

Plötz Anita¹ - Dr. Varga János²

A digitalizáció hatása a logisztikai folyamatokra

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány célja a digitalizáció logisztikai ágazatra gyakorolt hatásainak feltárása, különös tekintettel az ellátási láncok hatékonyságára, rugalmasságára és ügyfélélményére. A kutatás során négy vállalat vezetőjével készített félig strukturált interjúk és szekunder források elemzése történt. Az elemzés szerint a modern technológiák, mint a mesterséges intelligencia, az Internet of Things, és az automatizáció növelik az ágazat hatékonyságát és csökkentik az emberi hibák esélyét. Emellett azonban jelentős akadályokat jelentenek az adatbiztonság, a technológiai költségek és a munkaerő képzése. Az ügyfélélmény javulása mellett az együttműködés és az átláthatóság szintén kiemelkedő jelentőségű. A digitalizáció alapvető átalakulást eredményez a logisztikai szektorban, amely kulcsfontosságú lesz a globális versenyképesség fenntartásában. A kutatás rámutat, hogy a sikeres digitalizáció feltétele az IT-infrastruktúra fejlesztése, az oktatás előmozdítása, valamint az iparág szereplői közötti együttműködés erősítése.

Kulcsszavak: digitalizáció, logisztika, ellátási lánc, versenyképesség

Jel-kódok: L90, L91, O30, O33

BEVEZETÉS

Az elmúlt évek technológiai forradalmi, melyeket az internet által biztosított kommunikációs lehetőségek és az új hálózati struktúrák tettek lehetővé, mélyreható átalakulásokat indítottak el mind a társadalom, mind a gazdaság különböző területein (Valenduc, 2018). A globalizáció, a digitális fejlődés, valamint az erőforrásokra is kiterjedő világszintű trendek alapjaiban formálják át a társadalmi és gazdasági rendszereket, egy új világot hozva létre (Burlac-Oancea-Pătărlăgeanu-Vasilescu, 2021). Nyilvánvaló, hogy a digitalizáció révén elérhető új lehetőségek jelentősen hozzájárulnak a vállalatok teljesítményének és hatékonyságának növeléséhez, különösen az ellátási láncok mentén, ahol az áruk, az információk és a pénzáramlás egyre szabadabbá válik (Matoušková, 2022). Ugyanakkor az ellátási lánc menedzsmentjének új kihívásokkal és kockázatokkal kell szembenéznie. A nemzetközi gazdasági kapcsolatok fokozódó összefonódása és a gazdasági instabilitás növelte az ellátási láncok sérülékenységét a váratlan zavarokkal szemben (Graves-Tomlin-Willems, 2022). Ebből arra következtethetünk, hogy ezek az új körülmények nem pusztán átmeneti jelenségek, hanem tartós jellemzői lesznek az előttünk álló időszaknak. A vállalatok gyakran olyan kockázatkezelési döntéseket hoznak, amelyek nem alapulnak a saját ellátási hálózatuk teljes körű ismeretén. Ennek következtében

nem képesek hatékonyan minimalizálni az ellátási lánc zavarai által okozott negatív hatásokat, valamint nem tudják optimálisan kihasználni a potenciális lehetőségeket sem. (Arowosegbe-Olutimehin-Odunaiya, 2024). A vállalati vezetők egyre nehezebben hoznak meg helyes döntéseket a hagyományos menedzsment módszerekkel és irányítási eszközökkel, mivel azok elsősorban viszonylag stabil gazdasági környezetben működő struktúrák sikerére építenek. (Christopher-Holweg, 2017). Az ellátási láncok kockázatainak megfelelő kezelése elengedhetetlen a vállalatok versenyképességének megőrzése érdekében. A cél olyan intézkedések meghozatala, amelyek csökkentik a vállalatok sebezhetőségét a zavaró eseményekkel szemben (Bani-Irshid-Hamasha-Al-Nsour-Mohammad-Al-Dabaibeh-Al-Majali, Al-Daajeh, 2024). A tanulmány célja azonosítani azokat a digitális fejlődés által kínált sikertényezőket, amelyek pozitívan befolyásolják az ellátási láncok kialakítását. Emellett a tanulmány négy vállalati vezető szakértői véleményét is bemutatja, hogy az elméleti eredményeket gyakorlati tapasztalatokkal egészítse ki. Bár ez az interjúalanyokra épülő kutatás nem tekinthető reprezentatívnak, hozzájárul ahhoz, hogy a szektor jó gyakorlatait feltérképezze, és további fejlődési irányokat jelöljön ki.

SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A logisztika és szállítmányozás az Európai Unió gazdaságának egyik alapvető pillére, amely széleskörű gazdasági hatással bír. Az ágazat évente több mint ezermilliárd eurós bevételt termel, és több mint hétmillió európai munkavállalót foglalkoztat (Stošić-Mihajlović- Trajković, 2020). A versenyképes és hatékony logisztikai rendszer kulcsfontosságú Európa gazdasági növekedéséhez, mivel támogatja az áruk szabad mozgását és ösztönzi a vállalatok közötti együttműködést, ezáltal erősítve az európai versenyképességet (Ochego-Arani, 2020). Az elmúlt évek tapasztalatai alapján Magyarország és Németország is stabil teljesítményt mutatott a logisztikai szektorban (Statista, 2020). Magyarországon a logisztikai ágazat a GDP 5,6%-át adta 2018-ban, míg Németországban ugyanez az arány elérte a 8,8%-ot (Smit-Jánoskúti-Havas-Puskás-Békés, 2020). Magyarország logisztikai és szállítási szektorának termelékenysége jelentősen elmarad a V4-ek és Németország szintjétől, amelyet részletesen szemléltet az 1. ábra.

A hazai logisztikai szektor termelékenységének elmaradása számos tényezőre vezethető vissza. Az egyik meghatározó ok az infrastruktúra fejlettségi szintjének hiányossága, különösen a vasúthálózat esetében, amely az intermodális áruszállítás szempontjából kiemelt jelentőséggel bír (Valentinyi-Al-Zaidi-Horváth-Reicher, 2021). A vasúti tevékenységeknek minden területen alkalmazkodniuk kell a legmodernebb technológiai fejlesztésekhez és megoldásokhoz (Egri-Hollik, 2021). További fontos akadály a raktározási kapacitások alacsony szintje, amely részben a hosszadalmas engedélyezési folyamatok és a magas épí-

¹ PhD hallgató, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest

² egyetemi docens PhD, oktatási dékánhelyettes, mb. intézetigazgató, Óbudai Egyetem Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest

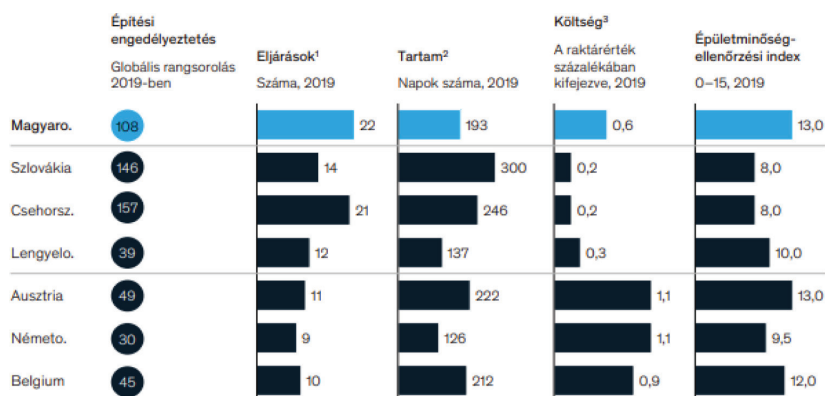


1. ábra: Ágazati termelékenység összehasonlítása

Forrás: Smit-Jánoskúti-Havas-Puskás-Békés (2020)

tési költségek miatt nem vonzó a befektetők számára (2. ábra). Az állami beavatkozások és az Ipar 4.0 innovációinak alkalmazása jelentős mértékben hozzájárulhatna a szektor fejlődéséhez és a termelékenységi problémák enyhítéséhez (Smit-Jánoskúti-Havas-Puskás-Békés, 2020).

