négy vertikális dimenzióra osztható fel, amelyek a következők:

- Jelenlegi helyzet
- Probléma-típusok
- (Ebből eredő) okozott károk
- Fejlesztési igények (a problémák kezelésére)

Az egyes dimenziókon belül egyes kapcsolatok egyértelműek vagy evidensek, mint például a jelenlegi gazdasági helyzet és a szállítói/munkaerő jellegű problémák közötti kapcsolat. Ebben az esetben, ha a megkérdezett vállalkozások munkaerő és a beszállítók megléte terén problémákkal küzdenek, akkor nyilvánvaló, hogy ezzel párhuzamosan a

gazdasági helyzetünk is romlik. A határátlépés tekintetében egy logikus, negatív korrelációt kaptunk, amely szerint azok a vállalatok, amelyek kedvezőtlen gazdasági feltételekkel és alacsony IT ellátottsággal rendelkeznek, sokkal nehezebben tesznek eleget a mindennapi határátkelésnek. (Ahogy ez várható volt.)

Mindemellett a modell számos nem várt korrelációt is eredményezett. Ezen belül ki kell emelni az IT ellátottság és a külső környezeti problémák, valamint gazdasági helyzet és az operatív károk közötti kapcsolatokat. Az alapvető logika és empirikus bizonyítékok alapján azt vártuk, hogy negatív összefüggés áll fenn majd ebben az esetben, ami azt jelentené, hogy a gazdasági helyzet javulása az üzemi károk csökkenését eredményezi. Az informatikai támogatásra vonatkozóan pedig – mondhatni kiemelten- ugyanez ez volt az elvárás, azt feltételezve, hogy a magasabb szintű informatikai támogatás a külső környezeti problémák csökkenésével jár. Ehhez képest pozitív irányú kapcsolatot kaptunk mindkét esetben, ami az első esetben azt jelenti, hogy a gazdasági helyzet javulásával, az üzemi károk is növekednek. Az eredmény leginkább azzal magyarázható, hogy azok a vállalatok, amelyek gazdasági helyzetüket jobbnak ítélték meg, jellemzően nagyobb pénzügyi forrásokkal rendelkeznek, amelynek jelentős hányadát az üzemeltetésbe investálják, ezért amennyiben üzemi károkat szenvednek el, azok részarányosan jelentősebbek, mint egy rosszabb anyagi helyzetben lévő vállalkozás esetén. Ez a tendencia különösen igaz volt a közepes- és nagyvállalatok esetében. A magyarázatot a minta újraértékelése is igazolta, azonban további vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy a jelenséget mélyebben is megértsük. A IT ellátottság és a külső környezeti problémák esetében hasonló kapcsolat jött ki, azaz magasabb IT ellátottságot a közepes- és nagyvállalatok szintjén alkalmaznak, ahol viszont a piaci verseny és a környezetnek való kitettség is jelentősebb egyes esetekben, ezért a külső környezeti problémák is szignifikánsabbak.

A jelen helyzet másik kapcsolati csoportja az informatikai támogatás hatékonyságára vonatkozott. Ebben a részben a kapott eredmények egyértelműen igazolták hipotéziseinket, mivel erős pozitív összefüggés volt megfigyelhető az IT ellátottság szintje és a logisztikai rendszer problémái és a szervezési problémák között. Az egyre magasabb szintű IT ellátottság ellenére, a modell alapján kijelenthető, hogy a helyi vállalatok jelentős része nem tudja hatékonyan kihasználni ezeket az erőforrásokat, ami azt okozza, hogy az arányosan magasabb támogatottsággal szemben több szervezeti vagy logisztikai probléma merül fel az ellátási láncban. Ehhez hozzá kell tenni, hogy ez a helyzet elsősorban azoknál a cégeknél fordult elő,

amelyeknek összetettebb logisztikai feladataik vannak, de logisztikai szoftvertámogatásuk nem kiforrott. (Ez jellemző volt a kkv-kra, de néhány multinacionális cégre is.)

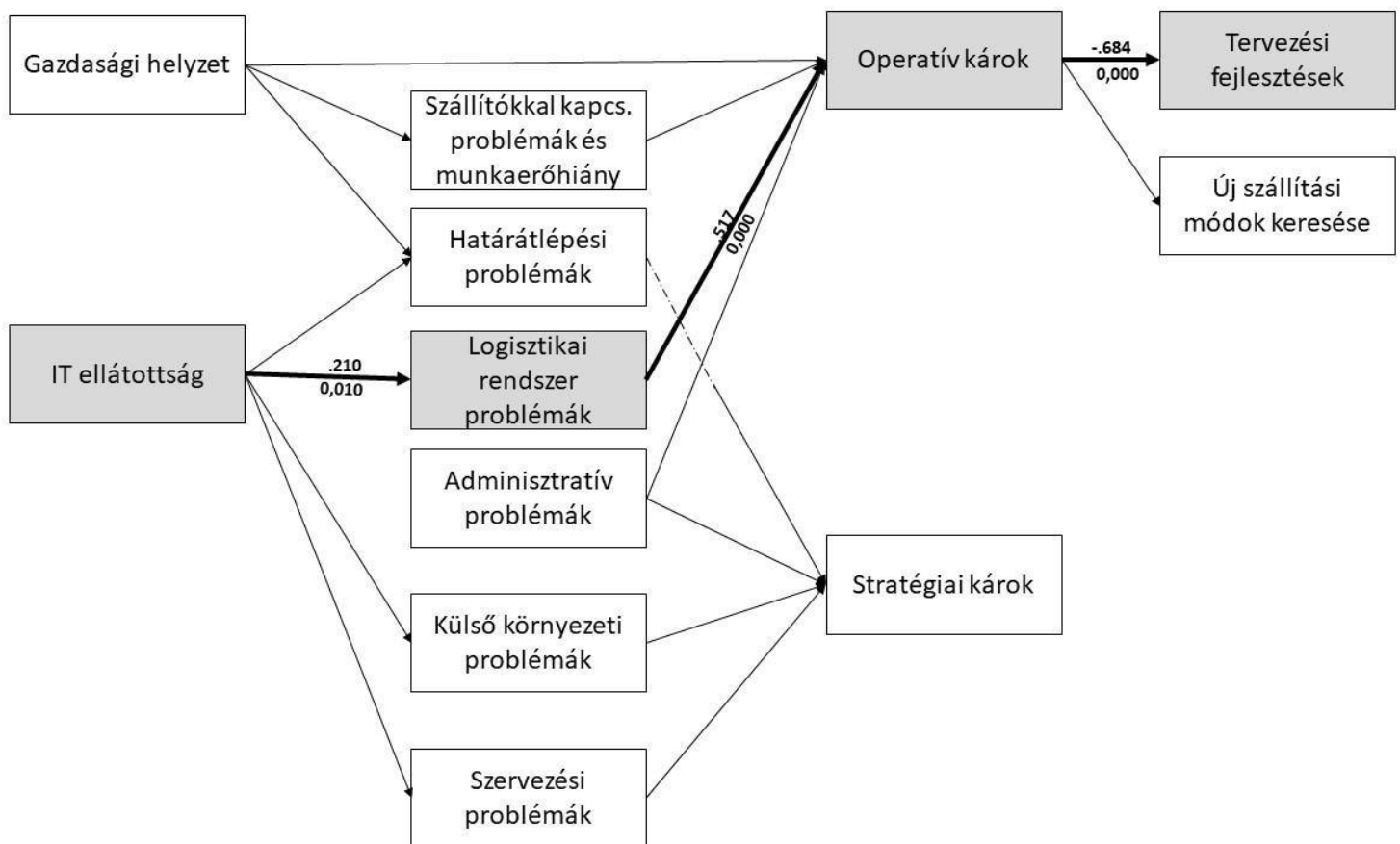
Meg kell említenünk, hogy az adminisztratív problémák önálló tényezőt jelentenek a modellen belül, amely abból ered, hogy ezen problémák esetében nincs ok-okozati függelem, azaz adminisztrációs problémák a gazdasági helyzettől és az informatikai támogatástól függetlenül is felmerülhetnek a helyi vállalkozások életében.

Fontos kiemelni a korábban felmerült problémák kimenetelét is. Ha közelebbről megvizsgáljuk a modellt, akkor láthatjuk, hogy az adminisztratív problémák stratégiai és működési károkat is okozhatnak. Nyilvánvaló, hogy a második dimenzió (problémák) és a harmadik (károk) közötti kapcsolat pozitív irányú, vagyis, ha nagyobb a probléma, akkor nagyobb az okozott kár. A két dimenzió között a logisztikai rendszer problémái és az operatív károk közti kapcsolat volt a legerősebb, ami tovább erősíti H3 hipotézisünket.

A „problémák” dimenzióban az egyes faktorok közül, összesen négy problémátípus okoz közvetlen stratégiai károkat. Ezek közül a szervezési, az adminisztratív és a külső környezeti problémák ilyen típusú károkozása valamilyen szinten várható volt, hiszen ezek a területek jellemzően a stratégia részét képezik az egyes vállalatok életében. A fent említett eredmények mellett viszont érdekes volt a határátkelési problémák kérdése, illetve az a tény, hogy ez a helyi vállalkozásoknál stratégiai károkat okoz első sorban. Lehetséges magyarázat, hogy a határátkelés egy konstans problémát jelent számos helyi vállalkozás életében, amellett, hogy szezonálisan még inkább jelen van. Ebből adódóan - az érzékelés szintjén – kevesebb operatív kárt okoz, hiszen a vállalkozások eleve kalkulálnak vele valamilyen szinten, illetve egyfajta elfogadott tényezővé válik a problémaforrás egy idő után. Ebből adódóan a határátkelési károk a középtávú stratégiában jelennek meg leginkább, ezen belül válik felismerhetővé a probléma.

Ahogy a korábbi ábrán is látható, a problémák másik fele közvetlenül operatív károkat okoz. Viszonylag evidens, hogy ezek körül a munkaerőhiány és a beszállítói problémák azonnali működési problémákat okoznak. Az adminisztratív problémák mind operatív, mind stratégiai jellegűek lehetnek. A modell egyik legfontosabb és legerősebb kapcsolata a logisztikai rendszer problémái és az operatív károk közötti korreláció volt, ahogyan azt korábban már említettem. Ennek segítségével, a dolgozat ezen pontján sikerült azonosítani egy „kapcsolati útvonalat”, amely megerősíti a H3 hipotézist (lásd az alábbi ábrát).

24. ábra: SEM modellen belüli releváns összefüggések H3 hipotézis tükrében



[Forrás: saját szerkesztés]

Ha értelmezni szeretnénk az útvonalat, akkor azt mondhatjuk, hogy az útvonal alapján a helyi vállalkozások informatikai támogatásának és kapacitásának hatékonysága rendszerszinten közvetlenül befolyásolja logisztikai folyamataikat, mely során az alacsony hatékonyság a valóságban is operatív károkat okoz. A modell vizsgálata alapján a hipotézis nagy része beigazolódott, kizárólag a problémák és okozott károk megoldásának fejlesztési igényeinek vizsgálata maradt hátra. (In'nami - Koizumi, 2013, pp. 23–51)

Ehhez meg kell vizsgálnunk az operatív károk és a tervezési fejlesztés közötti kapcsolatokat. A kutatás előtt erős pozitív korrelációt vártam a két tényező között, de a kapott eredmények végül éppen az ellenkezőjét mutatták. Ez lényegében azt jelenti, hogy a legtöbb vállalkozás azt válaszolta, hogy annak ellenére, hogy magasak az operatív káraik, minimális tervezési fejlesztés igényeik vannak. Természetesen fordítva is igaz, vagyis csekély meglévő kár esetén, magas volt az igény a tervezési fejlesztésre.

A kapcsolatnak ez az iránya eleinte meglepetést okozott, de a minta újbóli ellenőrzése után már volt néhány lehetséges magyarázat a jelenségre. Az egyik ilyen magyarázat lehet, hogy amennyiben az adott vállalkozás prosperál, kevés kárt szenved el, megfelelő gazdasági adottságokkal rendelkezik, akkor sokkal többet tud a stratégiai és operatív tervezésre fordítani. Ez lényegében egy paradoxont okoz modellben, amelyen belül az ilyen cégek kiemelt figyelmet fordítanak a tervezésre, illetve folyamatosan keresik a hatékony működés új megközelítéseit, amelynek eredményeként a működési káraik alacsonyan maradnak. (Összesítve magas tervezési igény, alacsony károk.)

Természetesen ez fordítva is igaz, ami azt jelenti, hogy más típusú cégeknél, ha a súlyos operatív károk ellenére sem keresnek új fejlesztési eszközöket. A válaszok alapján beigazolódott, hogy azok a cégek szenvednek leginkább működési károkat, amelyek többnyire nem tudnak megfelelő mértékű erőforrást fordítani az operatív és stratégiai tervezésre. A vállalkozások hozzáállása az adott problémákhoz, károkhoz tükrözte a korábban leírt állapotot, azaz mivel az informatikai támogatás nem megfelelő, a logisztikai rendszerproblémák és az üzemeltetési károk súlyosak, így ebben az állapotban a tervezést lényegében feleslegesnek vélik a cégvezetők (sajnos).

A válaszadók egy másik csoportja ehhez képest próbálna javítani, azaz megvan a kellő hozzáállás, de ezek a vállalkozások jellemzően nem rendelkeznek a kellő tervezési technikával, vagy egyszerűen nem ismerik a tervezés válságkezelésben betöltött szerepét. Összességében mindkét esetben az eredmény ugyanaz.

Összesítve, ha össze akarjuk foglalni a modellt és annak összefüggéseit, akkor az alábbi kiemelt tényezőkkel jellemezhetjük a helyi cégeket a modell alapján:

- A vállalatok többsége rendelkezik egy adott szintű informatikai támogatással és kapacitással az ellátási lánc terén, de a kapacitás kihasználása nem hatékony;
- A kapacitások rossz kihasználtsága komoly logisztikai problémákat okoz rendszerszinten;
- A mindennapi anyagáramlás ezen akadályából azonnali és közvetlen operatív károk keletkeznek;
- A prosperáló cégek megfelelő tervezéssel (pl. PDCA módszer) ezeket a problémákat kezelni tudják, a károkat pedig alacsonyan tartják.
- Mindezek ellenére ezek a vállalkozások lényeges tervezési és új megközelítésbeli igényeket mutatnak a teljes modell alapján;

- Jelen helyzetben a helyi vállalkozások többsége komoly rendszerproblémákkal küzd, amelyek működési károkat okoznak. Ez részben abból ered, hogy nem fordítanak elegendő figyelmet a tervezésre és az új eszközök bevezetésére.

A kapott eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a helyi vállalkozások a IT kapacitásaikat optimum alatt használják, az infrastruktúra és a technológia nincs megfelelően kiaknázva a legtöbb esetben. A nem megfelelő használat logisztikai rendszerproblémákat okoz, amely pedig közvetlen operatív károkhoz vezet. **Ezek alapján H3 hipotézist** - a helyi vállalkozások informatikai támogatottsága és kapacitásaik hatékonysága rendszerszinten közvetlenül befolyásolja logisztikai folyamataikat, amelyekben az alacsony hatékonyság működési károkat okoz - **részben elfogadom, amelyből így tézis lett (T3).**

A teljes körű elfogadáshoz az operatív károk és a fejlesztési igények közötti kapcsolatot (A problémák megoldására a helyi cégek többnyire rendszer-újratervezési megoldásokat igényelnek.) nem tartottam elég megalapozottnak, amely összefüggésnek a további vizsgálata a hosszú távú kutatási terveim része lesz.

## 7. Zala Megyei logisztikai folyamatok szimulációja

A kérdőíves lekérdezés során reális képet kaptam arról, hogy a vállalkozások milyen logisztikai problémákkal rendelkeznek, valamint, hogy érzékelik ezeket a problémákat bizonyos adottságaik mellett és milyen igényeik vannak a problémák kiküszöbölésére. A kvantitatív mintavétel során arra az eredményre jutottam, hogy a döntéstámogató szoftverek szimulációs fejlesztésére létező igény van, az így feloldani kívánt problémák pedig nemcsak gyakoriak, de szignifikáns hatást váltanak ki a vállalkozások életében.

A kutatás korábbi részében meghatározásra kerültek a felépítendő modell alapvető dimenziói, amelyek a következő változókat tartalmazzák: dátum/pontos idő, menetidő, hőmérséklet, csapadék, szél, esetleges baleset, egyéb megjegyzés. A modell felépítéséhez **vállalkozáson belüli rendelési időpontokat** tesztelek, azaz adott időpontra megvizsgálom az egyes dimenziókat (pl. csapadék, hőmérséklet stb), illetve az ehhez kapcsolódó, várható útidőt. Az adatokat az alábbi táblázatban összesítem:

**26. táblázat:** Logisztikai-modell vállalkozásokon belüli rendelési időpontokhoz

Dátum	Időpont	Menetidő	Hőmérséklet	Csapadék	Szél	Baleset	Megjegyzés
2021.07.29	10:20	175 min	26 C°	0 mm	16 km/h	Kisebb torlódás (1-2 km)	nincs
2021.07.29	14:07	157 min	30 C°	0 mm	14 km/h	nincs	nincs
2021.07.29	18:56	157 min	30 C°	0 mm	14 km/h	nincs	nincs
2021.07.30	8:58	164 min	27 C°	0 mm	3 km/h	7 km torlód.	M.vásár
.	.	.	.	.	.	.	.
2021.12.27	10:16	135 min	5 C°	40 mm	10 km/h	nincs	nincs
.	.	.	.	.	.	.	.
2022.02.20	22:03	148 min	5 C°	0 mm	11 km/h	nincs	nincs
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2022.04.15	13:45	157 min	14 C°	20 mm	22 km/h	útlezárás	javítás miatt

[Forrás: saját szerkesztés]

\*n=77

A táblázatban több mérési adat is feltüntetésre került a modell jobb megértése végett. A szimuláció során az adott nap, adott időpontjában leadott megrendelés menetidejére fogunk előrejelzést adni.



## Valós idejű anyagáram mérések

A modell felépítésénél az egyik legnehezebb feladat a mérési módszer meghatározása volt. Ezen belül a kvalitatív és kvantitatív mintavétel eredményeire alapozva úgy határoztam, hogy elsőként tényleges szállításokon keresztül végzek számításokat. Ehhez a Zalaegerszeg – Budapest útvonalat vettem alapul, amelyet 15 alkalommal ténylegesen is megtettem csomagfeladást szimulálva. A „15 csomagot” Zalaegerszegről (Polgármesteri Hivatal, 8900 Zalaegerszeg, Kossuth L. u. 17-19.) Budapestre (Budapesti Gazdasági Egyetem, 1087 Budapest, Berzsényi u. 6.) szállítottam és stopperes időméréssel mértem az esetleges beérkezést. A szállítások természetesen külön időszavokban zajlottak. Az egyes szállításokkal szinkronban, a kapott időket párhuzamosan összevettem a Google Maps útvonaltervező becsült menetidejével az adott időszakban.