A gazdasági és pénzügyi válság következtében fokozódó verseny az iparágban belül a jövedelmezőség csökkenéséhez vezetett (Milosevic-Trufunovic-Markopoulos-Popović, 2018). A logisztikai szektorban a piaci szereplők egyre magasabb minőségű és összetettebb szolgáltatásokat igényelnek, ám az erős árverseny következtében a szolgáltatók ezeket a költségeket csak korlátozottan tudják érvényesíteni az árakban (Erdoğan, 2021). Az ágazat fejlődése és a logisztikai teljesítmények javulása nagyrészt a

¹ Raktárépítéskor lefolytatandó eljárások száma.² Az alaki követelmények teljesítéséhez szükséges napok száma.³ Az alaki követelmények teljesítésének költsége a raktárérték százalékában kifejezve.

Forrás: McKinsey elemzés, Világbank Doing Business 2020

2. ábra: A magyarországi raktárépítést nehezítő főbb tényezők - nemzetközi szintű összehasonlítás

Forrás: Smit-Jánoskúti-Havas-Puskás-Békés (2020)

vállalatok által ösztönzött belső folyamatoptimalizálás eredménye (Lu-Xu-Kan-Lei, 2022). A termelő vállalatok a költséghatékonyság növelése érdekében egyre több és összetettebb logisztikai funkciót szerveznek ki külső szolgáltatókra, ami a részleges vagy teljes logisztikai kiszervezés növekedéséhez vezetett (Damodaram-Tulasi-Reddy, 2022). Ennek eredményeként a szerződéses logisztika piaci jelentősége folyamatosan nőtt (van Goor-van Amstel-van Amstel, 2019). Magyarországon és Németországban is ez a szegmens a logisztikai ágazat legnagyobb részét teszi ki. A magas komplexitású feladatok hosszú távú és szoros együttműködést igényelnek a szolgáltatók és ügyfelek között (van Goor-van Amstel-van Amstel, 2019). A rendelkezésre álló adatok szerint Németországban a szerződéses logisztika 2020-ban körülbelül 120 milliárd eurós bevételt generált, amely a teljes logisztikai ágazat forgalmának közel 40%-át tette ki (BVL, 2021). Az ipari szerződéses logisztikai szektor ebből 65 milliárd euróval részesedett. Németországban mintegy 60.000 logisztikai szolgáltató működik, és az ágazat 2018-ban körülbelül 3,05 millió főt foglalkoztatott, míg Magyarországon ez a szám 290 000 fő volt. A 2018-as évben a német logisztikai szektor teljes forgalma 274 milliárd eurót ért el, és ez az összeg azóta is folyamatosan növekszik (Statista, 2022).

Az ágazat tevékenységeinek körülbelül felét az áruk és szolgáltatások mozgatása teszi ki, míg a másik felét a logisztikai folyamatok tervezése, ellenőrzése és végrehajtása vállalaton belül (BVL, 2021). A digitalizáció előrehaladását számos tényező akadályozza. A logisztikai szektorban kiemelten magas a szakképzetlen munkaerő aránya, ami gátolja a technológiai fejlődést (Bottalico, 2021). A BVL 2021-es kutatása szerint a munkavállalók közel egyharmada nem rendelkezik szakirányú képesítéssel, és a szektorban évek óta súlyos probléma a szakképzett munkaerő hiánya (Dregger et al., 2017). Az IT-szakemberek és az informatikai ismeretekkel rendelkező mérnökök iránti kereslet növekedése a technológiai fejlődések közvetlen következménye (Reisinger-Reisinger-Nagy, 2022). A digitalizáció akadályai között szerepel a logisztikai vállalatok IT-infrastruktúrájának fejletlensége. Az informatikai fejlesztések nélkülözhetetlenek a versenyképesség javításához. Az innovatív technológiák, például a mesterséges intelligencia alkalmazása továbbra is alacsony szinten marad. Az infrastruktúra fejlesztésének felgyorsítása és az innovatív szolgáltatások támogatása elengedhetetlen az ágazat jövőbeni sikeréhez. Ahogy a digitális technológiák egyre inkább áthatják mindennapi életünket és a társadalmi részvételt, fokozódik annak kockázata, hogy azok a munkavállalók, akik nem rendelkeznek megfelelő digitális készségekkel, hátrányos helyzetbe kerülnek (Черняков-Chernyakova, 2018). A 16–74 év közötti európai lakosság körében 2021-ben mindössze 54% rendelkezett legalább alapvető digitális kompetenciákkal (DESTATIS, 2022). Továbbá, 2020-ban az uniós vállalkozások több mint fele nehézségekről számolt be az infor-

mációs és kommunikációs technológiai (IKT) állások betöltése során (DESTATIS, 2022). Ez azt jelzi, hogy ezen a téren az iparág helyzete nem mutatott javulást 2017 és 2020 között. A munkaerőhiány komoly akadályt jelent az uniós vállalkozások növekedésében és versenyképességében. Ezen túlmenően, az üzleti célú mesterséges intelligencia és a nagy adathalmazok alkalmazása továbbra is alacsony szinten áll. Míg a 2030-ra kitűzött cél az, hogy a vállalkozások 75%-a használja ezeket a technológiákat, jelenleg ez az arány csupán 8–14% között mozog (DESTATIS, 2022). A fenntartható növekedés elérése érdekében a logisztikai szektor számára alapvető fontosságú lesz a szolgáltatások diverzifikálása, magas hozzáadott értéket képviselő megoldások bevezetése, valamint differenciált szolgáltatások nyújtása (Erdoğan, 2021). A makrogazdasági környezet esetleges romlása nemcsak a profitabilitást, hanem a volumen növekedését is veszélyeztetheti. Ennek eredményeként az iparágon belül fokozott figyelem irányul majd a hatékonyság növelésére, amely elengedhetetlen a vállalatok túléléséhez (Sergey, 2023). A hatékonyság javításának egyik kulcsa a kapacitások jobb kihasználása, amely az automatizáció, optimalizációs megoldások és szoftveres technológiák alkalmazásával valósulhat meg. Emellett a hatékonysági nyomás a piaci szereplők differenciálódását is ösztönözheti (Kovács, 2018). A szektor hosszú távú fejlődése szempontjából kiemelkedően fontos az egyes országok logisztikai stratégiáinak nemzetközi szintű összehangolása. Az iparág erősségeit, lehetőségeit, gyengeségeit és veszélyeit a SWOT-elemzés foglalja össze, amelyet az alábbi táblázat szemléltet.

A digitalizáció térnyerése alapvető változásokat idéz elő az üzleti folyamatokban, termékekben és üzleti modellekben, különösen a meglévő digitális technológiák fejlesztésével és új megoldások bevezetésével (Calderon-Monge-Riberio-Soriano, 2023). A német gazdaság erősségei közé tartozik a kis- és középvállalkozások dominanciája, amelyek az összes vállalat 99,2%-át teszik ki (IfM Bonn, 2022), ezáltal megközelítve az Európai Unió átlagát. A német logisztikai szektorban a KKV-k kiemelkedő szerepet töltenek be, gyakran világszerte vezető pozíciót biztosítva maguk-