### 25. ábra: Zalaegerszeg – Budapest útvonal 2021. 06. 15-én 21:39-kor



[Forrás: Saját forrás]

26. ábra: Zalaegerszeg – Budapest útvonal útvonal 2021. 06. 16-án 06:01-kor



[Forrás: Saját forrás]

Ahogy az ábrán is láthatjuk egy nap eltéréssel is jelentős eltérés tapasztalható ugyanazon útvonalon. Két időszámban, egy nap eltéréssel 18 perc eltérést tapasztalhatunk, amely pont elég lehet ahhoz, hogy a termelésbe időn kívül érkezzen meg az áru (pl. JIT/JIS esetén). A valós idejű mérések terén az volt a tapasztalat, hogy a sebességhatárok betartása mellett is pontos útvonalidőt adott a Google Maps. A valós mérések legfontosabb tanulsága az menetidő többszöri ellenőrzése volt. Az útvonaltervezők sajátossága, hogy a hátralévő útidőt folyamatosan újratervezi, azaz egy eredendően 2 óra 10 perces útidőt menet közben mindig újraszámolja a forgalmi viszonyokhoz viszonyítva. Egy példával élve, a Zalaegerszegen – Budapest távon teljes mértékben előfordulhat, hogy 1 óra 50 perc elteltével továbbra is 45 perc lesz a hátralévő menetidő lévén, hogy időközben forgalmi dugó alakult ki Budapest belvárosában, ami az eredeti 2 óra 10 perces útidőt 2 óra 35 percre növeli. A gyakorlati tapasztalat ezen felül azt mutatta, hogy ha nincs valamilyen közúti baleset vagy vis major probléma, akkor az online útvonaltervezők általi tervezhetőség teljes mértékben pontos Budapest belváros határáig. Az esetleges érkezés „kitolódása” az utolsó 10 km függvénye volt

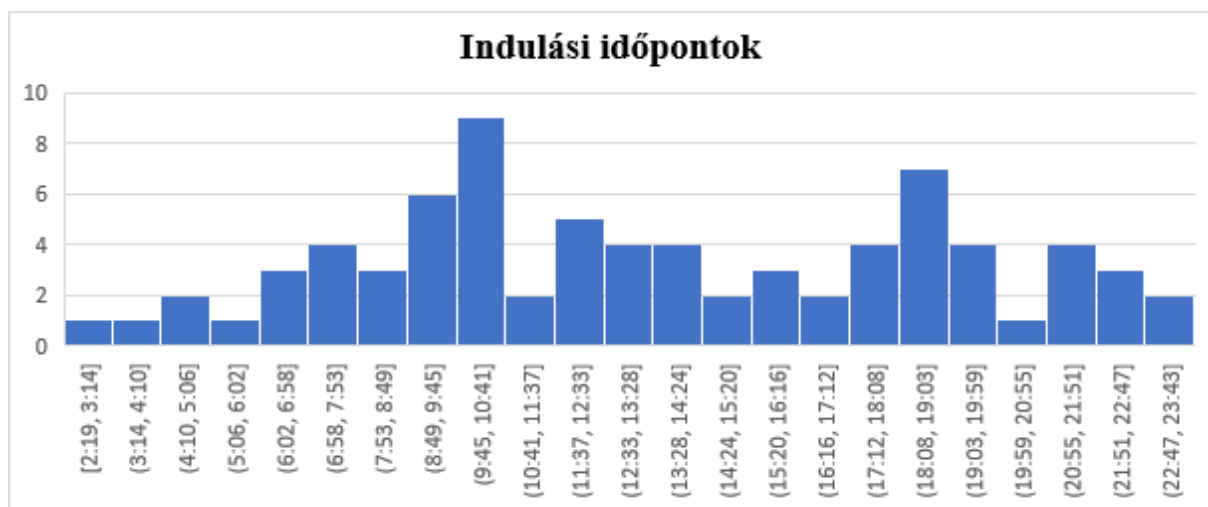
az esetek nagy többségében (több, mint 90%-a a megtett utaknak). A probléma áthidalására a Google Maps méréseket annyiban módosítottam, hogy elsőként megvizsgáltam az adott időpontban az útidőt, majd megfelelő idő elteltével megnéztem Balatonszentgyörgy (M7 csatlakozás), Siófok és végül Budapest beváros térségében a hátralévő menetidő alakulását. Amennyiben megnövekedett menetidő volt tapasztalható, a táblázat „Baleset” és „Megjegyzés” oszlopában jegyeztem fel az okot. Az anyagáram mérések összefoglalásaként viszont meg kell említeni, hogy az menetidő többszöri ellenőrzésével, egy teljes mértékben valóság-hű mintavételi módszert kaptam. Ennek megfelelően főként környezetvédelmi, mellékesen pedig az időbeni tényezőket is figyelembe véve, a fennmaradó méréseket Google Maps útvonaltervezővel vittem véghez.

## 7.1 Szimulációs mérések eredményei

A szimulációs modell kialakítása során a következő mért változókból indulunk ki:

- $m \in \{1, \dots, 12\}$  – út dátuma (hónap), diszkrét skála
- $t_0 \in \{0, \dots, 24\}$  – indulás időpontja (óra, perc, a modellben a perceket tört órákban adjuk meg az egyszerűsítés miatt), folytonos skála
- $t$  – menetidő (perc), folytonos skála
- $\phi$  – időjárási viszonyok (csapadék, hőmérséklet, szélsebesség)
- $\psi$  – rendhagyó körülmények (baleset, útzár, nagyobb torlódás), dummy

**27. ábra: Mért indulási időpontok az a vizsgált intervallumban**



[Forrás: Saját forrás]

A mintavétel során a reggel 9 órát és az este 18 órát határoztuk meg, mint frekventált indulási időpontokat, hiszen számos vállalat esetében van egy olyan jellemző időszak, amelyen belül rendszeresen útnak indítanak egy-egy szállítmányt. Az általunk korábban a kvalitatív mintavétel során vizsgált nyomdaipari vállalkozás esetében ez délelőtt 9 órát és délután 18 órát jelent, amelynél a nem eseti, állandó megrendelések teljesítése történik. A két frekventált időpontban történő mintavétel az eloszláson is látszódik, mivel az eloszlás a korábban említett két középpérték körül szóródik (9 és a 18 óra).

**27. táblázat: Indulási időpontok szóródása**

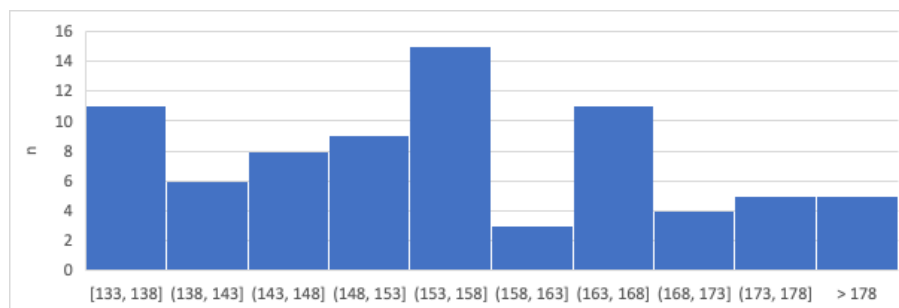
Descriptive Statistics										
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
depart	77	2:19	23:43	13:32	0:36	5:20	,048	,274	-,982	,541

[Forrás: Saját forrás]

\* $n=77$

A mért adatok felhasználásával állítottam elő a szimulációhoz szükséges adatbázist, amelyhez a Monte Carlo szimulációs technikát használtam. A mért adatokból magyaráztam, hogy milyen tényezők mekkora mértékben befolyásolják a menetidőt. Az **átlagos menetidő 156,7 perc**, ennél a középpértéknél tehát a mintát ketté bontottam, így az esetek 54,5%-a átlag alatti menetidővel rendelkezik, míg 45,5%-a átlag feletti menetidővel. A menetidő eloszlását a lenti hisztogram mutatja.

**28. ábra: Mért menetidők eloszlása**

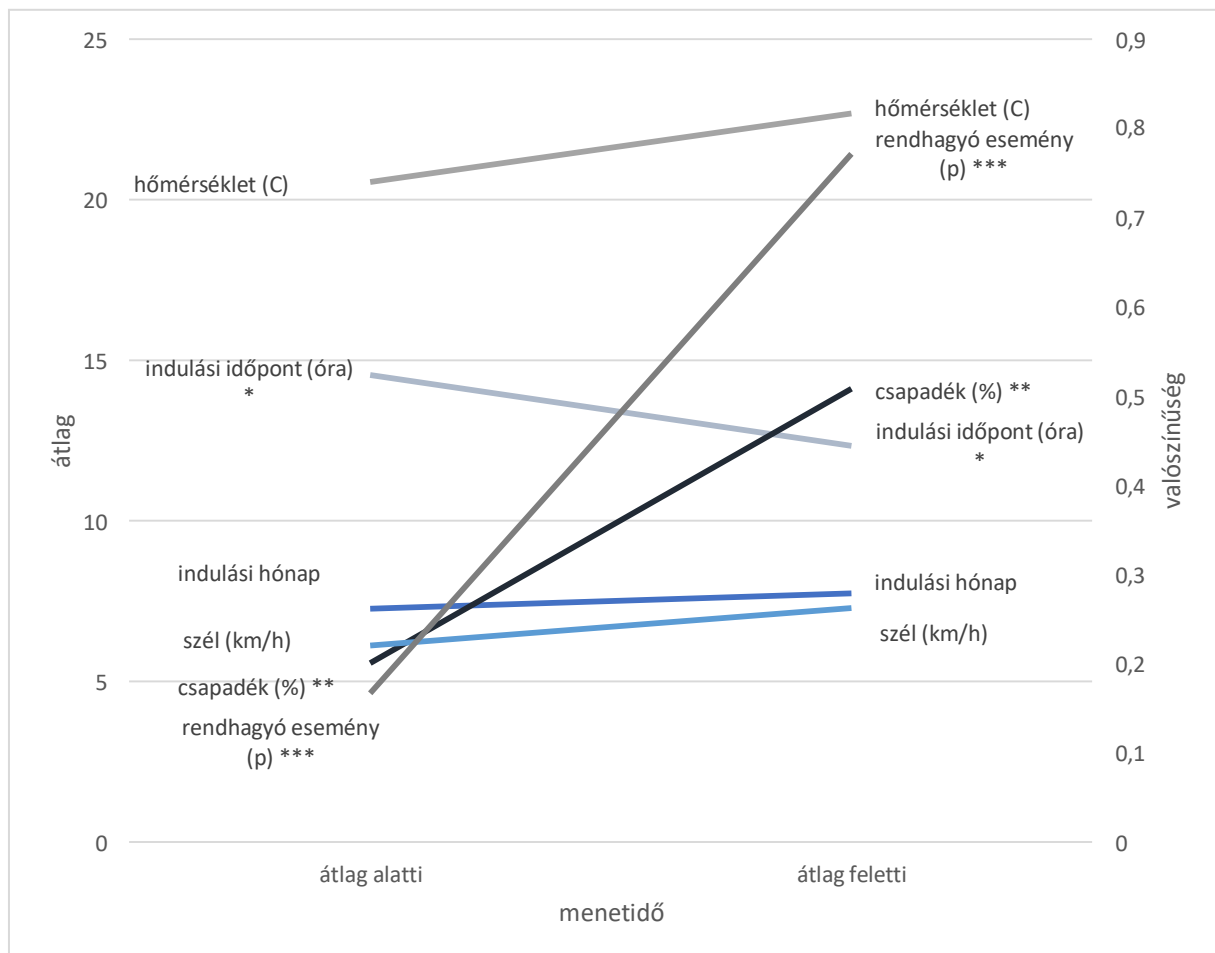


[Forrás: Saját forrás]

\* $n=77$

A vizsgálatba bevont magyarázó paraméterek átlagának alakulását mutatja a lenti grafikon a két vizsgálati csoportban. Jól látható, hogy míg a hőmérséklet és szélesség átlaga nem tér el jelentősen a két csoportban, addig az csapadék, az indulási időpont, és a rendhagyó események szignifikánsan eltérnek.

**29. ábra: Bevont paraméterek diszkriminanciaanalízise**



\*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

[Forrás: Saját forrás]

Ezek után a kutatás következő lépése az volt, hogy megvizsgáljam, hogy a mért tényezők milyen mértékben magyarázzák a menetidőt, amelyhez diszkriminanciaanalízist használtam.

Az indulás dátuma (hónap) önmagában indifferens, mivel az csak az időjáráson keresztül gyakorol hatást a menetidőre, ezért a modelltől ezt a paramétert kihagyjuk.

A diszkriminációanalízis során a Box-féle M teszt homogén varianciákra utal a csoportokban ( $p=0,067$ ), a kanonikus korreláció értéke pedig arra utal, hogy a modellbe bevont paraméterek összességében 68,7%-ban magyarázzák a menetidő alakulását. A modellből adódó egyetlen diszkriminancia-függvény szignifikáns és hatása jelentős (Wilk's  $\lambda=0,428$ ;  $p=0,000$ ). A lenti struktúra mátrixból látható, hogy a menetidőt leginkább a rendhagyó események, a csapadék és az indulás időpontja differenciálja. A kialakított **diszkriminancia függvény az esetek 83,1%-ban helyesen becsüli meg a menetidőt.**

A bevont paraméterek diszkriminanciafüggvényben szereplő súlyait az alábbi táblázatban is láthatjuk: Legnagyobb hatása menetidő mértékére a rendhagyó eseményeknek van, ennél jóval kisebb, de szintén jelentős a hatása a csapadéknak, illetve az indulás időpontjának. A szél sebessége, a hőmérséklet és indulás hónapja valójában indifferens.

**28. táblázat: Diszkriminanciafüggvény paraméterei a bevont változókon**

Diszkriminanciafüggvény  
paraméterei

Rendhagyó esemény	<b>,807</b>
Csapadék (%)	<b>,235</b>
Indulási időpont	<b>-,224</b>
Szél (km/h)	,165
Hőmérséklet (C)	,136
Indulási hónap	,125

[Forrás: Saját forrás]

Ahogy a korábbi grafikonon is (25. ábra), valamint az utóbbi táblázaton is (28. táblázat) látható az átlag feletti menetidő legerősebben a rendhagyó eseményekkel volt összefüggésben, az indulási időpont és a csapadék mellett. Ennek megfelelően ezzel a három paraméterrel magyarázzuk a modellt a következő lépésben. Fontos kiemelni, hogy a mért adatok önmagukban való vizsgálata nem elég ebben az esetben, mivel azok kevésbé terjednek ki a modellben foglalt statisztikai változó eseteinek összes kombinációjára, ezért van szükség a minta feldúsítására.

## 7.2 Szimulációs modell felépítése

A korábbi fejezetben választ kaptam arra, hogy melyek a legfontosabb paraméterek a modell tekintetében. Ezek alapján a szimulációs modellbe négy paramétert vonunk be, a magyarázott menetidőn kívül:

- Az indulás időpontját (DEPART)
- A rendhagyó események valószínűségét (BLOCK)
- Időjárás (WEATHER)

A szimulációs modell előállításának kettős célja van: egyrészt az MCMC szimulációhoz megfelelő számú bemeneti adatot generál (input-output pár), másrészt pedig képes arra, hogy azokat a megfigyelés okozta információ granulációt kiküszöbölje, tehát azokat a megfigyelési cellákat is képesek vagyunk így felolteni, melyek természetes okok miatt alacsonyabb töltöttségűek. Például kevés éjszakai indulás, vagy nem létezik minden indulási időpontra csapadékos és/vagy rendkívüli eseménnyel rendelkező utazás. Az adatbázis szimulációval azonban ez megoldható.

### *Indulási időpontok szimulálása*

A szimulált indulási idő olyan véletlen paraméterekkel rendelkező valószínűségi változó, melynek két csúcspont körül szóródik, úgynevezett bimodális eloszlással írható le. Az ilyen kétmódusú eloszlások eloszlásfüggvénye két csúccsal rendelkezik (lokális maximumok). Egyetlen véletlen szállítási időpont szimulációjához a következő paraméterekből indulunk ki (melyekhez a mért adatok eloszlásából következtetünk:

**29. táblázat: Indulási időpontok szimulációja**

Legvalószínűbb indulási napszak (délelőtt; délután): $X$ valószínűségi változó, mely binomiális eloszlást követ	$P(X = k) = \binom{n}{k} \times p_1^k \times p_2^{n-k}$
A délelőtti indulás valószínűsége ( $i = 1$ )	$p_1 = 0,6$
A délutáni indulás valószínűsége ( $i = 2$ )	$p_2 = 0,4$
A napszakon belüli indulási időpont normál eloszlású valószínűségi változó	$D \sim N(E(t_0)_i; \sigma_i)$
Délelőtti indulási időpont várható értéke ( $i = 1$ )	$E(t_0)_1 = 9$

Délutáni indulási időpont várható értéke ( $i = 2$ )	$E(t_0)_2 = 18$
Délelőtti indulási időpont szórása ( $i = 1$ )	$\sigma_1 = 2,5$
Délutáni indulási időpont szórása ( $i = 2$ )	$\sigma_2 = 2,5$
Délelőtti indulás valószínűsége ( $i = 1$ )	$P_1 = 0,6$
Délutáni indulás valószínűsége ( $i = 2$ )	$P_2 = 0,4$

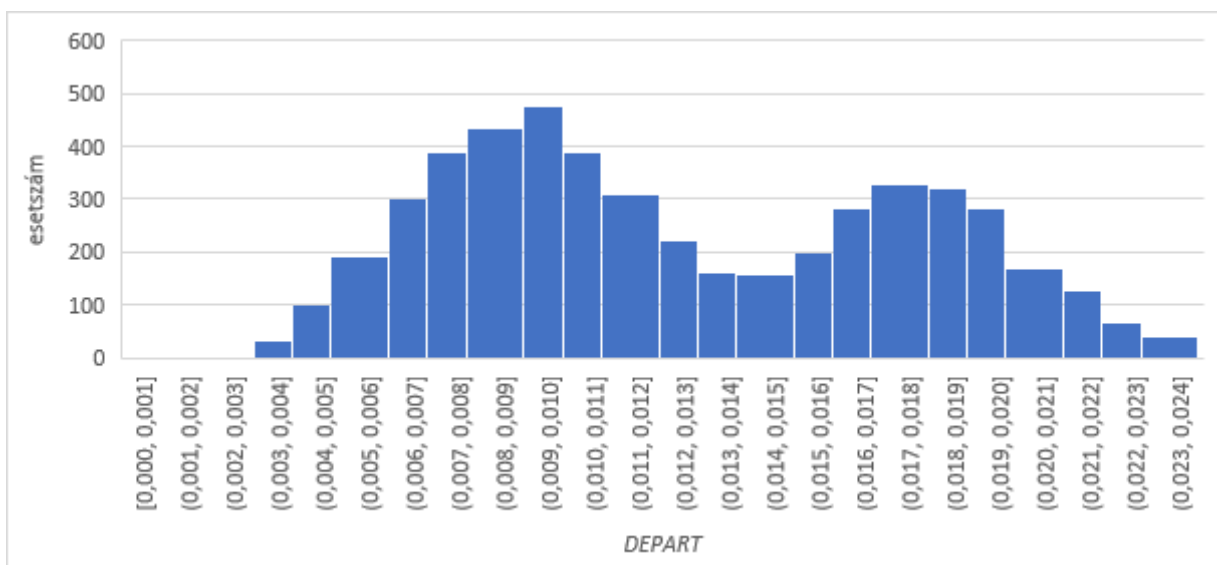
[Forrás: Saját forrás]

A szimulált indulási időpontot nevezzük DEPART-nak nevezzük. Ezt egy „VAGY” függvénnyel tudjuk megadni, ahol a függvény a két alternatíva közül azok bekövetkezési valószínűsége szerint választ:

$$DEPART = \begin{cases} N(E(t_0)_1; \sigma_1) & \text{HA } \xi \leq p_1 \\ N(E(t_0)_2; \sigma_2) & \text{HA } \xi > p_1 \end{cases}, \text{ ahol } \xi \in \{0, \dots, 1\} \text{ véletlen szám}$$

5.000 indulási időpontot szimulálva az alábbi eloszlást kapjuk, ahol jól megfigyelhető a bimodális eloszlás.

**30. ábra: Szimulált indulási időpontok eloszlása**



[Forrás: Saját forrás]

\* $n = 5\,000$



### 31. ábra: Szimulált indulási időpontok Excelben történő megvalósítása

Egy utazás szimulálása

	Reggel	Este
várható érték	9	18
szórás	2,5	2,5
Valószínűség	0,6	0,4

	Indulási idő
1.	<code>=VÁLASZT(HA(VÉL()&lt;=\$C\$8;1;2);(NORM.INVERZ(VÉL();\$C\$6;\$C\$7));(NORM.INVERZ(VÉL();\$D\$6;\$D\$7)))</code>
2.	9,637
3.	10,483

[Forrás: Saját forrás]

#### Rendhagyó események szimulálása

A mérések alapján a rendhagyó események (baleset, útzár, nagyobb torlódás) valószínűsége magas, az összes mérés tekintetében 44,16%-os eséllyel fordul elő egy út során, átlag alatti menetidő esetében ez a valószínűség csupán 16,6%, átlag feletti esetben azonban 77,1%. Tekintve a mért adatokat a rendhagyó eseményeket olyan binomiális eloszlású valószínűségi változónak tekintjük, melyek bekövetkezési valószínűsége 44,2%:

$$\psi \sim B(n; p)$$

Az  $\alpha$  határérték pedig véletlenszerű, a Bernoulli-kísérletek száma:  $n=1$ .

#### Időjárási körülmények szimulálása

A mérésekből tudjuk, hogy az esetek kétharmadában (57,5%) egyáltalán nem volt csapadék vagy elhanyagolható mennyiség esett ( $\leq 5$ mm). Amikor azonban esett, akkor átlagosan 29 mm, ám jelentősen ez a csapadékszint sem növelte önmagában jelentősen a menetidőt (átlagban 3-4 perc). Azonban 30 mm csapadék felett már jelentősen, 20 perccel nő az átlagos menetidő. Ezen jellegzetességekből arra következtünk, hogy a csapadék eloszlása asszimmetrikus,  $\beta$ -eloszlást követ. Mivel a mért adatok elemzése azt mutatja, hogy a menetidő független a hőmérséklettől és a szélsébségtől, így ezeket nem vonjuk be a szimulációs modellbe.

A minta  $\beta$ -eloszlást leképeztük a szimulációs adatbázisban is a következő paraméterekkel:

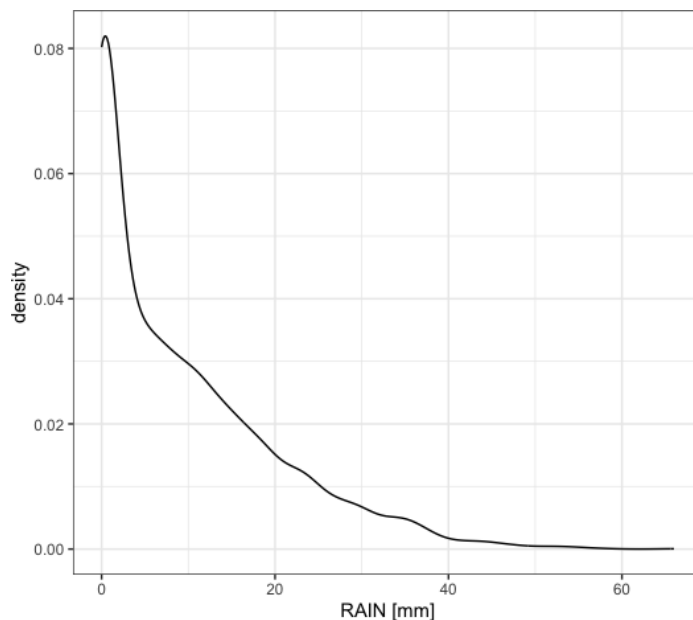
$x = \text{véletlen}$

$$\alpha = 2; \beta = 10; A = -10; B = 100$$

Ezek a paraméterek a megfigyelések alapján alakultak ki, így reprezentálható a valóságban is megfigyelhető  $\beta$ -eloszlás.

Ahogy a lenti ábrán is láthatjuk, a csapadék sűrűségfüggvénye alapján a legnagyobb valószínűsége a 0 mm csapadéknak van. A csapadékmennyiség növekedésével fordított arányosságban csökken az előfordulási valószínűség is.

**32. ábra: Csapadék sűrűségfüggvénye**

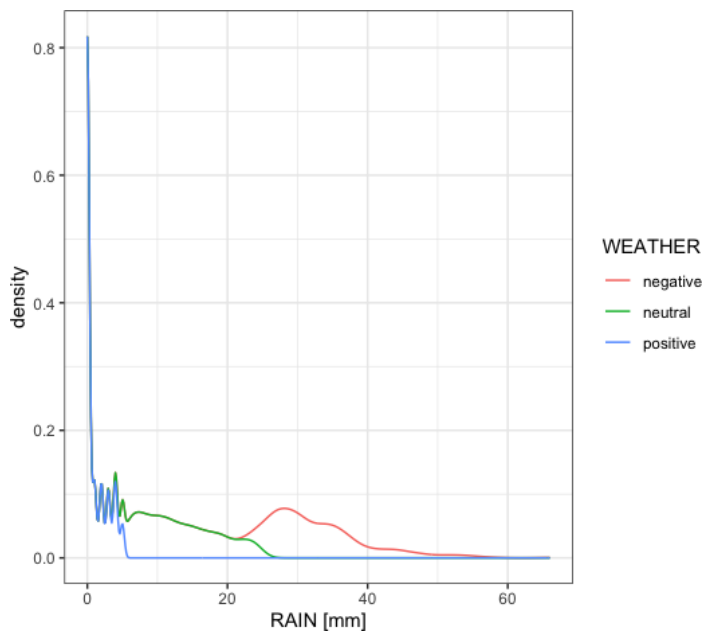


[Forrás: Saját forrás]

A csapadékkal kapcsolatos paramétert ezek alapján diszkrétte transzformáltam az alábbiak szerint:

$$RAIN = \begin{cases} \langle \text{kedvező} \rangle, & \text{ha } \phi \leq 5\text{mm} \\ 5\text{mm} < \langle \text{semleges} \rangle, & \text{ha } \phi \leq 30\text{mm} \\ \langle \text{kedvezőtlen} \rangle, & \text{ha } \phi > 30\text{mm} \end{cases}$$

### 33. ábra: Transzformált csapadék sűrűségfüggvény



[Forrás: Saját forrás]

A fenti ábrán is látható, hogy az ideális esetek előfordulási valószínűsége alapvetően nagyobb, mint a semleges vagy negatív állapot előfordulásának valószínűsége.

#### *Menetidő szimulálása*

A menetidő felépítéséhez 3 magyarázó paramétert vezetünk be a szimulációs modellbe:

- Indulási időpont (DEPART)
- Rendkívüli esemény (BLOCK)
- Időjárás (WEATHER)

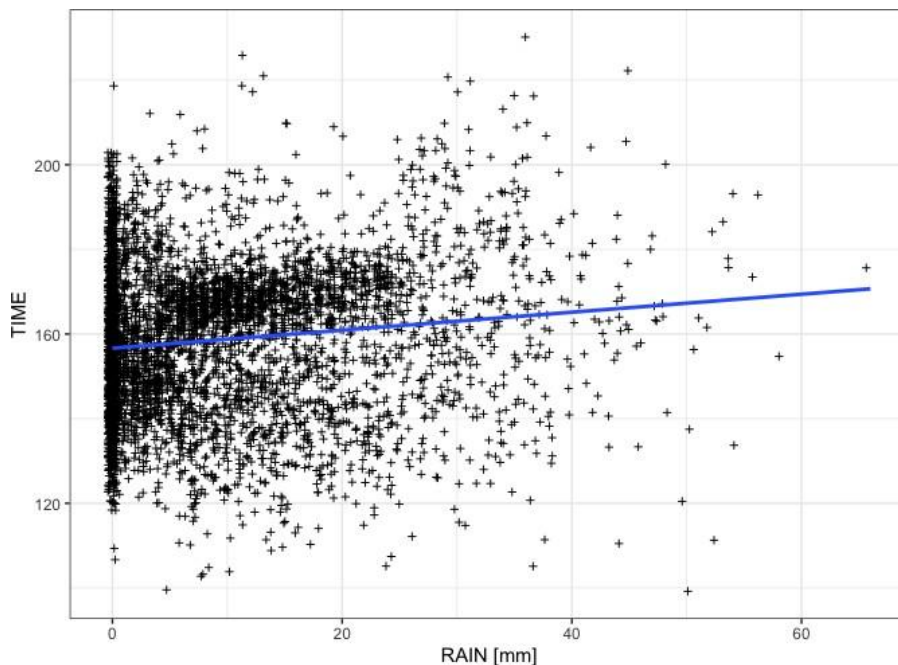
A menetidő egy normál eloszlású véletlen valószínűségű változó, ahol az eloszlás paramétereit a mért adatokból vettük (átlag szórás), egy korrekciós tényezővel kiegészítve, amely az indulás időpontjának a hatása az utazási időre. Ez abban az esetben érvényes, ha nincs rendkívüli esemény (BLOCK).

Ha van rendkívüli esemény (BLOCK), akkor a menetidő normál eloszlású véletlen valószínűségű változó, ahol az eloszlás paramétereit a mért adatokból vettük (átlag szórás), csak hogy az átlagot a mért adatokra illesztett lineáris trendből vettük, ugyanis itt egy jól illeszkedő regressziós modell alapján jól becsülhető a menetidő. ( $r^2 = 0,526$ ,  $p = 0,000$ ,  $B\acute{e}ta = 0,256$   $c = 165,628$ ;  $x$ : eső mm-ben)

### *Szimulációs adatbázis előállítása*

Ahogy korábban már említésre került az eredeti mérések feldúsításával 5 000 adatot tartalmazó adatbázist hoztam létre. Az adatbázis létrejötte után az egyes eloszlásokat többféle módon jelenítettem meg, pl. az indulási idő az időjárás függvényében, az indulási idő a rendhagyó esemény függvényében, valamint menetidő és rendhagyó esemény. Ezt követően ezeket egymásra vetítve is vizsgáltam. (Az eredményként kapott diagramok a mellékletben találhatóak.) A következő részben az adatvizualizáció során kapott legfontosabb diagramok kerülnek bemutatásra. (33-34. ábra)

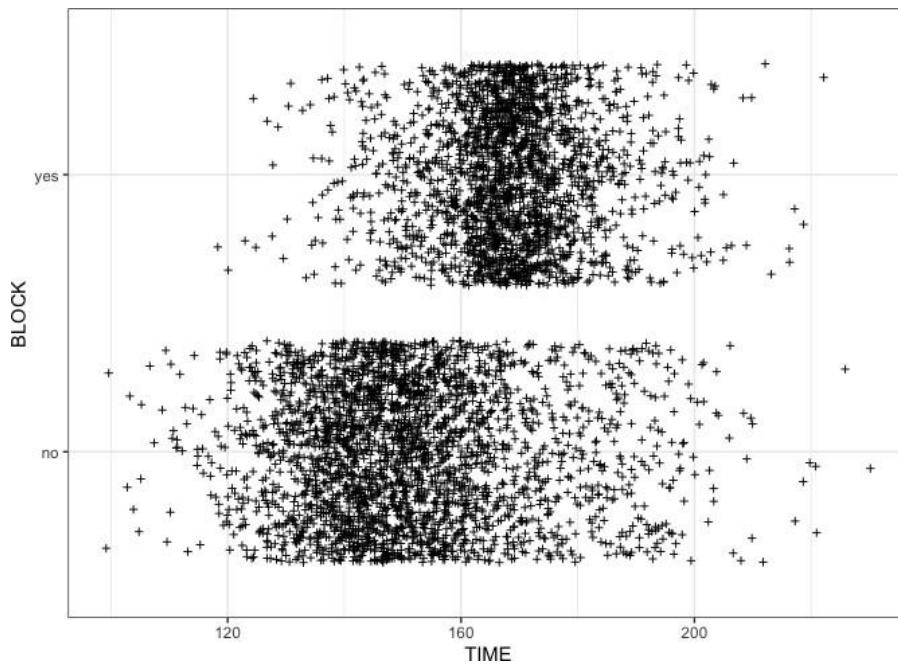
**34. ábra: Menetidő eloszlása a csapadék függvényében**



[Forrás: Saját forrás]

Látható a rendkívüli események hatása is a lenti ábrán, a pontok szóródási, illetve koncentrációs tartományának eltolódása jelzi a rendkívüli események menetidőre gyakorolt hatását.

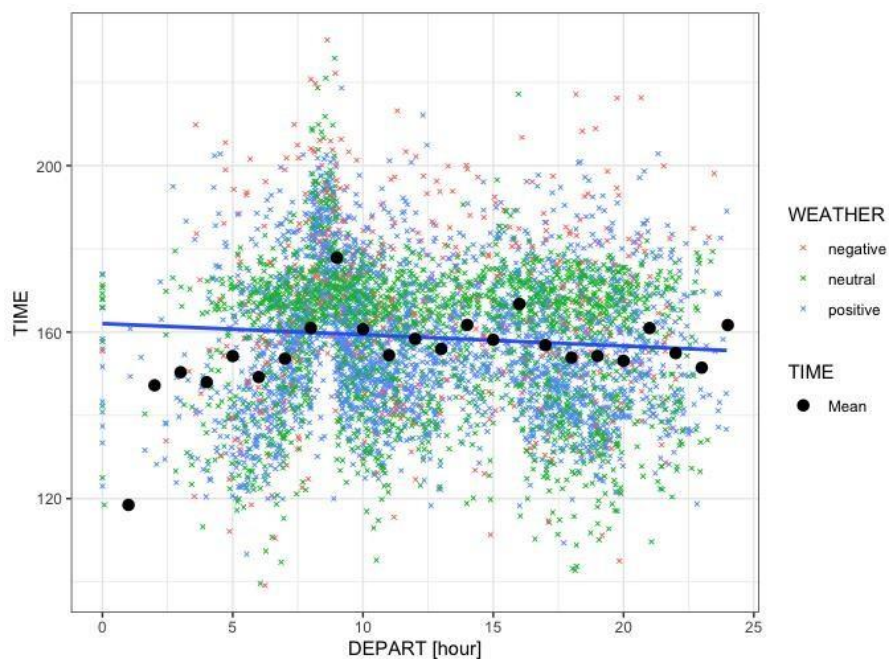
**35. ábra: Menetidő eloszlása a rendhagyó események függvényében**



[Forrás: Saját forrás]

Az alábbi ábrán pedig az összes bevont paraméter együttes hatása látható. Az eddigiekhez képest újdonság az indulási idő hatásának modellezése. Jól kivehető, hogy a menetidő jelentősen megugrik a reggeli órákban történő indulás esetén. A kék vonal szintén a trendet mutatja, míg a sötét pontok az adott indulási órában számított érkezési idők átlagát.

**36. ábra: Szimulációs adatbázis teljes eloszlása**

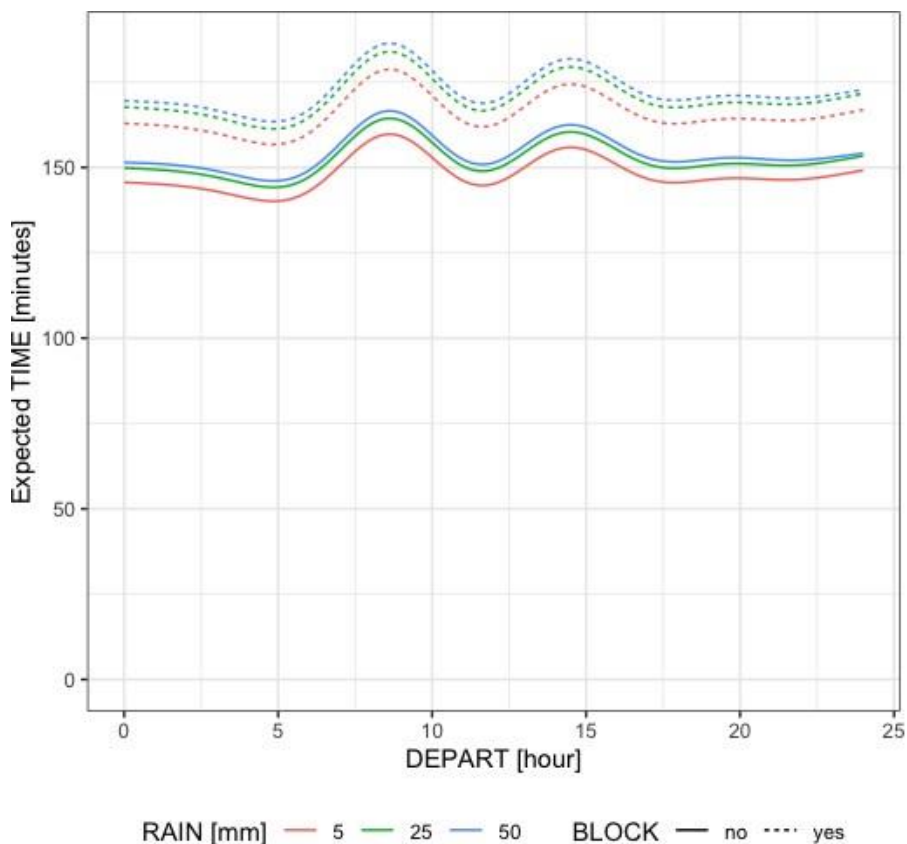


[Forrás: Saját forrás]

### 7.3 Szimuláció

Az adatbázis vizsgálata után a menetidő szimulációs megoldása következett a kutatás következő lépéseként. A korábban meghatározott valószínűségekből felállítottam az adott esetekre a szimulált menetidőket, amelyeket szintén különböző diagramok keretében vizualizáltam. (A valószínűségi eredményeket bemutató diagramok a mellékletben találhatóak.) Az egyes valószínűségek meghatározása után egy minden dimenziót tartalmazó szimulációt készítettem, amelynek eredménye a lentebb található 36. és 37. ábrán láthatóak. A szimulált adatbázisból ezután összeállítottam a szimulációs modellt, amihez a generált 5000 elemű sokaságból egy rétegzett véletlenszerű mintát vettem: minden indulási órából 24 elemet választottam ki, figyelembe véve a BLOCK és a WEATHER kimeneteit, oly módon, hogy az esetek és körülmények minden lehetséges kombinációja bekerüljön a szimulációs modell mintájába.

**37. ábra: Menetidő szimulációja a Zalaegerszeg- Budapest útvonalon**

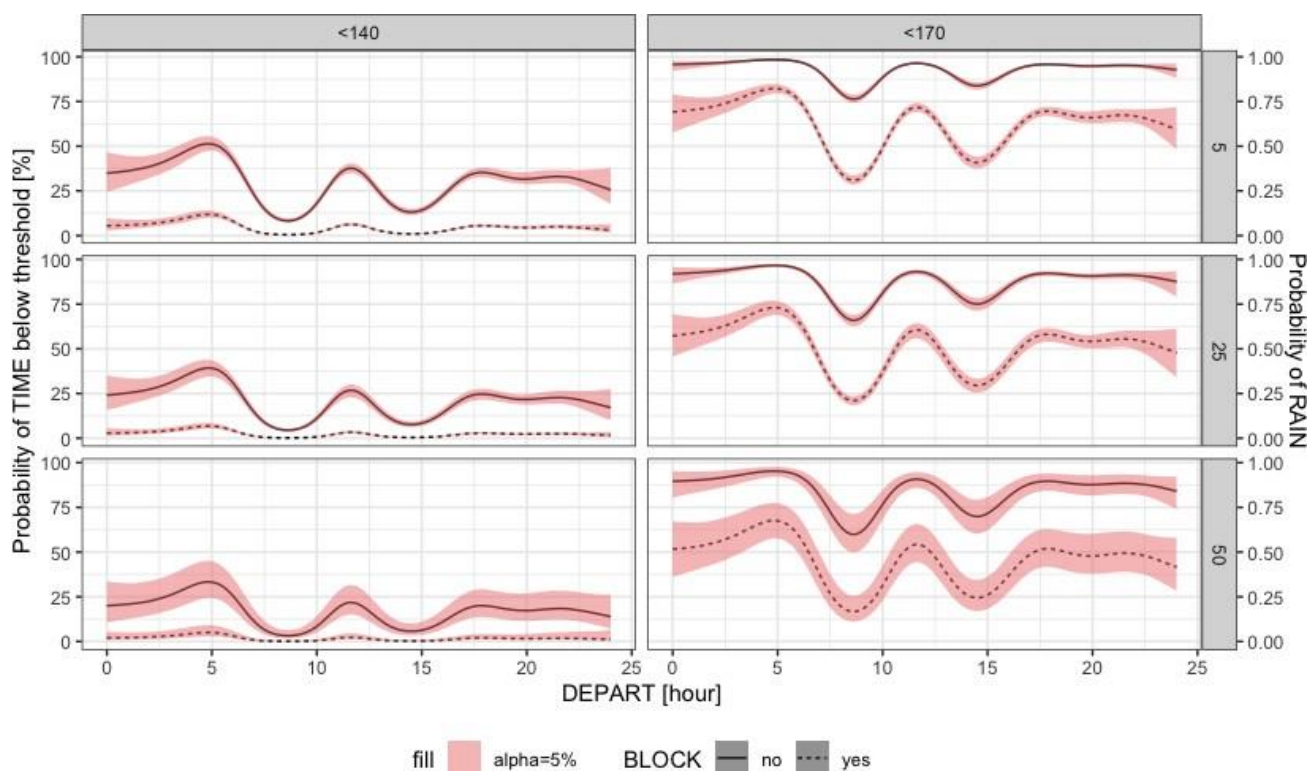


[Forrás: Saját forrás]

A 36. ábrán a rendhagyó esemény szerinti szimulált, illetve a szimulációból becsült várható értékét (expected) láthatjuk a menetidőnek figyelembe véve a csapadékmennyiséget és az indulási időpontokat. A mintán jól kivehető, hogy rendhagyó esemény esetén (yes) a felvett adatok a 160 és 200 perc közé tolnak át nagy többségben. Ebből jól látható az indulási idő hatása, illetve az útzár jelentősebb hatásai, valamint az is, hogy a 25 mm-t meghaladó csapadék már érdemben növeli a menetidőt, azonban a nagyobb csapadék egyre kisebb arányban rontja a menetidőt.

A Bayes megközelítés segítségével összegeztem a szimulációs modellből kapott eredményeket. Itt azt vizsgáltam, hogy bizonyos események esetén (indulási idő, csapadék, rendkívüli esemény) hogyan alakul annak a valószínűsége, hogy a menetidő nem haladja meg a 140 perces küszöbértéket, illetve a 170 perces elméleti küszöböt. Jól látható, hogy az útzár harmadával, felével csökkenti ezt a valószínűséget, illetve hogy a forgalmi csúcsidőben történő indulás is jelentősen csökkenti az alacsony menetidő valószínűségét.

**38. ábra: Menetidő szimulációja hibahatárral kiegészítve**



[Forrás: Saját forrás]

\* $n = 5\ 000$



A kutatás során az egyik legfontosabb központi kérdés volt, hogy milyen módon tudunk felépíteni egy olyan modellt, amelynek szimulációja megmutatja, hogy mely időszakok ajánlottak és kerülendők a beszerzést és közúti szállítást illetően. A hipotézis második felében pedig azt fogalmaztam meg, hogy matematikai eszközök segítségével meghatározható-e az a szimulációs megoldás, amely alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására. Annak tükrében, hogy létrehoztuk az erre alkalmas modellt, valamint a szimuláció segítségével megkaptuk a várt eredményt, azaz predikciót az adott nap, adott körülmények melletti menetidejére, ezért **H4 hipotézist** elfogadom, **amelyből így tézis lett (T4)**. Ennek megfelelően kimondhatjuk, hogy a vállalkozások logisztikai folyamatai modellezhetőek belső folyamatokból kiindulva, a modellen végzett szimuláció pedig alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására.