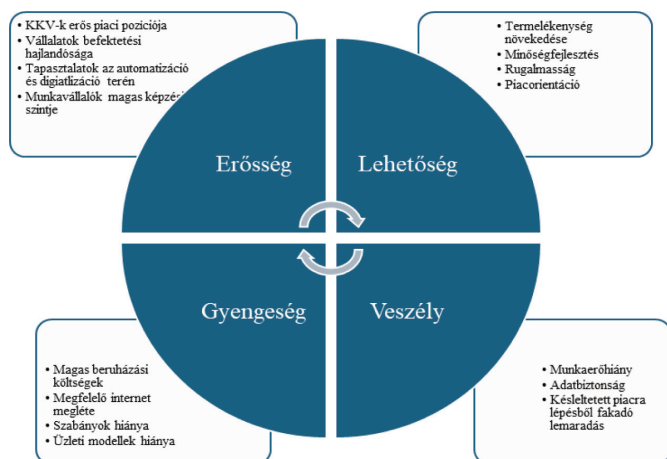
nak. Innovációs képességük, rugalmasságuk és versenyképességük révén a KKV-k gyorsan tudnak alkalmazkodni a változó piaci igényekhez, míg kisebb méretük lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyan vezessenek be új technológiákat. Németország továbbá az ipari robotok legjelentősebb felhasználója, a 2019-es évben 221.500 működő robotot üzemeltetett (MM, 2020), ami nagymértékben hozzájárult a versenyképességéhez. A digitalizációval és az Ipar 4.0-val összefüggő előnyök mellett számos kihívás is azonosítható. Az új technológiák implementálásához szükséges beruházások magas költségeket jelentenek. Ezen kívül hiányoznak az adatcsere és kommunikáció szabványai, valamint azok a piacképes digitális üzleti modellek, amelyek lehetővé tennék a kísérleti alkalmazásokon túlmutató projektek sikeres megvalósítását (Faiz-Le-Masli, 2024). Ugyanakkor a digitalizáció számos lehetőséget kínál a vállalatok termelékenységének növelésére. Az intelligens rendszerek és az adatcsere segítségével javítható a folyamatok és termékek minősége, gyorsabb és rugalmasabb válaszok adhatók a piaci változásokra, valamint csökkenthető az új termékek fejlesztési ideje (Arsic, 2020). Az Ipar 4.0 új lehetőséget biztosít a személyre szabott termékek gyártására, ami új ügyfélcsoportok bevonását is lehetővé teszi (Hamdi-Abouabdellah, 2022). Azonban az ipari termelés digitalizációja új kockázatokkal is jár. Növekszik a kereslet a szoftverfejlesztők és informatikai szakemberek iránt, de a megfelelően képzett munkaerő hiánya lassíthatja a digitalizációs folyamatokat. Emellett az adatvédelmi és biztonsági kihívások, például a hackertámadások, jelentős termelési zavarokat okozhatnak. Ha a vállalatok nem képesek gyorsan reagálni az Ipar 4.0 követelményeire, fennáll annak a kockázata, hogy későn lépnek piacra, ami hosszú távon piaci részesedésük csökkenéséhez vezethet (Kupriyanova-Evdokimova-Soloviova-Simikova, 2023).

A német gazdaság egyik kiemelkedő erőssége a jelentős exporttevékenység, amely meghatározó szerepet játszik az ország gazdasági stabilitásának és növekedési potenciáljának fenntartásában. 2022 szeptemberében Németország összesen 134,5 milliárd euró értékben exportált árukat (Statista, 2022). A né-