**39. ábra: Menetidő-becslés Zalaegerszeg-Budapest útvonalra**

<b>Becslés</b>			
DEPART =	10,5	óra (0-24)	
BLOCK valószínűsége =	0,6	%	
RAIN (mm) =	10	mm	
<b>Várható menetidő =</b>	<b>159,805448</b>	perc	R-sq = 0,758
Standard hiba =	1,85091441		
<b>Menetidő alsó =</b>	<b>156</b>	perc	
<b>Menetidő felső =</b>	<b>164</b>	perc	

[Forrás: Saját forrás]

A szimuláció segítségével 2023. 09. 23-án 10 óra 30 percre az alábbi menetidő-becslést tudtam megadni (39. ábra). Az eredményeket több alkalommal teszteltem stopperes mérés segítségével és minden esetben a hibahatáron belül érkezés történt. Természetesen ennek mélyebb szintű tesztelése (akár több ezer mért adattal), egy következő feladat lesz, amely meghaladja a jelenlegi értekezés célrendszerét.



## 8. Összefoglalás és javaslatok

A dolgozat elején megállapításra került, hogy az ellátási láncok szimulációja egy komplex, több tényezős feladatot jelentenek, amellyel azonban mégis érdemes foglalkozni, hiszen a megfelelő megoldással nagy versenyelőny érhető el. Ennek megfelelően célul tűztem ki, hogy megvizsgáljam annak lehetőségét, hogy kivitelezhető-e egy olyan szimuláció az ellátási lánc tekintetében, amely vállalkozásokon belüli adatokból indul ki.

### *Következtetések*

Az eredményeket és a dolgozatot a következőképpen tudom összefoglalni: Elsőként megvizsgáltam a kutatási téma kontextusát, a vállalatirányítási szoftverek működését, a legfrissebb trendeket, valamint a korábbi ellátási lánc szimulációk szakirodalmát is. A szakirodalom kutatás során levontam a következtetéseket, prezentáltam a téma jelenlegi kutatottságát, a lehetőségekhez mérten ütköztettem a fő megközelítéseket. Ezt követően a korábban meghatározott módszertan szerint haladva kvalitatív mintavételt hajtottam végre. A mintavétel során nemcsak, hogy megismertem az általános logisztikai helyzetképet, de a félig strukturált interjúk segítségével meg tudtam határozni a szimulációs modell felépítéséhez szükséges mérendő változókat is. Előzetesen legalább 10 interjú lefolytatását tűztem ki célul olyan Zala Megyei vállalkozások vezetőivel, ahol 10 főnél többen dolgoznak, valamint jelentős anyagárammal bírnak. Az alábbi célkitűzést sikerült teljesíteni és ténylegesen is 10 interjút folytattam le.

Az eredmények tekintetében érdemes kiemelni, hogy a válaszadók közül 5 cégnél minden 10 szállításból 1 alkalommal, míg 3 cégnél 3 alkalommal van késés, 2 cégnél pedig nem volt késés tapasztalható. Ez nagyjából az esetek 10%-át jelenti összesítve. A beszerzéseknél még rosszabb volt a helyzet, ahol ugyanez a késési arány 20% volt. A kutatás ezen pontján már egyértelműen látszott, hogy a helyi ellátási láncban jól mérhető és jelentős késések vannak. A vis major problémák tekintetében természetesen előtérbe kerültek a COVID és a Brexit okozta hatások is. A teljes összkép viszont ettől függetlenül is azt mutatta, hogy a helyi vállalkozások rendszeres késésekkel küzdenek, amelyekhez a jobb lehetőség hiányában egyszerűen hozzászoktak, illetve alternatív útvonalak keresésével próbálják megoldani a problémát, ami viszont az utak telítettsége miatt nem működik. A helyzetképet a kvalitatív eredmények alapján tehát úgy összesíthetném, hogy egy erős igény mutatkozott az új megoldásokra. Az ellátási láncokra ható tényezők közül várható módon a közút szerepe volt kiemelkedő a válaszoknál, de az időjárás és a vis major tényezők is aktívan megjelentek.

A kvalitatív kutatást követően egy kérdőíves mintavétel következett, amelynek központi eleme az volt, hogy mélyebben megismerjem a kutatási probléma jelentőséget, szignifikancia szintjét, kezelhetőségét, a megoldási igényeket, valamint az esetleges szoftvermegoldás stratégiai elhelyezkedését. A kérdőíves lekérdezés során Zala Megyei vállalkozásokat szólítottam meg a fent említett kérdések megválaszolására. A kiküldött 1000 felkérésre, 147 cégtől érkezett válasz, akik teljes mértékben kitöltötték a kérdőívet.

T1 tézis esetében a válaszadók 67% részben volt elégedett, míg 13 % egyáltalán nem volt elégedett logisztikai folyamataival, valamint 49,66 % tekinti a logisztikai folyamatainak működését az átlagnál rosszabbnak, amihez párosítva 64,58% igényelne egy új döntéstámogató szoftvert. Ennek kapcsán egyértelműen kijelenthetővé vált, hogy nem valamilyen rejtett problémákról beszélünk, hanem az érzékelés szintjén is megjelenő, tényleges hátráltató tényezőkről, amivel kapcsolatban a vállalkozások ténylegesen várják a technológia fejlődését az esetleges megoldások tekintetében.

A dolgozat második, nagy kvantitatív részében az elégedetlenség törzs-okait vizsgáltam. A válaszadó vállalkozások szinte mindegyikénél tapasztalhatóak rendszeres késések, jellemzően 5-25 alkalommal 100 esetre vetítve, valamint az esetek többségében (51,02%) ezek a késések valamilyen befolyásoló erővel bírtak. A tézis kapcsán így lényegében elmondható, hogy a korábbi elégedetlenség nem valamilyen általános negatív attitűd eredménye, illetve nem valamilyen elhanyagolható hibák feletti felesleges aggodalom, hanem a helyi vállalkozásokon erős nyomás van a fennakadásokból kifolyólag. Ha közelebbről megvizsgálunk egy-egy vállalkozást, akkor az anyagáram tekintetében ritkák a teljesen problémamentes időszakok. A tézis kapcsán az is világosan kirajzolódott, hogy a hibák egy része nagy volumenű és jelentőségteljes probléma. Az eredmények tükrében egyértelműen kijelenthetjük azt is, hogy a cégek nagy többsége nem zárkózna el a logisztikai folyamatai újratervezésétől sem.

A kvantitatív eredmények harmadik része a SEM modell felépítése volt, szintén a megyei helyzetkép megismerése érdekében, kiemelve a szimulációs megoldások használatának vizsgálatát. A teljes modellt vizsgálva azt az eredményt kaptam, hogy a helyi vállalkozások az IT kapacitásaikat, illetve az infrastruktúrát és a technológiát a maximum hatékonyság alatt használják. A nem megfelelő használatból eredően logisztikai rendszerproblémák jönnek létre, ez pedig közvetlen operatív károkhoz vezet. Mindezek alapján megállapításra került, hogy a - a helyi vállalkozások informatikai támogatottsága és kapacitásaik hatékonysága rendszerszinten közvetlenül befolyásolja logisztikai folyamataikat,

amelyekben az alacsony hatékonyság működési károkat okoz. A tézis teljes körű elfogadásához az operatív károk és a fejlesztési igények közötti kapcsolat nem került egyértelműen bizonyításra. A válaszok újbóli ellenőrzésénél jól látható volt, hogy a kapcsolat ellentétes iránya (azoknak a vállalkozásoknak van szüksége a döntéstámogató szoftverre, amelyek jó anyagi helyzetben vannak, logisztikai folyamataik megfelelőek) abból eredt, hogy a prosperáló cégek folyamatosan keresik az új lehetőségeket. Valamilyen szinten logikus, hogy ez az eredmény született, hiszen ezek azok a cégek, akik anyagi háttérük miatt megtehetik az új eszközök alkalmazását, valamint a logisztikai folyamataik zökkenőmentes üzemelése is részben abból ered, hogy folyamatosan keresik és adaptálják az új megoldásokat.

A kutatás végső és legfontosabb fejezete a szimuláció volt. Ezen belül a központi kérdés az volt, hogy milyen módon tudunk felépíteni egy olyan modellt, amelynek szimulációja megmutatja, hogy mely időszakok ajánlottak és kerülendők a beszerzést és közúti szállítást illetően. A modell felépítéséhez stopperes és Google Maps méréseket végeztem Zalaegerszeg-Budapest útvonalon. A mérésekből Monte Carlo módszerrel szimulációs modellt hoztam létre ezek után, míg végül Markov-lánc megközelítéssel megalkottam a modell szimulációs megoldását. Az eredményeken belül, a valóságban is létrejött egy olyan eszköz, amely vállalkozásokon belüli adatokból kiindulva predikciót ad a várható útidőre, így alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására.

#### *A kutatás új és újszerű eredményei*

Ahogy korábban már kifejtettem, a kutatási probléma (research gap) a vállalkozásokon belüli adatokból kiinduló szimuláció használati lehetőségeinek vizsgálatát fedi le. Ezen belül a lényegi problémát az jelenti, hogy **a megnövekedett úthálózati terhelésnek** köszönhetően a mindennapi **logisztikai folyamatok menedzsmentje egyre nehezebbé válik**, amivel szemben még nem **született olyan szimulációs eredmény**, amely a vállalkozásokon belüli adatokból indul ki és alapja lehet egy jövőbeni **döntéstámogató szoftvernek**. Ennek megfelelően a dolgozat primer kutatási részének első felében azt vizsgáltam, hogy miként jelentkezik a szakirodalomban megismert úthálózati terheltség és logisztikai nehézségek a kutatási területen, azaz Zala Megyében. Ezen belül bemutattam a folyamatokkal való elégedettséget, a főbb problémaforrásokat, a fennakadások és késések szignifikanciáját és hatásait. A folyamatokkal való elégedettség tekintetében elmondható, hogy a helyi

vállalkozások nagy többsége mutatott elégedetlenséget a jelenlegi logisztikai folyamataival kapcsolatban. Az esetleges döntéstámogató szoftvert pedig a válaszadók közel kétharmada venné igénybe, így összesítve elmondható, hogy egy ténylegesen is létező igény mutatkozik a folyamatok újratervezésére.

### *1. megállapítás:*

- A kutatáson belül beigazolódott, hogy a helyi vállalkozások elégedetlenek jelenlegi logisztikai folyamataikkal, illetve tényleges igény mutatkozik az újratervezésre és egy döntéstámogató szoftver használatának.

A megállapítás újszerűségét több szemszögből lehet megközelíteni. A kutatás szempontjából az egyik alapvető feladat az volt, hogy rálátást kapjak a jövőbeni kutatás létjogosultságára, azaz arra kerestem a választ, hogy szoftveres újratervezésre van-e bármilyen igény. Emellett viszont a fent leírt research gap szempontjából is fontos információkhoz jutottam, azaz az eredmények egyértelműen igazolták, hogy a helyi ellátási lánc menedzsmentje nehézségekkel küzd. Továbbmenve pedig azt is érdemes kiemelni, hogy olyan szintű elégedetlenségre derült fény, amely keretében a vállalkozások a saját folyamataik fizikai újratervezésére is hajlandóak lennének. Az újszerűség szempontjából ez mindenképp kiemelendő, hiszen ahogy számos kutatás rávilágított, a vállalkozások csak a legvégső esetben hajlandóan meglévő – hosszú időn át optimalizált – rendszereik teljes újratervezésére. (Bikfalvi et al. 2009)

Az értekezés következő szegmensében a fennakadások gyakoriságát és jelentőségét vizsgálva arra jutottam, hogy a válaszadók szinte mindegyikénél van valamilyen kérés, amelyeknek a fele lényegében erős befolyásoló hatással bír. Ennek kapcsán kijelenthető, hogy a korábban mért elégedetlenség a folyamatok mélyebb vizsgálata során lényegében igazolást nyer. Nemcsak egy általános elégedetlenségről és fejlesztési igényről van szó, hanem az eredmény mögött jól mérhető fennakadások állnak.

### *2. megállapítás:*

- A Zala Megyei mindennapi logisztikai folyamatok tekintetében jelentős gyakorisággal és magas szignifikancia mellett tapasztalhatók kérések és fennakadások. Ezek nagy többsége tényleges befolyásoló erővel bír.

Ahogy korábban már említettem jelen esetben a kéréseket a válaszadók megítélési szintje szerint kezeltem. Minden kiszolgálási színvonalbeli problémát kérésnek kezeltem, amelyet a válaszadó vállalkozás annak tartott. Ezeknek a nem megfelelő teljesítéseknek a további

vizsgálata viszont jelenleg felderítetlen, ezért Horváth és társai kutatásának megfelelően, a mélyebb törzs-okok vizsgálata jövőbeni feladat lehet. (Horváth, 2004) A kutatás ezen eredményét érdemes összevetni Benedek (2014) készült kutatásával is, ahol a közúti terhelés okozta következmények jelentős anyagi kárt jelentenek a helyi régió gazdaságának és környezetének. Ezen belül az a szegmens is további vizsgálatot kíván, hogy ez a globális jelenség miként van jelen a megyében? Mennyire köszönhető a jelentős késési nagyságrend, szignifikancia és a befolyás a közúti hálózat leterheltségnek? (Benedek Z., 2014) Ettől függetlenül viszont a kérdés megválaszolásával valós képet kaptam arról, hogy szükség van egy jelentős logisztikai újratervezésre a térségben.

A dolgozat harmadik szekciójában, SEM modell segítségével egy átfogó helyzetképet is meg tudtam ismerni, ahol az ok-okozati hatásokat is mélyebben feltérképeztem. Az eredmények tekintetében kijelenthető, hogy a helyi vállalkozások az IT kapacitásaikat nem aknázzák ki, optimum alatt használják. Az ebből eredő nem megfelelő logisztikai működés pedig rendszerproblémákat okoz, amely pedig közvetlen operatív károkhoz vezet.

### *3. megállapítás:*

- A helyi vállalkozások az IT kapacitásaikat optimum alatt használják, az infrastruktúra és a technológia nincs megfelelően kiaknázva a legtöbb esetben. A nem megfelelő használat logisztikai rendszerproblémákat okoz, amely pedig közvetlen operatív károkhoz vezet.

### *4. megállapítás:*

- Azok a helyi vállalkozások, amelyek megfelelő gazdasági adottságokkal rendelkeznek, sokkal többet fordítanak a stratégiai és operatív tervezésre. Ez lényegében azt eredményezi, hogy az erős háttérrel rendelkező cégek kiemelt figyelmet fordítanak a tervezésre, illetve folyamatosan keresik a hatékony működés új megközelítéseit, amelyek eredményeként a működési káraik alacsonyan maradnak.

A probléma áthidalásának igényei viszont ellentétesen vannak jelen, azaz azok a vállalkozások mutatnak igényt a fejlesztésre, amelyek hatékonyan használják az IT infrastruktúrát, azok a cégek pedig, amelyek nem megfelelően használják, nem mutatnak igényt a fejlesztésre. Ez részben abból ered, hogy a prosperáló cégek az állandó fejlesztés-keresésből adódóan működtetik megfelelően a logisztikai rendszerüket, míg a rosszabb helyzetben lévő vállalkozások, vagy nem foglalkoznak az új megoldásokkal vagy pedig egyszerűen nincs erőforrásuk a bevezetésre.

## 5. megállapítás:

- A válaszadók egy másik csoportja a súlyos operatív károk ellenére sem keresi új fejlesztési eszközöket. A válaszok alapján beigazolódott, hogy azok a cégek szenvednek leginkább működési károkat, amelyek többnyire nem tudnak megfelelő mértékű erőforrást fordítani az operatív és stratégiai tervezésre. A vállalkozások hozzáállása az adott problémákhoz, károkhoz tükrözte a korábban leírt állapotot, azaz mivel az informatikai támogatás nem megfelelő, a logisztikai rendszerproblémák és az üzemeltetési károk súlyosak, így ebben az állapotban a tervezést lényegében feleslegesnek vélik a cégvezetők.

A tapasztalt anomáliát részben Méhesné 2016-os értekezése, valamint a kvalitatív kutatás újraellenőrzése is alátámasztotta, de az eredmények szintén hosszú távú vizsgálatra szorulnak. (Méhesné, 2016)

A kutatás végső szegmensében szimuláció segítségével létrehoztam egy olyan megoldást, amely alapjait képezheti egy jövőbeni döntéstámogató eszköznek. A szimuláció során bebizonyításra került, hogy a vállalkozások logisztikai folyamatai modellezhetőek belső folyamatokból kiindulva, a modellen végzett szimuláció pedig alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására.

## 6. megállapítás:

- A vállalkozások logisztikai folyamatai modellezhetőek belső folyamatokból kiindulva, a modellen végzett szimuláció pedig alkalmas lehet egy jövőbeli döntéstámogató rendszer/applikáció kialakítására. A kutatás ennek a komplex problémának egy adott szegmensét megfelelően feltérképezte, a lehetséges megoldás alapvető elveit prezentálta.

A kutatást megelőzően úgy képzeltem el a szimulációt, mint egy olyan eszközt, amely egy példával élve: adott indulásnál (pl. 10 óra 30 perc), adott időjárási viszonyok (pl. 11 C, 0 km/h szél, 5 mm csapadék), adott vis major helyzet mellett (kisebb torlódás a Balatonlellei pihenőnél) megadja a várható menetidőt (pl. 158 perc). A végeredmény gyakorlatilag ennek a modellnek a felépítése lett és sikeres szimulációja a Bayes-tétel szerinti megközelítés alapján. Ennek kapcsán fontos kiemelni, hogy ennek az igen komplex problémának egy jól lehatárolható részét oldottam meg, amely még számos további kutatást igényel.

Az eredményt leginkább úgy tudom leírni, hogy az eredeti research gap-nek, azaz **az úthálózat leterheltségének csökkentése, logisztikai szolgáltatás színvonalának növelése**

**szimulációs eszközökkel**, egy jelentős részére találtam megoldást. Ahogy korábban már említettem a teljes research gap, viszont egy komplexebb terület, amelynek részese a háttér folyamatok (pl. raktározás, gyártás, komissiózás stb.) szimulálása, valamint egy tényezők beépítése is, ezért a jelen eredményt úgy tudom legpontosabban megfogalmazni, hogy **az általam kijelölt célokat maximálisan elértem a kutatás célrendszerén belül**.

A kutatás legfőbb kimenetét tekintve, egy olyan makro-szinten is adaptálható módszert fejlesztettünk, amely eredményei más földrajzi területen is adaptálhatóak, valamint egyfajta open access jelleggel folyamatosan bővíthetőek. A kutatás limitációi tekintetében kitérek azokra a szegmensekre, amelyek a jelen célrendszerbe már nem fértek bele (főként az időkeret) miatt, de azok vizsgálata kiemelten fontos a későbbi használhatóság miatt.

### *Limitációk*

A kutatás végeredményét természetesen kritikai szempontból is érdemes megvizsgálni. Ha a teljes képet nézzük, akkor maga a problémafelvetés is egy igen komplex probléma. Ahhoz, hogy az alap gondolat mentén kifejlesszünk egy döntéstámogató szoftvert, értelemszerűen rengeteg munkára és legfőképpen erőforrásra van szükség. **Ezért jelen dolgozatot és annak eredményeit is úgy érdemes kezelni, hogy ennek a többtényezős problémának egy adott „szeletét” megvizsgálta és egy lehetséges megoldást talált rá.** Ahogy korábban már említésre került, a kutatás során a DRP szegmenst vizsgáltam, amely a két vállalat közti árutovábbításra korlátozódott egy adott földrajzi területen (Zala Megye). Ennek megfelelően a kutatás számos limitációval rendelkezik. Ahogy a címben is olvasható az értekezés Zala Megyére koncentrálódik, az itteni vállalkozások logisztikai folyamatait vizsgálja, amelynek köszönhetően a felmért folyamatok nem biztos, hogy az általánosítás irányába mutatnak. Mivel jelenleg egy ok-okozati viszonyokat vizsgáló pilot-kutatást szerettem volna véghezvinni a szűkebb témában, ezért a területi vizsgálatok bővítései további – az értekezést meghaladó – feladatokat jelentenek. A probléma megoldását egyfajta “open access” jelleggel képzeltem el, amely során igyekszem más területek kutatói csapatait is bevonni az általam használt kutatási design használatába saját régiójuk terén. A modell kiválasztásánál emiatt is kiemelt fontosságú tényező volt az adaptálhatóság. A modell ezen része (az adaptálhatóság), nemcsak a földrajzi adaptálhatóság szempontjából volt fontos, hanem amiatt is, hogy később egyéb mérendő változókkal tudjuk bővíteni azt. Ennek kapcsán, a jelenlegi kutatás keretében lényegében nem kerültek megismerésre olyan befolyásoló

tényezők, mint a backoffice vagy háttérlogisztikai műveletek (raktározás, gyártás, kommissiózás, csomagolás stb.), a szállítójárművek specifikumai (személygépkocsi, kisteher, nagyteher, egyéb.), a határátlépés miatt időnövekmény vagy a kombinált szállítás miatt átrakási idő. A limitációk kiemelésénél további ráerősítést kaptam, hogy a Bayes-tétel szerinti megközelítés volt az ideális választás a Nagel-Schreckenberg modellel szemben, hiszen ez a fajta keretrendszer nemcsak, hogy adaptálható, de ezeknek a dimenzióknak a pótlására sokkal alkalmasabb a jövőben. A limitációk tekintetében viszont egyértelműen kiemelendő, hogy ezen változók nem lettek felmérve az értekezésben, ezért ezek természetének megismerése jövőbeni feladatot jelent, hiányuk pedig limitálja a mostani eredményeket.