1. táblázat: A logisztikai iparág SWOT analízise

ERŐSSÉG	LEHETŐSÉG
Kedvező földrajzi fekvés Viszonylag alacsony árszínvonal a munkabérek és a logisztikai szolgáltatási telephelyek bérleti díja tekintetében Hazai logisztikai civil szervezetek kiterjedt nemzetközi kapcsolatrendszere Liberalizált vasúti árufuvarozási piac Mintaértékű elektronikus vámrendszer Intenzív multinacionális feldolgozóipar jelenléte	EU-s támogatások, pályázatok igénybevételek lehetősége Intermodális áruszállítás Logisztikai képzés fejlesztése Logisztikai szolgáltatási kínálat és színvonal növelése Digitalizáció, Ipar 4.0 KKV-k logisztikai képességeinek fejlesztése IT infrastruktúra potenciál fokozottabb kihasználása Duna, mint nemzetközi vízi út fokozottabb kihasználása Repülőtéri, logisztikai szolgáltatások fejlesztése
GYENGESÉG	VESZÉLY
Digitalizáció alacsony szintje, kiváltképpen a KKV-k körében Ipari parkok magas technikai ipari hiánya Fejletlen, elmaradott közlekedési és logisztikai infrastruktúra Viszonylag kevés komplex logisztikai szolgáltatást nyújtani tudó vállalat Kooperációs kultúra hiánya Hazai innovációs finanszírozás szűkölése Nem az igényekhez igazított vasúti hálózat Budapest központú logisztikai hálózat Hosszú, rugalmatlan és túl drága képzések	Kedvezőtlen befektetői megítélés Kevés stabil jogrendszer Politikai instabilitás Megtorpant gazdasági növekedés Infrastruktúra fejlesztési programok időbeli elhúzóódása Váratlan természeti katasztrófák Alacsony vállalati innovációs törekvések Túlszabályozás Túlzott állami tulajdonosi beavatkozás negatív hatásai Gazdasági válság negatív hatásai Informatikai struktúra alacsony szintje Munkaerőhiány, IT affinitás, szaktudás hiánya

Forrás: Innovációs és Technológiai Minisztérium (2020) alapján saját szerkesztés



3. ábra: A német vállalatok mikrogazdasági kilátásai

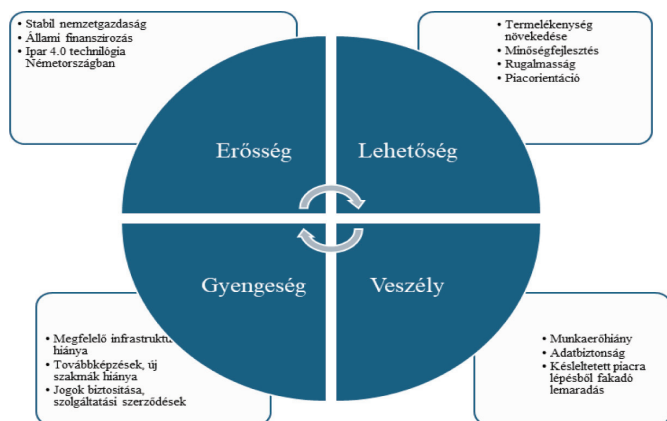
Forrás: Aconium (2024) alapján saját szerkesztés

met kormány 2014 óta támogatja az Ipar 4.0 megvalósítását az „Innovációk Németországért” csúcstechnológiai stratégiája keretében, ahol az Ipar 4.0 tíz kiemelt jövőbeli projekt egyikeként szerepel (BMBF, 2014). A kutatás-fejlesztés finanszírozása mellett számos ösztöndíj- és támogatási programot hoztak létre azon vállalatok számára, amelyek új technológiákba kívánnak beruházni. Mindazonáltal, a német gazdaság szerkezetében számos kihívás mutatkozik, amelyek akadályozhatják a digitalizáció sikerét. Kiemelten aggasztó a nem megfelelő informatikai infrastruktúra, valamint a képesítési és továbbképzési rendszerek hiánya, amelyek nem készítik fel szisztematikusan a munkavállalókat az Ipar 4.0 által támasztott követelményekre (Ferschli-Rehm-Schnetzler-Zilian, 2021). Az Ipar 4.0 alkalmazásával kapcsolatban további akadályt jelent a szolgáltatásokkal összefüggő szerződések kidolgozása, a közös fejlesztési folyamatok koordinálásának hiánya, valamint a szabadalmak és a tulajdonjogok kezelésének kérdése (Fuchs, 2018). Mindemellett a digitalizáció számos lehetőséget kínál, például a termelékenység növekedése révén jelentősen javíthatja a vállalatok versenyképességét. Az időben meghozott intézkedések, valamint az Ipar 4.0 sikeres feltételeinek biztosítása lehetőséget teremthet arra, hogy a német vállalatok vezető pozíciót érjenek el a globális piacon. Az automatizálás eredményeképpen pedig a korábban kiszervezett tevékenységek visszatelepítése is reális célkitűzés lehet Európán belül. A digitalizáció ugyanakkor jelentős kockázatokat is magában hordoz. Az ellátási láncok növekvő komplexitása, valamint a globalizáció