Korábban már említésre került a kiszolgálási színvonal tekintetében, hogy jelen kutatásban minden kérészt elfogadtam tényleges kérészként, amelyet az adott vállalat annak tartott. Ez a szegmens viszont szintén további vizsgálatot igényel, amely abból a szempontból is fontos, hogy segítségével megérhetjük, hogy a kapott szimulációs eredményeket miként kell „becsatornáznunk”, felhasználnunk.

A kutatás harmadik, egyben utolsó limitációja az esetleges szoftvermegoldásokkal kapcsolatos. Ennek a kérdéskörnek a vizsgálata erősen meghaladta a kutatás célrendszerét, kizárólag érintőlegesen foglalkoztunk a témával. Ezen belül az egyik legfontosabb kérdés lehet, hogy honnan fog nyerni adatot a szoftver, valamint, hogy mennyire hozható összhangba a mesterséges intelligenciával. Természetesen a tényleges technológiai megoldások számos más aspektusa is előtérbe kerülhet, amelynek vizsgálata szintén hosszú távú feladatot jelent.

### *Jövőbeli kutatási irányok*

Jelen kutatás limitációi nagyban meghatározták a jövőbeni kutatási feladatok is. A limitációkból kiindulva és azt nézve, hogy milyen további feladatai vannak a döntéstámogató szoftver kifejlesztésének, akkor az alábbiakkal kell számolni, amelyek egyben a jövőbeni kutatási irányokat is jelentik:

- Jelenlegi szimuláció mélyebb szintű tesztelése – stopperes és egyéb mérések segítségével
- Más földrajzi területek vizsgálata – jelen kutatás kizárólag Zala Megyére korlátozódott



- Határátlépés kérdésének vizsgálata – hasonló eszközökkel, mint a jelen kutatásban.
- Szállítási eszközök és kombinált szállítások szerinti kutatás – a dolgozatban közúti szállítást vizsgáltunk, abból is a személygépkocsi és kisteherautós szállítást. A vasút, légi, vízi szállítás jelenleg nem került fókuszban, valamint a mostani eredményeket később tehergépkocsira is meg kell vizsgálni.
- Egységgrakomány képzés és backoffice műveletek – A dolgozat az egységgrakomány képzést és az egyéb backoffice műveleteket konstansnak tekintette, kérdés, hogy a vállalkozások a logisztikai folyamataik újratervezése esetén ennek meg tudnak-e felelni? (Pl. ha egy időlimitet határozunk meg nekik a rendelési időszak ajánlása esetén, ami alatt az egységgrakomány képzésnek és felpakolásnak el kell készülnie)
- Esetleges kapcsolódás az MI-hez (Mesterséges Intelligenciához) – noha van jel arra, hogy lesznek szinergiák az MI fejlődése és a logisztikai szimuláció között, kérdés, hogy a technológia mikor ér el oda, hogy teljes mértékben adaptálni tudja a fejlesztést. Jelenleg leginkább chatbotok, személyi asszisztensek és karbantartási tervező eszközök fejlesztése folyik a vállalatirányítási szoftvereken belül.
- Ha ezek a területek feltárássra kerültek, akkor a végső feladat a szoftvermegoldások tervezése lesz. Elméleti szinten jelen kutatás is foglalkozott a lehetőséggel, viszont a tényleges kutatás egy teljesen új témát jelent a terjedelme miatt.

### *Összegzés*

Az értekezés összegzéseként elmondható, hogy a kutatási problémának (research gap) meg tudtam felelni, azaz a felvetett probléma természetét ténylegesen megismertem. Azt is ki kell emelni, hogy a kutatás során a probléma teljes komplexitására is fény derült, ezért annak ellenére, hogy az értekezés által meghatározott research gap-et sikerült lefedni és a teljes probléma egy jelentős szegmensét megismerni, a teljes szoftvermegoldáshoz még számos aspektust kell megvizsgálni. Ennek kapcsán ha megvizsgáljuk a jelen kutatás hiányosságait a teljes megoldásra nézve, akkor egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a végleges fejlesztés erősen kötődik az erőforrásokhoz. A végső produktumhoz az idő mellett, más területeken végzett kutatások (külső kutatók segítségével, egyfajta „open source” jelleggel) és céges

erőforrások szükségesek. Ettől függetlenül, ha összesíteni szeretnénk jelen kutatás eredményeit, akkor ismét elmondhatjuk, hogy a teljes fejlesztés egy lényeges, központi elemét sikerült megoldani. Ennek tekintetében megismertem a Zala Megyei logisztikai folyamatokat, amelyen belül erőteljes újrászervezésre való törekvéssel szembesültem, amely nagyban köthető a gyakori és szignifikáns késésekhez. Az ok-okozati tényezőkön belül, rálátást kaptam, hogy sok helyi vállalkozás optimum alatt használja az IT kapacitásait, amely rendszerproblémákhoz vezet. A jól prosperáló cégek jellemzően új megoldásokat keresnek és akár rendszerszintű újratervezésre is nyitottak, amely a szimulációs eredmények felhasználhatóságát jelenti. A kutatás végső szegmensében sikerrel alakítottam ki Bayes-tétel szerint egy olyan modellt, amely a helyben felmért logisztikai folyamatok szimulációjára alkalmas volt vállalaton belüli adatokból kiindulva. A korábban leírt módon, további dimenziók és területek vizsgálatával folytatom a megkezdett munkát.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Ács T. – Szabó L. (2014) M70 autóút szerepe és hatása a közlekedési hálózatokban, *Logisztikai Híradó XXIV. évf. 1. szám*, pp. 25.
- [2] Adelantado, F., Ammouriova, M., Herrera, E., Juan, A. A., Shinde, S. S., Tarchi, D. (2022). Internet of Vehicles and Real-Time Optimization Algorithms: Concepts for Vehicle Networking in Smart Cities. *Vehicles*, 4(4), 1223–1245. <https://doi.org/10.3390/vehicles4040065>
- [3] Agalianos, K., Ponis, S. T., Aretoulaki, E., Plakas, G., & Efthymiou, O. (2020). Discrete event simulation and digital twins: review and challenges for logistics. *Procedia Manufacturing*, 51, 1636-1641. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.228>
- [4] Akhtar, M. (2022). Sustainable and Agile Manufacturing Outsourcing Partner Selection: a literature review. *International Journal of Production Management and Engineering*, 10(2), 143–158. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2022.16807>
- [5] Amin, P., Cherkasova, L., Aitken, R., & Kache, V. (2019). Automating Energy Demand Modeling and Forecasting Using Smart Meter Data. (E. Bertino, C. K. Chang, P. Chen, E. Damiani, M. Goul, & K. Oyama, Eds.), *2019 IEEE International Congress on Internet of Things (IEEE ICIOT 2019)*. <https://doi.org/10.1109/ICIOT.2019.00032>
- [6] Amin, P., Cherkasova, L., Aitken, R., Kache, V., & IEEE. (2019). Analysis and Demand Forecasting of Residential Energy Consumption at Multiple Time Scales. *2019 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (Im)*.
- [7] Arango, M. D., Zapata, J. A. (2017). Multiobjective model for the simultaneous optimization of transportation costs, inventory costs and service level in goods distribution, *IEEE Latin America Transactions*, 15(1), 129–136. <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.7827916>
- [8] Baah, C., Agyeman, D. O., Acquah, I. S. K., Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E., Issau, K., Faibil, D. (2022). Effect of information sharing in supply chains: understanding the roles of supply chain visibility, agility, collaboration on supply chain performance. *Benchmarking - An International Journal*, 29(2), 434–455. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2020-0453>
- [9] Babbie E. (2008) A társadalomtudományi kutatás gyakorlata (6th ed.), Budapest, *Balassi Kiadó*
- [10] Bandaly, D., Satir, A., & Shanker, L. (2016). Impact of lead time variability in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 180, 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.07.014>
- [11] Bányai T. (2013) A logisztika alapjai, Budapest, *Budapesti Gazdasági Főiskola*, pp. 10.-14.
- [12] Benedek, Z. (2014). A rövid ellátási láncok környezeti hatásai. *Magyar Tudomány*, 175(8), p. 994
- [13] Benkő, J. (2018). Logisztikai tervezés. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. ISBN 978-963-269-614-0, p. 16.
- [14] Beysenbaev, R., & Dus, Y. (2020). Proposals for improving the logistics performance index. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(1), 34-42.
- [15] Bikfalvi P. - Dudás L. - Hornyák O. - Kulcsár Gy. - Nehéz K. - Tóth T. (2009) Logisztikai informatika, Budapest, *Nemzeti Tankönyvkiadó*, p. 11.

- [16] Bohács, G. - Kovács, G. – Rinkács, A. (2016): Production logistics simulation supported by process description languages, *Management and Production Engineering Review*, 7., pp. 13–20
- [17] Bratt, C., Sroufe, R., & Broman, G. (2021). Implementing Strategic Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158132>
- [18] Bryman, A. (2006). Integrating quantitative and qualitative research: how is it done?. *Qualitative research*, 6(1), 97-113. <https://doi.org/10.1177/1468794106058877>
- [19] Budiono, V. A., Gozali, L., & Sukania, I. W. (2023, March). Production and Capacity Planning as well as Inventory and Distribution Control in Snack Packaging Companies Using Open Source ERP Simulation. In 2023 19th IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA) (pp. 64-69). IEEE.
- [20] Cankaya, S. Y. (2020). The effects of strategic sourcing on supply chain strategies. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 13(2), 129–148. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-01-2019-0002>
- [21] Chang, S. C., Yao, J. S., & Lee, H. M. (1998). Economic reorder point for fuzzy backorder quantity. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*, 109(1), 183–202. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00069-6)
- [22] Charles M. M. - Michael J. N, (2006): Introduction to Agent-based Modeling and Simulation, Argonne national laboratory, Lemont, pp. 3–4.
- [23] Chen, Y. P., Iyengar, G., & Wang, C. (2022). Robust Inventory Management: A Cycle-Based Approach. *M&Som-Manufacturing & Service Operations Management*. <https://doi.org/10.1287/msom.2022.1168>
- [24] Chen, Y. T., Sun, E. W., Chang, M. F., & Lin, Y. B. (2021). Pragmatic real-time logistics management with traffic IoT infrastructure: Big data predictive analytics of freight travel time for Logistics 4.0. *International Journal of Production Economics*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108157>
- [25] Chowdhury, D., & Desai, R. C. (2000). Steady-states and kinetics of ordering in bus-route models: connection with the Nagel-Schreckenberg model. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 15(2), 375-384.). Steady-states and kinetics of ordering in bus-route models: connection with the Nagel-Schreckenberg model. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 15(2), 375-384.
- [26] Chrobok, R., Hafstein, S. F., & Pottmeier, A. (2004). Olsim: A new generation of traffic information systems. *Forschung und wissenschaftliches Rechnen*, 63, 11-25
- [27] Cselényi J - Illés B. (2009) Logisztikai rendszerek I., Miskolc, *Miskolci Egyetemi Kiadó*
- [28] De Moor, B. J., Gijsbrechts, J., & Boute, R. N. (2022). Reward shaping to improve the performance of deep reinforcement learning in perishable inventory management. *European Journal of Operational Research*, 301(2), 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.10.045>
- [29] De Ridder, M. (2023). A Brief Introduction to Traffic Modelling with a Closer Look at the Nagel-Schreckenberg Model.
- [30] Deetz, S. (1996). Crossroads—Describing differences in approaches to organization science: Rethinking Burrell and Morgan and their legacy. *Organization science*, 7(2), 191-207. <https://doi.org/10.1287/orsc.7.2.191>
- [31] Demeter K. - Chickán A. - Gelei A. - Kiss J. – Nagy J. – Bódi-Schubert A. – Venter L. – Losonci D. - Nagy J. – Matyusz Zs. – Vörösmarty Gy. – Wimmer Á. (2014) Termelés, szolgáltatás, logisztika, Budapest, *Wolters Kluwer Kft.*, pp. 205.-211.

- [32] Demushina, O., & Filimonova, N. (2018). Public E-Procurement System for The Small Business Development in Russian Regions. (O. Dvoulety, M. Lukes, & J. Misar, Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference Innovation Management, Entrepreneurship and Sustainability (IMES 2018)*.
- [33] Deshpande, R. (1983). "Paradigms lost": On theory and method in research in marketing. *Journal of marketing*, 47(4), 101-110.
- [34] Dominguez, R., Cannella, S., Ponte, B., & Framinan, J. M. (2020). On the dynamics of closed-loop supply chains under remanufacturing lead time variability. *Omega-International Journal of Management Science*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102106>
- [35] Dumanska, I., Ali Al-Ababneh, H., Derkach, E., Sokhetska, A., & Kemarska, L. (2021). Integration of logistics systems of developing countries into international logistics channels. pp. 329-340
- [36] Ekren, B. Y., Stylos, N., Zwiendelaar, J., Kumar, V., & Turhanlar, E. E. (2023). Additive manufacturing integration in E-commerce supply chain network to improve resilience and competitiveness. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2022.102676>
- [37] Elbahri, F. M., Al-Sanjary, O. I., Ali, M. A., Naif, Z. A., Ibrahim, O. A., & Mohammed, M. N. (2019, March). Difference comparison of SAP, Oracle, and Microsoft solutions based on cloud ERP systems: A review. In 2019 IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA) (pp. 65-70). IEEE.
- [38] Erdiyana, H. F. (2019, August). ERP System Integration with Mobile Applications Using Service Oriented Architecture. In *2019 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)* (Vol. 1, pp. 1-5). IEEE.
- [39] Falconer, D. J., & Mackay, D. R. (1999, December). The key to the mixed method dilemma. In proceedings of the 10th Australasian conference on information Systems (pp. 286-297).
- [40] Fleischer T. (2007) Transzeurópai folyosók: A meglévők hosszabbítgatása, vagy egy összeurópai hálózat kialakítása? In: *A Balkán és Magyarország: Váltás a külpolitikai gondolkodásban? Magyarország az Ezredfordulón, Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián, Budapest, MTA Társadalomkutató Központ - Európa Intézet*, pp. 373.
- [41] Forgerini, F. L., de Sousa, O. F. (2021). Flow optimization process in a transportation network. *Modern Physics Letters B*, 35(6). <https://doi.org/10.1142/S021798492150113X>
- [42] Freedman, D., Pisani, R., & Purves, R. (2005). Statisztika. *Budapest: Typotex*.
- [43] Füstös, L., Kovács, E., Meszéna, G., & Simonné Mosolygó, N. (2004). Alakfelismerés. Sokváltozós statisztikai módszerek. *Budapest: Új Mandátum Könyvkiadó*.
- [44] Füstös, L., Kovács, E., Meszéna, G., & Simonné Mosolygó, N. (2007). Alakfelismerés. Sokváltozós statisztikai módszerek. *Budapest: Új Mandátum Könyvkiadó*.
- [45] Ganesan, S., Wicaksono, H., & Valilai, O. F. (2023). Enhancing Vendor Managed Inventory with the Application of Blockchain Technology. (M. Valle, D. Lehmhus, C. Gianoglio, E. Ragusa, L. Seminara, S. Bosse, K. D. Thoben, Eds.), *Advances in System-Integrated Intelligence, Sysint 2022*. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16281-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16281-7_26)
- [46] Garcia, D. J., & You, F. Q. (2015). Supply chain design and optimization: Challenges and opportunities. *Computers & Chemical Engineering*, 81(8th International Conference on the Foundations-of-Computer-Aided-Process-Design (FOCAPD)), 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.03.015>

- [47] Gkountani, V. A., Tsoulfas, G. T., & Mouzakis, Y. (2022). Mapping Sustainability Assessment Methods in Agri-Food Supply Chains: A Circular Economy Perspective. *Scientific Papers-Series Management Economic Engineering in Agriculture And Rural Development*, 22(2), 361–368.
- [48] Gladence, L. M., Karthi, M., & Anu, V. M. (2015). A statistical comparison of logistic regression and different Bayes classification methods for machine learning. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(14), 5947-5953.
- [49] Golden, L.D. (2009). Bölcsészeti, tudomány, pragmatizmus. Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar
- [50] Goldston, J. (2020). The evolution of ERP systems: A literature review. *The Evolution of ERP Systems: A Literature Review*, 50(1), 14-14.
- [51] Grabara J.K., Dima I.C., Kot S., Kwiatkowska J., Case on in-house logistics modelling and simulation, *Research Journal of Applied Sciences*, 6, 7, 416–420, 2013.
- [52] Guan, Z. L., Zhang, X. M., Zhou, M. S., & Dan, Y. R. (2020). Demand information sharing in competing supply chains with manufacturer-provided service. *International Journal of Production Economics*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.023>
- [53] Guba, E. G. - & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative research*, 2(163-194), 105.
- [54] Gubán, M. (2004). Késleltetett összeszerelő üzemek logisztika orientált telepítésére szolgáló matematikai modellek és módszerek fejlesztése globalizált termelés esetén (Doctoral dissertation, PhD Értekezés, Miskolci Egyetem).
- [55] Gubán, M. – Kovács, Gy. – Kot, S. (2017): Simulation of complex logistical service processes, *Management and Production Engineering Review*, 8., pp. 19–29
- [56] Gubán, M., & Hua, N. S. (2014). A szolgáltatási fluidumáramlás matematikai modellezése. *Prosperitas*, 1(2), 61-74.
- [57] Gupta, K., & Santhanam, M. S. (2021). Extreme events in Nagel–Schreckenberg model of traffic flow on complex networks. *The European Physical Journal Special Topics*, 230(16), 3201-3209. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00016-0>
- [58] Halászné E. (1998) Logisztika: Szolgáltatások, versenyképesség Budapest, *Magyar Világ Kiadó*
- [59] Haas P. – Helle F. (2017) Autóipari próbabálya Zalaegerszegen Közlekedésfejlesztési különszám: közlekedés Elérhető: [https://www.innoteka.hu/cikk/autoipari\\_probapalya\\_zalaegerszegen.1579.html](https://www.innoteka.hu/cikk/autoipari_probapalya_zalaegerszegen.1579.html) [2022. 03. 13.]
- [60] Hartigan, J. A. (2012). Bayes theory. Springer Science & Business Media.
- [61] Hashemi, H. - Abdelghany, K. (2015). Real-time traffic network state prediction for proactive traffic management: Simulation experiments and sensitivity analysis. *Transportation Research Record*, 2491(1), 22-31.
- [62] He, Y. M., Lin, Y. H., Liu, H. B., & Guo, M. P. (2021). Reactive Scheduling by Intelligent DSS. In A. Dolgui, A. Bernard, D. Lemoine, G. VonCieminski, & D. Romero (Eds.), *Advances in Production Management Systems: Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems*, APMS 2021, PT I (Vol. 630, pp. 267–274). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_28)
- [63] Hong, X. P., Wang, C. Y., Xu, L., & Diabat, A. (2016). Multiple-vendor, multiple-retailer based vendor-managed inventory. *Annals of Operations Research*, 238(1–2), 277–297. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-2040-0>
- [64] Horváth, A. (2004). Mit is jelent a logisztikai kiszolgálási színvonal napjainkban?. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 35(kesz.), 132-138.

- [65] Horváth D. - Mitev A. (2015) Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv, Budapest, *Alinea Kiadó*
- [66] Hsiao, S. J., & Sung, W. T. (2022). Blockchain-Based Supply Chain Information Sharing Mechanism. *IEEE ACCESS*, 10, 78875–78886. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3194157>
- [67] Hunyadi, L., Mundruczó, G., & Vita, L. (2000). Statisztika. *Budapest: Aula Kiadó.*
- [68] IFS, 2019, elérhető: <https://www.ifs.com/assets> letöltve: 2023. 02. 01.
- [69] Illés, B. (2011). Logisztika a tudományban és a gazdaságban. *Multidiszciplináris Tudományok*, 1(1), 11-20.
- [70] Impedovo, A., Barracchia, E. P., & Rizzo, G. (2023). Intelligent Robotic Process Automation for Supplier Document Management on E-Procurement Platforms. (G. Nicosia, V. Ojha, E. LaMalfa, G. LaMalfa, P. Pardalos, G. DiFatta, R. Umeton, Eds.), *Machine Learning, Optimization, And Data Science, LOD 2022, PT I.* [https://doi.org/10.1007/978-3-031-25599-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-25599-1_12)
- [71] In'nami, Y., & Koizumi, R. (2013). Structural Equation Modeling in Educational Research: A Primer. In M. S. Khine (Ed.), *Application of Structural Equation Modeling in Educational Research and Practice* (pp. 23–51). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- [72] Islam, T., Azeem, A., Jabir, M., Paul, A., & Paul, S. K. (2022). An inventory model for a three-stage supply chain with random capacities considering disruptions and supplier reliability. *Annals of Operations Research*, 315(2), 1703–1728. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03639-z>
- [73] Jaegler, A., & Goessling, T. (2020). Sustainability concerns in luxury supply chains: European brand strategies and French consumer expectations. *Business Strategy and The Environment*, 29(6), 2715–2733. <https://doi.org/10.1002/bse.2531>
- [74] Jászberényi M. - Ásványi K. (2012) The Decentralization of the Hungarian Air Transport Market and the Growth of Regional Airports. *Smart, Creative, Sustainable, inclusive: territorial development strategies in the Age of Austerity*, pp. 62-74.
- [75] Jena, S. K. (2023). Impact of customer-centric approach and customer dissatisfying cost on supply chain profit under price competition. *Journal of Business & Industrial Marketing*. <https://doi.org/10.1108/JBIM-02-2022-0111>
- [76] Ji, G. J., Gunasekaran, A., & Yang, G. Y. (2014). Constructing sustainable supply chain under double environmental medium regulations. *International Journal of Production Economics*, 147, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.012>
- [77] Jiang, Y., Zhao, X. M., & Zhai, L. Y. (2023) Digital empowerment to improve the operational profitability in e-commerce supply chain. *Electronic Commerce Research and Applications*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2023.101253>
- [78] Kalkha, H., Khiat, A., Bahnasse, A., & Ouajji, H. (2023). The Rising Trends of Smart E-Commerce Logistics. *IEEE Access*, 11, 33839–33857. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3252566>
- [79] Kamalahmadi, M., & Mellat-Parast, M. (2016). Developing a resilient supply chain through supplier flexibility and reliability assessment. *International Journal of Production Research*, 54(1), 302–321. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1088971>
- [80] Kása, R. (2011). Neurális fuzzy rendszerek alkalmazása társadalomtudományi kutatásban innovációs potenciál mérésére (Ph. D. Thesis). *University of Miskolc Department of Management.*, p. 21.

- [81] Kása, R. - Réthi, G. (2017). Fuzzy logikán alapuló modellezési módszerek gazdálkodástudományi alkalmazásának episztemológiai megközelítése. *VEZETÉSTUDOMÁNY*, 48(4), 84-99. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2017.04.10>
- [82] Kassmann, D., & Allgor, R. (2006). Supply Chain Design, Management and Optimization. (W. Marquardt & C. Pantelides, Eds.), *16th European Symposium on Computer Aided Process Engineering and 9th International Symposium on Process Systems Engineering*.
- [83] Kaushik, M., & Mathur, B. (2014). Data analysis of students marks with descriptive statistics. *International Journal on Recent and Innovation Trends in computing and communication*, 2(5), 1188-1190.
- [84] Khan, M., Alshahrani, A. N., & Jacquemod, J. (2023). Digital Platforms and Supply Chain Traceability for Robust Information and Effective Inventory Management: The Mediating Role of Transparency. *Logistics-Basel*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/logistics7020025>
- [85] Katuu, S. (2020). Enterprise resource planning: past, present, and future. *New Review of Information Networking*, 25(1), 37-46.
- [86] Kim, J. - Wang, G. (2016). Diagnosis and prediction of traffic congestion on urban road networks using Bayesian networks. *Transportation Research Record*, 2595(1), 108-118. <https://doi.org/10.3141/2595-12>
- [87] Kindermann, B., Beutel, S., de Lomana, G. G., Strese, S., Bendig, D., & Brettel, M. (2021). Digital orientation: Conceptualization and operationalization of a new strategic orientation. *European Management Journal*, 39(5), 645-657. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2020.10.009>
- [88] Király, G. -, Géring, Zs. (2016). Kvalitatív módszertani innovációk és a tudományos gyakorlat: szerkesztői előszó. *Prosperitas*, 3(2), 5-16.
- [89] Kleijnen, J. P. C., Sanchez, S. M., Lucas, T. W., & Cioppa, T. M. (2005). State-of-the-Art Review: A User's Guide to the Brave New World of Designing Simulation Experiments. *Inform Journal on Computing*, 17(3), 263–289. <https://doi.org/10.1287/ijoc.1050.0136>
- [90] Koch, S., & Mitteregger, K. (2016). Linking customisation of ERP systems to support effort: an empirical study. *Enterprise information systems*, 10(1), 81-107.
- [91] Kyriazos, T. A. (2018). Applied psychometrics: sample size and sample power considerations in factor analysis (EFA, CFA) and SEM in general. *Psychology*, 9(08), 2207.
- [92] Lakatos, P., Szászi, G., & Taksás, B. (2016). A logisztikai infrastruktúra szerepe a regionális versenyképesség alakításában.
- [93] Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2019). Simulation-based power-analysis for factorial ANOVA designs.
- [94] Larsen, C., & Turkensteen, M. (2014). A vendor managed inventory model using continuous approximations for route length estimates and Markov chain modeling for cost estimates. *International Journal of Production Economics*, 157(17th International Symposium on Inventories), 120–132. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.08.001>
- [95] Le, T. T. (2023). Linking big data, sustainable supply chain management and corporate performance: the moderating role of circular economy thinking. *International Journal of Logistics Management*, 34(3), 744–771. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2022-0011>
- [96] Lee, T. S., & Zhou, Q. (2010). The Effect of Supply Information Sharing in a Supply Chain. (X. Zhao, G. Zhu, & B. B. Flynn, Eds.), *Proceedings of The Fourth International Conference on Operations And Supply Chain Management (ICOSCM 2010)*.
- [97] Legood, A., van der Werff, L., Lee, A., den Hartog, D., & van Knippenberg, D. (2023). A critical review of the conceptualization, operationalization, and empirical literature on



- cognition-based and affect-based trust. *Journal of Management Studies*, 60(2), 495-537. <https://doi.org/10.1111/joms.12811>
- [98] Lewin, K. (1946). *Action Research and Minority Problems*, In: *Resolving Social Conflicts*. New York, USA: Harper and Row.
- [99] Li, D., & Li, K. (2023). A multi-objective model for cold chain logistics considering customer satisfaction. *Alexandria Engineering Journal*, 67, 513–523. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.12.067>
- [100] Li, J., Rombaut, E., & Vanhaverbeke, L. (2021). A systematic review of agent-based models for autonomous vehicles in urban mobility and logistics: Possibilities for integrated simulation models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 89, 101686.
- [101] Liebetrau, F. (2021). Global Traceability as a Competitive Advantage: The Model-Based Approach of a Tier-1 Automotive Supplier. *Global Manufacturing Management: From Excellent Plants Toward Network Optimization*, 335-349.
- [102] Liliana, L. (2016, November). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. In *Iop conference series: Materials science and engineering* (Vol. 161, No. 1, p. 012099). IOP Publishing. DOI 10.1088/1757-899X/161/1/012099
- [103] Lin, H. J. (2016). Investing in lead-time variability reduction in a collaborative vendor-buyer supply chain model with stochastic lead time. *Computers & Operations Research*, 72, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.02.002>
- [104] Logisztikai műszaki menedzserasszisztens és a Nemzetközi szállítmányozási és logisztikai szakügyintéző felsőfokú szakképzés tananyaga, Debreceni Egyetem, [www.unideb.hu](http://www.unideb.hu), Elérhető: <http://www.agr.unideb.hu/ebook/logisztika/index.html> [2022. 07. 26.]
- [105] Lohr, S. L. (2021). *Sampling: design and analysis*. Chapman and Hall/CRC. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429298899>
- [106] Magyarországi Raktárhálózat – elérhető: <https://www.waberers.com/regionalis-logisztika/magyarorszag-raktarhalozat> [2023. 11.10.]
- [107] Magyarországi regionális logisztika – elérhető: [www.mlszksz.hu](http://www.mlszksz.hu) [2023. 11.10.]
- [108] Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*, 127, 925–953. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030>
- [109] Mao, J., Xing, H. H., & Zhang, X. Z. (2018). Design of Intelligent Warehouse Management System. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1355–1367. <https://doi.org/10.1007/s11277-017-5199-7>
- [110] Marciniak R. - Móricz P. – Baksa M. (2020) Lépések a kognitív automatizáció felé *Vezetéstudomány/Budapest Management Review*, 51(6), 42-55., p. 48.
- [111] Mayounga, A. T. (2021). Strategic sourcing in Africa: the case for the labor market. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(3), 397–413. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-01-2020-0003>
- [112] Méhesné B. Sz., & Miklós, P. (2016). *LOGISZTIKAI KONTROLLING, MINT A VÁLLALATI LOGISZTIKA HATÉKONYSÁGÁT NÖVELŐ ESZKÖZ* (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Phd Értekezés. Debreceni Egyetem Gazdálkodástudományi Kar, Ihrig Károly Gazdálkodás-és Szervezéstudományok Doktori Iskola).
- [113] Milewski, D., & Wisniewski, T. (2022). Regression analysis as an alternative method of determining the Economic Order Quantity and Reorder Point. *HELIYON*, 8(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10643>

- [114] Mogire, E., Kilbourn, P. J., & Luke, R. (2023). Customer satisfaction with last-mile delivery in Kenya: An online customer perspective. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 17. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v17i0.844>
- [115] Mohajan, H. K. (2020). Quantitative research: A successful investigation in natural and social sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 9(4), 50-79.
- [116] Monroy, C., Domínguez, Martínez, E., Taylor, B., Marin, O. P., Parise, E., & Reid, V. M. (2021). Understanding the causes and consequences of variability in infant ERP editing practices. *Developmental psychobiology*, 63(8), e22217.
- [117] Montoya-Noguera, S., Zhao, T., Hu, Y., Wang, Y., & Phoon, K. K. (2019). Simulation of non-stationary non-Gaussian random fields from sparse measurements using Bayesian compressive sampling and Karhunen-Loève expansion. *Structural Safety*, 79, 66-79.
- [118] Moon, K. L. K., Lee, J. Y., & Lai, S. Y. C. (2017). Key drivers of an agile, collaborative fast fashion supply chain Dongdaemun fashion market. *JOURNAL OF FASHION MARKETING AND MANAGEMENT*, 21(3), 278–297. <https://doi.org/10.1108/JFMM-07-2016-0060>
- [119] Mosteller, F., & Tukey, J. W. (1977). *Data Analysis and Regression*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- [120] Mourtzis, D. (2020). Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends. *International Journal of Production Research*, 58(7), 1927-1949.
- [121] Mridha, B., Pareek, S., Goswami, A., & Sarkar, B. (2023). Joint effects of production quality improvement of biofuel and carbon emissions towards a smart sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135629>
- [122] Nagashima, M., Wehrle, F. T., Kerbache, L., & Lassagne, M. (2015). Impacts of adaptive collaboration on demand forecasting accuracy of different product categories throughout the product life cycle. *Supply Chain Management-An International Journal*, 20(4), 415–433. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2014-0088>
- [123] Narkhede, B. E., Raut, R. D., Roy, M., Yadav, V. S., & Gardas, B. (2020). Implementation barriers to lean-agile manufacturing systems for original equipment manufacturers: an integrated decision-making approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108(9–10), 3193–3206. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05486-5>
- [124] Nieuwenhuis, P., Touboulis, A., & Matthews, L. (2019). Is Sustainable Supply Chain Management Sustainable? (N. Yakovleva, R. Frei, & S. R. Murthy, Eds.), *Sustainable Development Goals and Sustainable Supply Chains in The Post-Global Economy (Vol. 7)*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15066-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15066-2_2)
- [125] Olugu, E. U., Wong, K. Y., Awaluddin, M. S., Abdul-Rashid, S. H., & Ghazilla, R. (2017). *Sustainable Supply Chain Management in Malaysian Smes: Perspectives from Practitioners*. *Environmental Engineering and Management Journal*, 16(9), 2123–2132. <https://doi.org/10.30638/eemj.2017.219>
- [126] Pályavízió, [www.zalazone.hu](http://www.zalazone.hu), Elérhető: <https://zalazone.hu/bemutakozas/> [2022. 05. 09.]
- [127] Palovits, P. (2021). Egy konkrét termelőüzem mikrologisztikai elemzése.
- [128] Panigrahi, R. R., Mishra, P. C., Samantaray, A., & Jena, D. (2022). Management of inventory for firms' efficiency - a study on steel manufacturing industry. *Journal of*

- Advances In Management Research*, 19(3), 443–463. <https://doi.org/10.1108/JAMR-08-2021-0273> 2020-0006
- [129] Pató, B. S. G., Herczeg, M. (2020). The Effect of the Covid-19 on the Automotive Supply Chains. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Oeconomica*, 65(2), 1–11. <https://doi.org/10.2478/subboec->
- [130] Perry, C., Alizadeh, Y., & Riege, A. (1997, September). Qualitative methods in entrepreneurship research. In Proceedings of the annual conference of the small enterprise association Australia and New Zealand (pp. 547-567).
- [131] Pottmeier, A., Chrobok, R., Hafstein, S. F., Mazur, F., & Schreckenberg, M. (2004, November). OLSIM: Up-to-date traffic information on the web. In *Communications, Internet, and Information Technology* (pp. 572-577)..
- [132] Qu, W., Rezaei, J., Maknoon, Y., & Tavasszy, L. (2019). Hinterland freight transportation replanning model under the framework of synchromodality. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 131, 308-328.
- [133] Qureshi, M. (2022). Evaluating Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation for Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142214779>
- [134] Rai, H. B., Verlinde, S., Macharis, C., Schoutteet, P., & Vanhaverbeke, L. (2019). Logistics outsourcing in omnichannel retail State of practice and service recommendations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(3), 267–286. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2018-0092>
- [135] Saa, P., Moscoso-Zea, O., Costales, A. C., & Luján-Mora, S. (2017, June). Data security issues in cloud-based Software-as-a-Service ERP. In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-7). IEEE. DOI: 10.23919/CISTI.2017.7975779
- [136] Sajtos, L., & Mitev, A. (2007). SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. *Budapest: Alinea Kiadó*.
- [137] Sana, S. S., & Goyal, S. K. (2015). (Q, r, L) model for stochastic demand with lead-time dependent partial backlogging. *Annals of Operations Research*, 233(1), 401–410. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1731-2>
- [138] Sarkar, B., Sarkar, M., Ganguly, B., & Cardenas-Barron, L. E. (2021). Combined effects of carbon emission and production quality improvement for fixed lifetime products in a sustainable supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107867>
- [139] Saunders M. - Lewis P. - Thornhill A. (2009) Research methods for business students, Pearson education.
- [140] Schadschneider, A. (1999). The nagel-schreckenberg model revisited. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 10(3), 573-582.
- [141] Schubert, A. (2007). Az ellátási lánc információs folyamatai--Its title in English: Information processes of the Supply Chain.
- [142] Schreckenberg, M., Chrobok, R., Hafstein, S. F., & Pottmeier, A. (2003). Olsim-traffic forecast and planning using simulations. In 17 Symp.“Simulationstechnik” ASIM 2003 (pp. 11-18).
- [143] Scukanec, A., Rogic, K., & Babic, D. (2007). Bullwhip effect in supply chains. *PROMET-TRAFFIC & TRANSPORTATION*, 19(5), 289–293.
- [144] Sebayang, P., Tarigan, Z. J. H., & Panjaitan, T. W. S. (2021). ERP compatibility on business performance through the inventory system and internal integration. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1010, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

- [145] Sevgen, A., & Sargut, F. Z. (2019). May reorder point help under disruptions? *International Journal of Production Economics*, 209 (19th International Symposium on Inventories), 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.014>
- [146] Shahparvari, S., Soleimani, H., Govindan, K., Bodaghi, B., Fard, M. T., & Jafari, H. (2021). Closing the loop: Redesigning sustainable reverse logistics network in uncertain supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 157 (10th International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems (IMSS)). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107093>
- [147] Shu, T., Chen, S., Lai, K. K., Xie, C., & Wang, S. Y. (2006). A study of collaborative planning, forecasting and replenishment mechanism of agile virtual enterprises. (K. H. Chai, C. C. Hang, & M. Xie, Eds.), 2006 IEEE *International Conference on Management of Innovation and Technology, Vols 1 And 2, Proceedings*.
- [148] Shukla, V., & Naim, M. M. (2018). Sensing endogenous seasonality in the case of a coffee supply chain. *International Journal of Logistics-Research and Applications*, 21(3), 279–299. <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1395829>
- [149] Shukla, V., Naim, M. M., & Thornhill, N. F. (2012). Rogue seasonality detection in supply chains. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 254–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.026>
- [150] Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1989). *Statistical Methods* (8th ed.). USA: Iowa State University Press.
- [151] Sodhi, M. S., & Tang, C. S. (2021). Supply Chain Management for Extreme Conditions: Research Opportunities. *Journal of Supply Chain Management*, 57(1), 7–16. <https://doi.org/10.1111/jscm.12255>
- [152] Staffeldt, W., & Hartmann, A. K. (2019). Rare-event properties of the Nagel-Schreckenberg model. *Physical Review E*, 100(6), 062301.
- [153] Stamelos, I., Avratoglou, C., Tzinis, P., Kakarontzas, G., Chatzigeorgiou, A., Ampatzoglou, A., ... Tsiatsos, T. (2021). Towards a Remote Warehouse Management System. (M. E. Auer & D. May, Eds.), *Cross Reality and Data Science in Engineering*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_28)
- [154] Sun, O., & Fan, N. (2020). A Review on Optimization Methods for Biomass Supply Chain: Models and Algorithms, Sustainable Issues, and Challenges and Opportunities. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 4(3), 203–226. <https://doi.org/10.1007/s41660-020-00108-9>
- [155] Szalay Z., Hamar Z., Simon P. (2018) A Multi-layer Autonomous Vehicle and Simulation Validation Ecosystem Axis: ZalaZONE, *In International Conference on Intelligent Autonomous Systems*, pp. 954-963
- [156] Szabó L. (2017) Logisztikai szolgáltatások vizsgálata Zala megyében - Analysis of logistics services in Zala county, Doctoral dissertation, Pannon Egyetem, pp. 66-135.
- [157] Szabó, L. - Szabó, K. - Gubán, M. (2020): Territorial examination of the logistics processes of enterprises. *Prosperitas*, 7(1), pp. 66-77.
- [158] Szabó L. (2018) Milyen szolgáltatásokat ajánlanak fel a logisztikai szolgáltatók Zala megyében?, *Lim Logisztika-Informatika-Menedzsment III: Évfolyam*, 1., pp 74.-76.
- [159] Szabó L. – Banász Zs. – Horváth Gy. – Takács T. – Illés O. (2018) Az energiahatékonysági és megújuló energiák használatának gazdasági hozzáadott értékek keretfeltételeinek elemzése Zala Megyében, Zalaegerszeg, *Zala Megyei Önkormányzat*, pp. 5.-7.
- [160] Szabó, L., Gubán, M., Zelic, A., Ilankovic, N., & Takács, D. (2019). A logisztikai szolgáltatók által alkalmazott azonosítások Zala megyében. pp. 23-45.
- [161] Szabó L. – Szabó K. - Banász Zs. (2018) Strategic evaluation of microfinance programs, In: Ivana, Berković; Leposava, Grubić Nešić (szerk.), EMC 2018: 8th International

- Symposium "Engineering Management and Competitiveness" 2018 Proceedings Zrenjanin, *Szerbia: University of Novi Sad, Technical Faculty "Mihajlo Pupin"*, pp. 29
- [162] Szabó L. – Szabó K. – Gubán M. (2019) Logistics Processes of Enterprises in Zala County, In: International Conference Sustainable Logistics 4.0, p. 6.
- [163] Szabó K. – Szabó L. – Csanádi Á. (2020) Strategic Analysis Of Zalaegerszeg Proving Ground, *Journal Of Engineering Management And Competitiveness* 10: 1 pp. 38-47.
- [164] Szabó K. – Szabó L. – Gubán M. (2019) Companies and their logistics processes in Zala County, In: Pintér G. – Csányi Sz. - Zsiborács H.(szerk.), *Innovation Challenges in the 21st Century: LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference: Abstract volume*, Keszthely, Pannon Egyetem Georgikon Kar, p. 97
- [165] Szegedi, Z. (2012). *Ellátásilánc-menedzsment*. Budapest, *Kossuth Kiadó*. p. 20.
- [166] Szentesi, S., Illes, B., Cservenak, A., Skapinyecz, R., & Tamas, P. (2021). Multi-Level Optimization Process for Rationalizing the Distribution Logistics Process of Companies Selling Dietary Supplements. *PROCESSES*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/pr9091480>
- [167] Taleizadeh, A. A., Shokr, I., & Joali, F. (2020). Optimizing vendor-managed inventory systems with limited storage capacity and partial backordering under stochastic demand. *rairo-operations research*, 54(1), 179–209. <https://doi.org/10.1051/ro/2018090>
- [168] Tang, C. S., & Veelenturf, L. P. (2019). The strategic role of logistics in the industry 4.0 era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129, 1-11.
- [169] Tarapata, Z., Nowicki, T., Antkiewicz, R., Dudzinski, J., Janik, K. (2020). Data-Driven Machine Learning System for Optimization of Processes Supporting the Distribution of Goods and Services - a case study. (N. D. Lagaros, K. M. Abdalla, G. C. Marano, M. C. Phocas, & R. AlRousan, Eds.), *1st International Conference on Optimization-Driven Architectural Design (Optarch 2019)* <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.205>
- [170] Tavana, M., Shaabani, A., Santos-Arteaga, F. J., & Valaei, N. (2021). An integrated fuzzy sustainable supplier evaluation and selection framework for green supply chains in reverse logistics. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(38), 53953–53982. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-14302-W>
- [171] Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Penguin.
- [172] Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.
- [173] Timperio, G., Tiwari, S., Lee, C. K., Samvedi, A., & de Souza, R. (2020). Integrated decision support framework for enhancing disaster preparedness: A pilot application in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101773. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101773>
- [174] Tordecilla, R. D., Juan, A. A., Montoya-Torres, J. R., Quintero-Araujo, C. L., & Panadero, J. (2021). Simulation-optimization methods for designing and assessing resilient supply chain networks under uncertainty scenarios: A review. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 106, 102166. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102166>
- [175] Trappey, A., Trappey, C. V., & Hsieh, A. (2021). An intelligent patent recommender adopting machine learning approach for natural language processing: A case study for smart machinery technology mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 164, 120511. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120511>
- [176] Tóth, A. - Kálmán, B. (2020): A versenyképesség hatása a logisztikai teljesítményre–különös tekintettel a visegrádi országokra, *Közgazdasági Szemle*, 67 (11), pp. 1154-1175.