következményeként a vállalatok, az állam, az infrastruktúra és a lakosság egyre súlyosabb veszélyekkel szembesülnek. Az éles globális verseny fokozott nyomást gyakorol a német gazdaságra az Ipar 4.0 alkalmazásában. Ezenkívül a termékbiztonság és terméklelősség kérdéskörei – különösen az intelligens termékek használatával kapcsolatban – még mindig számos megoldatlan problémát vetnek fel, amelyek szintén kockázatot jelenthetnek a vállalatok számára (Corona, 2024).

MÓDSZER

Az elemzés az elméleti megközelítések és az empirikus adatgyűjtés kombinációjára épült, biztosítva az eredmények relevanciáját és hitelességét. Első lépésként a kutatás célja került meghatározásra, amely arra irányult, hogy bemutatásra kerüljenek a digitalizáció által generált változások és azok hatásai a logisztikai folyamatokra. A kutatás külön figyelmet fordított az Ipar 4.0 technológiák szerepére, az ellátási lánc hatékonyságára és rugalmasságára, valamint az ügyfélművelés javítására. A kutatás kvalitatív és kvantitatív megközelítést egyaránt alkalmazott. A tanulmány elméleti részének elkészítéséhez a szerzők szekunder adatgyűjtést végeztek. A kutatás során széleskörű irodalomkutatás került elvégzésre, amely során szakirodalmi források, iparági jelentések, valamint statisztikai adatok kerültek elemzésre. A szekunder források között szerepeltek az Ipar 4.0-val kapcsolatos nemzetközi és hazai kutatások, logisztikai és szállítmányozási szektorra vonatkozó gazdasági elemzések, valamint európai és nemzeti szintű digitalizációs stratégiák. A szekunder adatok gyűjtése és feldolgozása segítséget nyújtott az elméleti háttér kialakításában, valamint az interjúk során nyert adatok kontextualizálásában. Az empirikus adatgyűjtés félig strukturált interjúk révén valósult meg, amelyek során az érintett vállalatok felső vezetői osztották meg tapasztalataikat. Az interjúalanyok stratégiai rálátásának köszönhetően az eredmények releváns információforrásként szolgálnak. Bár a minta nem reprezentatív, az eredmények hozzájárulnak az iparág legjobb gyakorlati példáinak feltárásához, valamint a digitalizációs fejlődési irányok kijelöléséhez. A vizsgált vállalatok mindegyike német tulajdonú kis- és középvállalkozás, amelyek közül kettő a logisztikai, kettő pedig a feldolgozóiparban működik. A módszertan többdimenziós megközelítése lehetővé tette a digitalizáció logisztikai szektorra gyakorolt hatásainak mélyreható vizsgálatát. Az alkalmazott kvalitatív és kvantitatív módszerek kombinációja megalapozott eredményeket biztosított, amelyek hozzájárulnak a digitalizációval kapcsolatos gyakorlati és elméleti ismeretek bővítéséhez.