- [177] Tseng Y.- Yue W. L. – Taylor M. A. P. (2005): The role of transportation in logistics chain, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 1657 – 1672.
- [178] Tsoukas, H. (1989). The validity of idiographic research explanation, *Academy of management review*, 14(4), 551-561
- [179] Yathiraju, N. (2022). Investigating the use of an Artificial Intelligence Model in an ERP Cloud-Based System. *International Journal of Electrical, Electronics and Computers*, 7(2), 1-26.
- [180] Yaxu, Y. (2021). Comprehensive evaluation of logistics enterprise competitiveness based on SEM model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(4), 6469-6479.
- [181] van Hoek, R., & Thomas, R. (2021). Notes and debate paper: Should merchandising and sourcing be worlds apart? The opportunity for more integrated strategic sourcing research. *Journal Of Purchasing And Supply Management*, 27(1). <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2020.100659>
- [182] Wang, C., Li, M. C., & Cui, N. F. (2023). Improving reliability of assembly supply chains with disruption risk: stakeholders' subsidy interplay. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2183718>
- [183] Wang, S. L., & Zhang, X. (2022). Influence of Environmental Regulation on Corporate Green Supply Chain Management: The Regulating Effect of Environmental Dynamism. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.947022>
- [184] Wang, W. X., Wang, S. Z., & Su, J. F. (2021). Integrated Production and Transportation Scheduling in E-Commerce Supply Chain with Carbon Emission Constraints. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 16(7), 2554–2570. <https://doi.org/10.3390/jtaer16070140>
- [185] Wen, C. L., Wee, H. M., & Wu, S. M. (2015). Revisiting Lean Manufacturing Process with Vendor Managed Inventory System. (E. Qi, Q. Su, J. Shen, F. Wu, & R. Dou, Eds.), *Proceedings Of The 5th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2014)*. [https://doi.org/10.2991/978-94-6239-100-0\\_26](https://doi.org/10.2991/978-94-6239-100-0_26)
- [186] Wilson, M., Paschen, J., & Pitt, L. (2022). The circular economy meets artificial intelligence (AI): understanding the opportunities of AI for reverse logistics. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33(1), 9–25. <https://doi.org/10.1108/MEQ-10-2020-0222>
- [187] Wong, K. C., Woo, K. Z., & Woo, K. H. (2016). Ishikawa diagram. *Quality Improvement in Behavioral Health*, 119-132. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-26209-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26209-3_9)
- [188] Xue, X. F., Dou, J. P., & Shang, Y. (2021). Blockchain-driven supply chain decentralized operations - information sharing perspective. *Business Process Management Journal*, 27(1), 184–203. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2019-0518>
- Yadav, D., Kumari, R., Kumar, N., & Sarkar, B. (2021). Reduction of waste and carbon emission through the selection of items with cross-price elasticity of demand to form a sustainable supply chain with preservation technology. *Journal of Cleaner Production*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126298>
- [189] Yani, L. P. E., & Aamer, A. (2023). Demand forecasting accuracy in the pharmaceutical supply chain: a machine learning approach. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 17(1), 1–23. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-05-2021-0056>
- [190] Yao, Y. L., & Dresner, M. (2008). The inventory value of information sharing continuous replenishment, and vendor-managed inventory. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 44(3), 361–378.
- [191] Yaxu, Y. (2021). Comprehensive evaluation of logistics enterprise competitiveness based on SEM model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(4), 6469-6479. DOI: 10.3233/JIFS-189486



# MELLÉKLETEK

## *1. sz. melléklet*

### **Kvalitatív interjú**

1. Ön hogyan látja saját vállalkozásának logisztikai ügymenetét általánosságban? Melyek azok a problémák vagy sajátosságok, amelyek jellemzőek az Ön vállalkozásának logisztikai hátterére? (Kérem fejtse ki röviden!)
2. Az Önök vállalatánál van-e valamilyen formalizált stratégia (nem kizárólag logisztikára vonatkozóan)? (Ha van, akkor kérem röviden ismertesse azt, max. 20 mondat)
3. Az Önök vállalatánál van-e valamilyen formalizált szervezeti felépítés? (Ha nincs, akkor hogyan írná le az Önök szervezetét? Pl. Lineáris, Mátrix, Projektszervezet) Vagy írásos megjelenése a szervezeti kultúrának?
4. A logisztikai feladatokat önállóan látják el, vagy külső cég segítségével oldják meg? (Itt nem feltétlenül a szállítási feladatok megoldása a fontos, hanem a termelési logisztikai feladatok, illetve a beszerzés, és a disztribúció nem szállítási feladatai.)
5. Van-e önálló logisztikai szervezet a vállalton belül és ha van, akkor milyen felépítésű? Hol helyezkedik el a logisztikai szervezet a vezetési struktúrában?
6. Az Önök vállalkozásánál van-e bármilyen protokoll az alapanyagbeszerzés terén? (Ha nincs, akkor milyen módon történik a beszerzés?)



7. Önök vállalatánál milyen gyártásszervezési és készletgazdálkodási leltárstratégia alkalmaznak (JIT, vagy esetleg más)
  
8. Milyen raktározási technikákat alkalmaznak a vállalatnál? Milyen problémákkal szembesülnek a raktározás területén (különösen a gyártásszervezés területén) és hogyan oldják meg?)
  
9. Az Önök vállalatánál milyen gyakori az alapanyagbeszerzés, milyen volumenű az általános anyagáram?
  
10. Az alapanyagbeszerzések során milyen gyakoriak a késések? (Pl. 10 rendelésre kiszámítva)
  
11. Jellemzően milyen okokból erednek ezek a késések? (Pl. időjárás, forgalom, infrastrukturális, technológiai, vis major, egyéb vagy nem ismert)
  
12. Hogyan befolyásolja az alapanyagbeszerzés problémái a stratégiát (ha van)? (hogyan oldják meg)

13. Az Önök kiszállítása során milyen gyakoriak a késések? (Pl. 10 rendelésre kiszámítva)

14. Jellemzően milyen okokból erednek ezek a késések? (Termelései VAGY külső, azaz időjárás, forgalom, infrastrukturális, technológiai, vis major, esetleg egyéb, nem ismert okokból)

15. Hogyan befolyásolja a vállalati stratégiát a kiszállításból eredő késés?

16. Az Önök vállalkozási milyen vállalatirányítási / logisztikai /informatikai rendszert, rendszereket használ?

17. Az 14. kérdésre igennel (azaz alkalmaznak) válaszolók, használják-e tervezésre ezeket a szoftvereket, vagy csak nyomkövetésre, adminisztrációra használják? Ha nem használják tervezésre, akkor miért nem? ha igen milyen megbízhatósággal?

## Kérdőív

### **Szimulációs modell tervezése a vállalkozásokhoz kapcsolódó szolgáltatási logisztika folyamatainak hatékony újrászervezése érdekében – kérdőív**

Egy vállalkozást, logisztikai szempontból számos olyan negatív hatás érheti, amely aktívan jelentkezik a napi ügymenet, az operatív működés során. Ilyen befolyásoló tényezők lehetnek az időjárás, a közúti forgalom, adott esetben technológiai vagy infrastrukturális alultervezettség, de akár vis major problémák is jelentkezhetnek. A kutatás során azon tényezőket szeretném azonosítani, amelyek aktívan előkerülnek – mint releváns befolyásoló faktorok – az egyes rendelések késése okán. (Gyakorlati példán keresztül, azt vizsgáljuk, hogy ha egy félkész termék késve érkezik be, akkor az adott időszakban milyen gátló tényezők akadályozták a megfelelő beérkezést, lásd: közlekedés, időjárás, infrastruktúra, technológia, vis major problémák).

1. Az Ön vállalkozásának neve\*

2. A válaszadó neve, beosztása \*

3. Hogyan alakul a vállalkozás tulajdonosi szerkezete?

- Teljes egészében hazai
- Többségében hazai
- 50% hazai és 50% külföldi
- Többségében külföldi
- Teljes egészében külföldi

4. Mekkora volt a vállalkozás előző évi nettó árbevétele? \*

- 0-5 millió Ft
- 5-20 millió Ft
- 20-50 millió Ft
- 50-200 millió Ft
- 200-400 millió Ft

400 millió Ft felett

5. Mekkora a vállalkozás értékesítési hatóköre? \*

- Kistérségi lefedettség
- Megyei lefedettség
- Részleges hazai lefedettség
- Teljes hazai lefedettség
- Nemzetközi hatókör

6. Mekkora a vállalkozás beszerzési hatóköre? \*

- Kistérségi lefedettség
- Megyei lefedettség
- Részleges hazai lefedettség
- Teljes hazai lefedettség
- Nemzetközi hatókör

7. Milyen ágazathoz tartozik az Önök vállalata?

- Leginkább termelő vállalkozás
- Leginkább szolgáltató vállalkozás

8. Melyik megyében található a vállalat székhelye? \*

9. Hány személy dolgozik az Önök vállalatánál? \*

- 1-9 fő
- 10-49 fő
- 50-249 fő
- 250 fő felett

10. Milyennek ítéli meg vállalkozása kapcsán az alábbi tényezőket JELENLEG? \*

	1. jelentősen rossz	2. átlagosnál rosszabb	3. átlagos	4. átlagosnál jobb	5. nagyon jó
Piaci helyzetünk					
Pénzügyi helyzetünk					
IT ellátottságunk					
Szakember ellátottságunk					
Alapanyagokhoz való hozzáférés					
Versenyhelyzetünk					
Logisztikai folyamataink					
Finanszírozási lehetőségeink					
Gyártási/szolgáltatási kapacitásaink					

11. Az alábbi, logisztikai folyamatokat érintő problémák közül melyek okoznak az Ön vállalatának jelentősebb problémákat? \*

	1. nagyon jelentős probléma	2. problémás	3. átlagos	4. nem jelentős	5. egyáltalán nem jelentős
Beszállítói késések					
Rendelési késések					
Termelési késések					
Raktározási problémák					
Termelési problémák					
Kiszállítási problémák					
Adminisztrációs problémák					
Szoftveres (vállalatirányítási) problémák					
Munkaerő-problémák					

12. Az alábbi, szállításokat érintő problémák közül melyek okoznak az Ön vállalatának jelentősebb problémákat? \*

	1. nagyon jelentős gond	2. problémás	3. átlagos	4. nem jelentős	5. egyáltalán nem gond
Időjárási nehézségek					
Forgalmi akadályok					
Technológiai problémák					
Infrastrukturális problémák					
Szervezési problémák					
IT okozta problémák					
Vis major nehézségek					
Szállító partner megbízhatósága					
Munkaerőhiány					
Határátlépés					
VÁM problémák					

13. Az Ön vállalkozására mennyire jellemzőek a szállítási késések? (100 esetre vetítve)

- Egyszer sem
- 1-5 alkalommal
- 5-10 alkalommal
- 10-25 alkalommal
- 25-50 alkalommal
- 50-75 alkalommal
- 75-100 alkalommal

14. Amennyiben az Ön vállalatánál tapasztalhatóak késések, úgy ezek milyen mértékűek jellemzően?

- Nincsenek késések
- Kisebb mértékű, a termelést vagy a vevői elégedettséget nem befolyásolja
- Néhány esetben volt, hogy befolyásolta a termelést vagy a vevői elégedettséget
- Általában nagy mértékű, sokszor befolyásolta a termelést vagy a vevői elégedettséget

15. Milyen károkat okoznak a szállítási késések az Ön vállalatának, akár közvetve, akár közvetlenül?

	1. súlyos károkat okoz	2.	3.	4.	5. egyáltalán nem káros
Pénzügyi károk					
Megítélésünk romlik					
Versenyképességünk romlik					
Tervezési hatékonyságunk romlik					
Termelékenységünk romlik					
Partnerkapcsolatok romlása					
Vevők/piacok megtartása					
Túlóra vagy többletfoglalkoztatás					
Vállalatirányítási/szoftveres problémák					

16. Az alábbiak közül mely fejlesztések segítenék az Ön vállalatát leginkább a fenti károk elkerülésében/mérséklésében?

	1. egyáltalán nem segítene	2.	3.	4.	5. nagy mértékben segítene
Fuvarszervezést támogató szoftver					
Új útvonalak keresése					
Új rendelési időpontok keresése					
Vállalatirányítási szoftver fejlesztése					
Új beszállítók/partnerek/fuvarozók					

keresése					
Új raktár létesítése / meglévő fejlesztése					
Új szállítási módok keresése (vasúti, légi)					
Átfogóbb közúti szállítási tervezés					

17. Összesítve Ön elégedett vállalkozása logisztikai folyamataival?

- Igen, teljes mértékben
- Részben, egyes folyamatok javításra szorulnak
- Egyáltalán nem vagyok elégedett

18. Ön használna egy a logisztikai folyamatokat támogató logisztikai szoftvert vállalkozása logisztikai folyamatainak újraszervezésére?

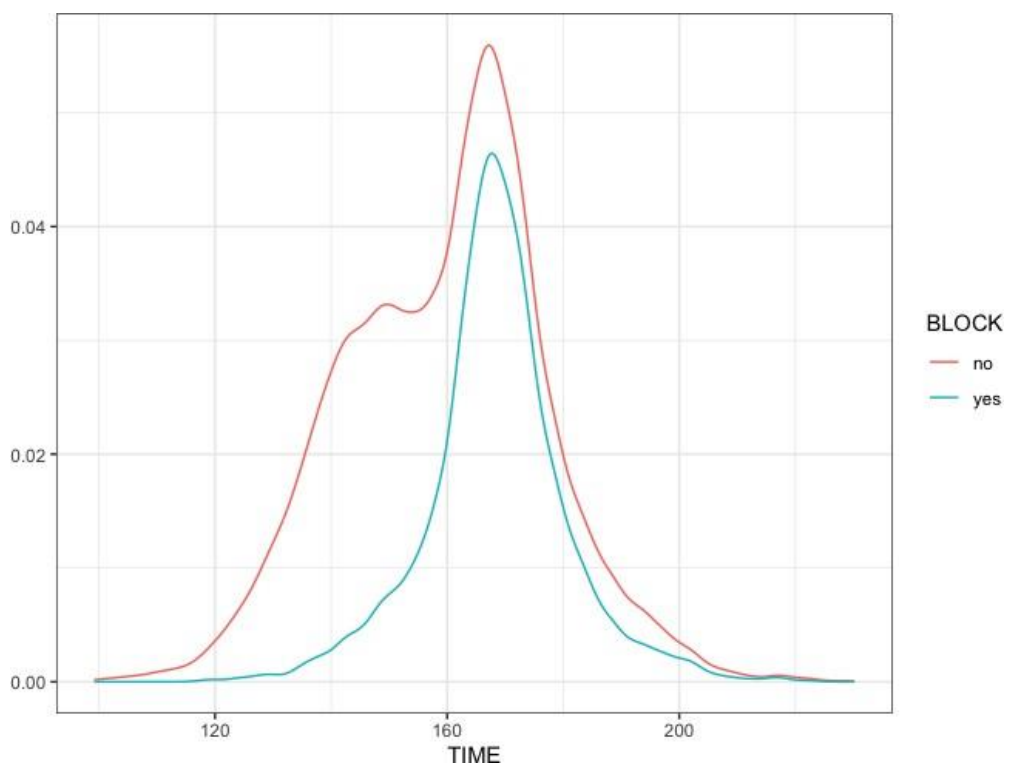
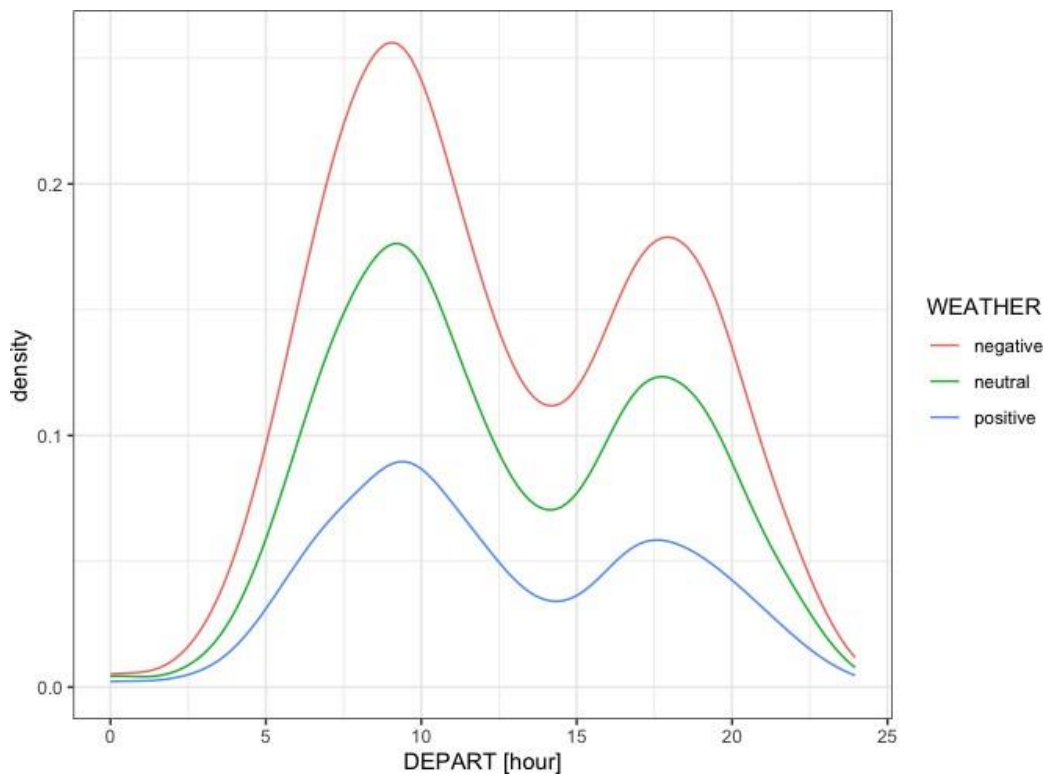
- Igen
- Nem

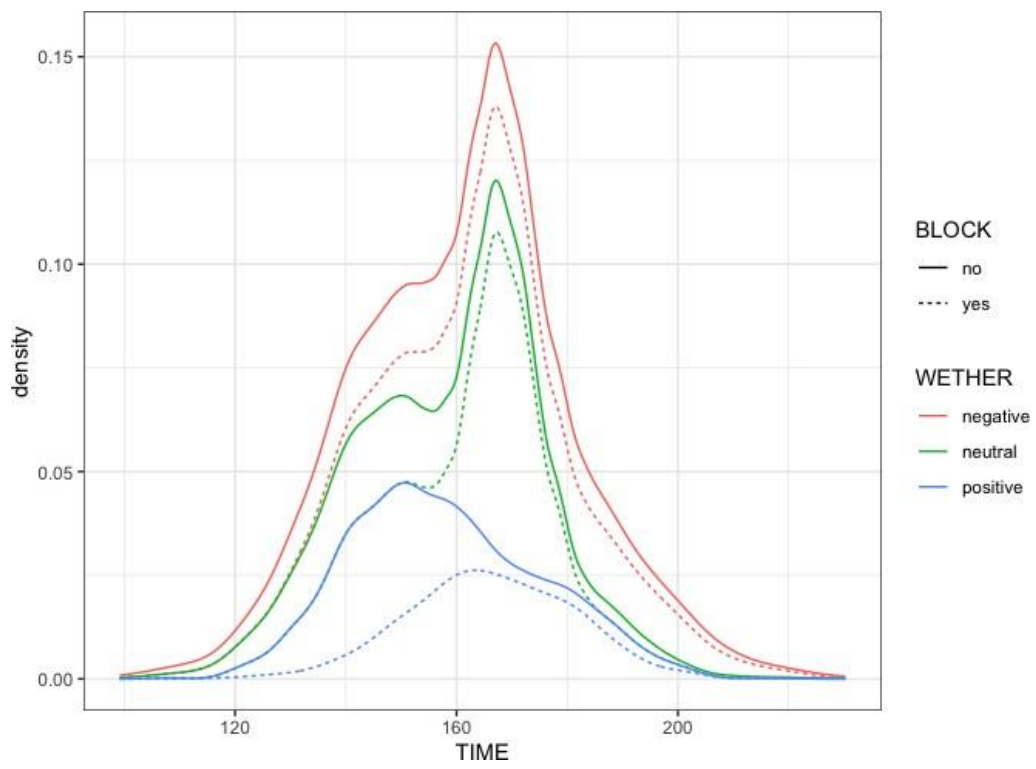
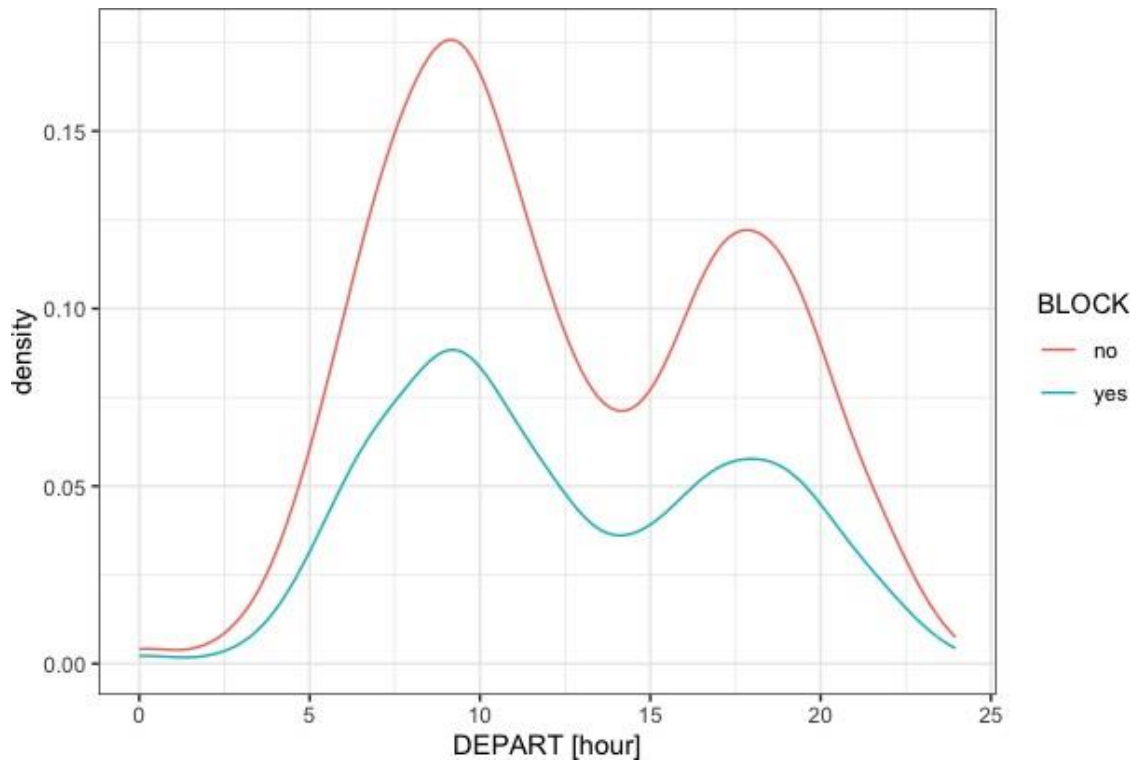
19. Amennyiben van észrevétele, vagy gondolata Zala megye logisztikáját illetően, kérem ossza meg velünk!

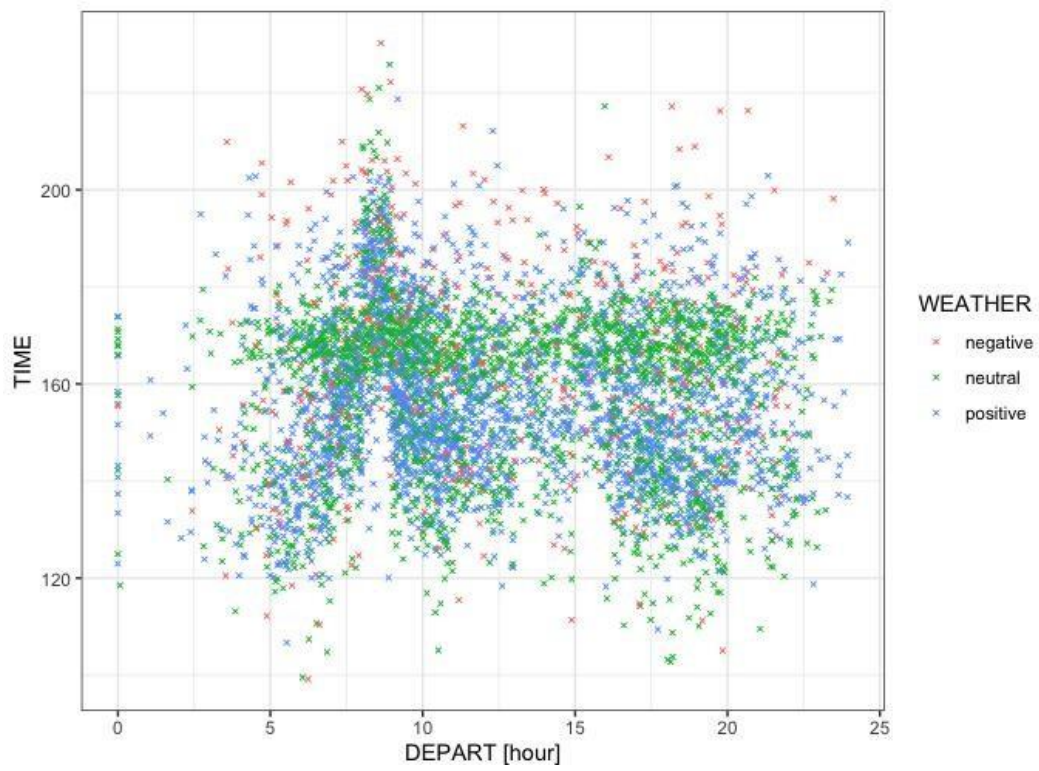
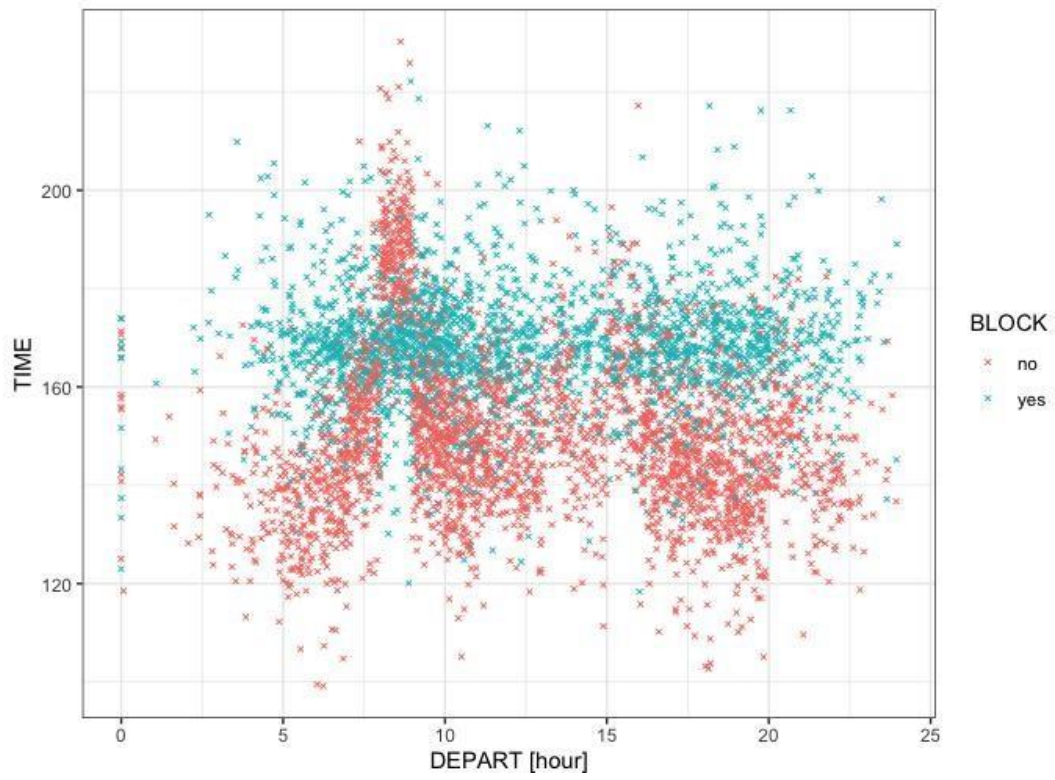


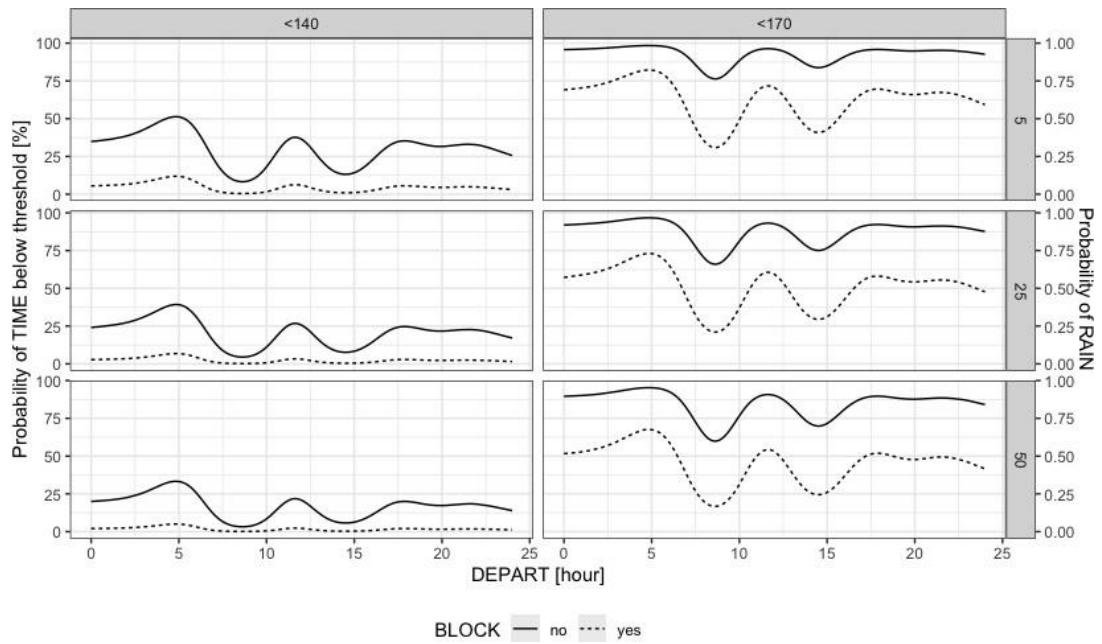
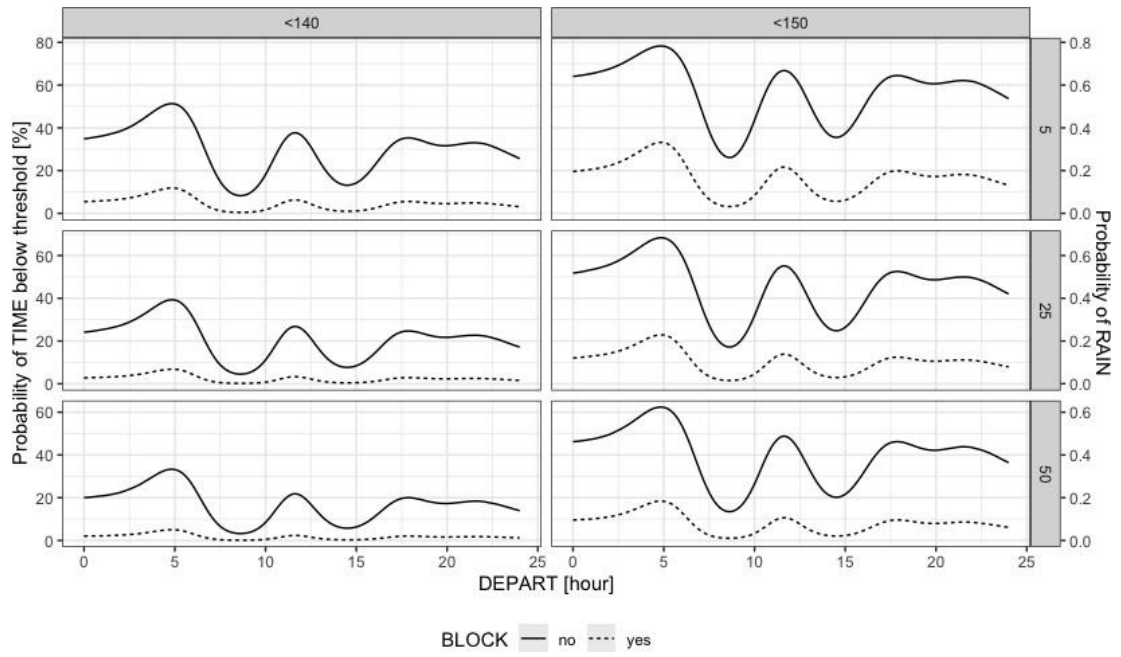
3. sz. melléklet

Szimulációs diagramok









#### 4. sz. melléklet

### Szimulációs program kód

```
library(data.table)
library(ggplot2)
library(brms)
library(dplyr)
library(tidyverse)
theme_set(theme_bw())

##Get the DATA
RawData <- as.data.table(rio::import(("Dropbox/K_SIM_5000.xlsx")))

#DEPART HISTOGRAM by BLOCK
ggplot(RawData, aes(x = DEPART, color = BLOCK)) +
  stat_density(geom = "line") +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "density", color = "BLOCK")

#DEPART HISTOGRAM by WEATHER
ggplot(RawData, aes(x = DEPART, color = WEATHER)) +
  stat_density(geom = "line") +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "density", color = "WEATHER")

ggplot(RawData, aes(x = RAIN)) +
  stat_density(geom = "line") +
  labs(x = "RAIN [mm]", y = "density")
#RAIN histogram
ggplot(RawData, aes(x = TIME)) +
  stat_density(geom = "line") +
  labs(x = "TIME", y = "density")

#TIME by BLOCK and WEATHER
ggplot(RawData, aes(x = TIME, color = WEATHER, linetype = BLOCK)) +
  stat_density(geom = "line") +
  labs(x = "TIME", y = "density", color = "WEATHER", linetype = "BLOCK")

#DEPART x TIME by BLOCK
ggplot() +
  geom_jitter(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME, color=BLOCK), height = 0.05, shape = 4,
size = 1) +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "TIME")

#DEPART x TIME by WEATHER
ggplot() +
  geom_jitter(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME, color=WEATHER), height = 0.05, shape
= 4, size = 1) +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "TIME")

#DEPART x TIME by WEATHER /w trendline
ggplot(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME, color = WEATHER)) +
```

```

geom_jitter(height = 0.05, shape = 4, size = 1) +
geom_smooth(method = "lm", formula = y ~ x, se = FALSE) + # Add trendlines
labs(x = "DEPART [hour]", y = "TIME")

ggplot(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME, color = WEATHER)) +
  geom_jitter(height = 0.05, shape = 4, size = 0) +
  stat_summary(fun = mean, geom = "point", shape = 18, size = 3, aes(group = DEPART)) +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "TIME")

###TIME means in depart groups and a trendline
# Create a new grouping variable based on DEPART
RawData <- RawData %>%
  mutate(DEPART_group = cut(DEPART, breaks = seq(0, 24, by = 1), labels = FALSE))

# Calculate the mean of TIME for each DEPART_group
mean_data <- RawData %>%
  group_by(DEPART_group) %>%
  summarize(mean_TIME = mean(TIME))

# Create the plot
ggplot(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME)) +
  geom_jitter(aes(color = WEATHER), height = 0.05, shape = 4, size = 1) +
  geom_smooth(method = "lm", formula = y ~ x, se = FALSE) +
  stat_summary(data = mean_data, aes(x = as.numeric(DEPART_group), y = mean_TIME, shape =
"Mean"),
  fun = mean, geom = "point", size = 3) +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "TIME") +
  guides(
  shape = guide_legend(title = "TIME")
)

### Multivariate modelling

RawData$TIMECut <- relevel(as.factor(ifelse(RawData$TIME<1, "Negative", "Positive")), ref =
"Positive")
predgrid <- predgrid2 <- as.data.table(expand.grid(DEPART = seq(0, 24, 0.1), BLOCK = c("no",
"yes"), WEATHER = c(5, 30, 50)))

ggplot(RawData, aes(x = DEPART, color = BLOCK)) + stat_density(geom = "line") + labs(x =
"DEPART [hour]", y = "", color = "BLOCK")

ggplot(RawData, aes(x = RAIN)) + geom_histogram(bins = 25)

ggplot(RawData, aes(x = RAIN, color = BLOCK)) + stat_density(geom = "line") + labs(x =
"WEATHER", y = "", color = "BLOCK")

ggplot() + geom_jitter(data = RawData, aes(x = DEPART, y = TIME), height = 0.05) + labs(x =
"DEPART [hour]", y = "TIME")

ggplot(data = RawData, aes(x = RAIN, y = TIME)) +
  geom_jitter(height = 0.05, shape = 3, size = 1) +
  geom_smooth(method = "lm", formula = y ~ x, se = FALSE) + # Add trendline
  labs(x = "RAIN [mm]", y = "TIME")

ggplot(RawData, aes(y = BLOCK, x = TIME)) +

```

```

geom_jitter(width = 0.05, shape = 3, size = 1) +
labs(x = "TIME", y = "BLOCK")

###Multivariate modelling
## Estimate both the primary hurdle lognormal model and the supplementary logistic
regression model using dichotomized response:
RawData$TIMECut <- relevel(as.factor(ifelse(RawData$TIME<1, "Negative", "Positive")),
ref = "Positive")

predgrid <- predgrid2 <- as.data.table(expand.grid(DEPART = seq(0, 24, 0.1), BLOCK =
c("no", "yes"), RAIN = c(5, 25, 50)))

fit <- brm(bf(TIME ~ s(DEPART) + s(RAIN) + BLOCK, hu ~ s(DEPART)+ s(RAIN) +
BLOCK), data = RawData, family = hurdle_lognormal())

fit2 <- brm(bf(TIMECut ~ s(DEPART) + s(RAIN) + BLOCK), data = RawData, family =
bernoulli())

predgrid <- cbind(predgrid, fitted(fit, predgrid))

ggplot(predgrid, aes(x = DEPART, y = Estimate, linetype = BLOCK, color = factor(RAIN)))
+
  geom_line() + lims(y = c(0, NA)) +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "Expected TIME [minutes]", color = "RAIN [mm]",
linetype = "BLOCK") +
  guides(fill = "none") + theme(legend.position = "bottom")

predmus <- posterior_linpred(fit, newdata = predgrid2, dpar = "mu")
predhus <- posterior_linpred(fit, newdata = predgrid2, dpar = "hu")
predgrid2 <- rbind(
  cbind(predgrid2, limit = "<150",
    t(apply(plogis(predhus) +
      (1-plogis(predhus))*plnorm(150, predmus, summary(fit)$spec_pars["sigma",
"Estimate"]), 2,
      quantile, probs = c(0.05, 0.5, 0.95))))),
  cbind(predgrid2, limit = "<170",
    t(apply(plogis(predhus) +
      (1-plogis(predhus))*plnorm(170, predmus, summary(fit)$spec_pars["sigma",
"Estimate"]), 2,
      quantile, probs = c(0.05, 0.5, 0.95))))))
predgrid2$RAIN <- as.factor(predgrid2$RAIN)

ggplot(predgrid2, aes(x = DEPART, y = `50%`*100, color = RAIN, linetype = BLOCK)) +
geom_line() + facet_grid(cols = vars(limit)) + labs(x = "DEPART [hour]", y = "Probability
of TIME below threshold [%]",
  color = "RAIN [mm]", linetype = "BLOCK") + guides(fill
= "none") +
  theme(legend.position = "bottom") +
  geom_ribbon(data = predgrid2[RAIN=="10&BLOCK=="public"], aes(ymin = `5%`*100,

```

```

ymax = `95%` * 100),
      alpha = 0.1, color = NA)

ggplot(predgrid2, aes(x = DEPART, y = `50%` * 100, linetype = BLOCK)) +
  geom_line() +
  facet_grid(RAIN ~ limit, scales = "free_y", space = "free_y") +
  labs(x = "DEPART [hour]", y = "Probability of TIME below threshold [%]",
       color = "RAIN [mm]", linetype = "BLOCK") +
  theme(legend.position = "bottom") +
  geom_ribbon(data = predgrid2,
            aes(ymin = `5%` * 100, ymax = `95%` * 100, fill = "alpha=5%"),
            alpha = 0.5, color = NA) +
  scale_y_continuous(
    sec.axis = sec_axis(~./100, name = "Probability of RAIN")
  ) +
  scale_fill_manual(
    values = c("alpha=5%" = "lightcoral"),
    labels = c("alpha=5%" = "alpha=5%")
  )

library(ca)

```