4. ábra: A német vállalatok makrogazdasági kilátásai

Forrás: Aconium (2024) alapján saját szerkesztés

EREDMÉNYEK

Az interjúk fókuszában az Ipar 4.0 stratégiák meglétének és alkalmazásának vizsgálata állt. A válaszadók egyöntetűen elismerték az Ipar 4.0 technológiák előnyeit, különös tekintettel a nagyméretű adathalmazok gyors feldolgozására és az intelligens gyárak értékteremtő hálózatba szervezésére. Bár minden vállalat rendelkezett Ipar 4.0 stratégiával, azok megvalósítása jelentős eltéréseket mutatott. Egyes vállalatok kizárólag a digitális technológiák alapvető előnyeit kívánták kihasználni, míg mások átfogó, csoportszintű fejlesztéseket valósítottak meg, amelyeket leányvállalataikra is kiterjesztettek. Az innováció iránti elköteleződés a vállalati kultúrában is tetten érhető volt, különös hangsúlyt helyezve az új ötletek kidolgozásának ösztönzésére, a kísérletezés támogatására, valamint a sikertelenségtől való féltel csökkentésére. Az egyik vállalat például egy saját fejleszté-

2. táblázat: Az Ipar 4.0 a logisztikában és az ellátási lánc menedzsmentben

	Vállalat	Informatika	Innováció
Stratégiai célok	Vállalat szerves részét képezi a stratégia	Átláthatóság az értéklánc mentén garantált	Versenyképesség biztosítása
Megváltozott kompetenciakövetelmények	Szükséges kompetenciák	IT ismeretek	Gyors kudarc kultúrájának kialakítása
Változások az értéklánc mentén	Vevőközpontúság	Folyamatos adatcsere biztosítása	Gyorsan átalakítható hálózatok kiépítése
Innovatív technológiai koncepciók	Digitális technológia bevezetése	Érzékelők az adatgyűjtéshez és lehetővé teszi a mobil hozzáférést	Elemzések impulzusként való használata

Forrás: Primer adatgyűjtés alapján saját szerkesztés

sű csomagolórendszert vezetett be, amely a vállalati innovációs stratégia sikerességét demonstrálta. A vizsgált vállalatok hozzáállása az innovációhoz ugyanakkor változatos képet mutatott. Míg egyesek csak a bevált és gazdaságosan alkalmazható technológiákat használták, mások számára az innováció a szervezeti kultúra alapvető elemét képezte, amelyet a vezetőség ösztönző programokkal és példamutatással támogatott. Egyes esetekben a gazdasági válság gátolta az Ipar 4.0 stratégiák teljes körű megvalósítását, így az érintett vállalatok csak a jogi előírásoknak való megfelelést biztosító, illetve a jelentős üzleti előnyökkel kecsegtető projektekre koncentráltak. A válaszadók kiemelték, hogy a sikeres digitalizáció előfeltétele a megfelelő IT-kompetenciák megléte, például az alapvető informatikai ismeretek, az adatelemzés és a gyűjtött adatok értelmezésének képessége. Az oktatás és a folyamatos képzés fontossága szintén hangsúlyozásra került. Az interjúk rámutattak, hogy a digitalizációs beruházásokat gyakran külső tényezők is befolyásolják, például az ügyfelek által észlelt innovációs imázs. Az Ipar 4.0-val kapcsolatos aktív tevékenységek új ügyfélkapcsolatokat tettek lehetővé, és hozzájárultak a vállalatok jövőbeli kihívásokra való felkészítéséhez, különösen az agilitás területén, amely kulcsfontosságú a gyors és sikeres implementációhoz.

A vezetők szerint az együttműködés kulcsfontosságú tényező az ellátási láncok sikeres működtetésében, különösen a beszállítókkal és szolgáltatókkal fenntartott hosszú távú kapcsolatok esetében. A hatékony együttműködés feltétele a szabályozott és folyamatos információcsere, valamint a világosan meghatározott felelősségi és hatásköri struktúrák kialakítása. A közös célok megfogalmazása és a kockázatok megosztására vonatkozó megállapodások tovább erősítik a kapcsolatok hatékonyságát. A vezetők szerint a szabványosított eljárások és az átlátható szervezeti struktúrák nagyban elősegítik a hatékony együttműködést a vállalatok között, míg a rendszeres kommunikáció lehetővé teszi a tudás megosztását mind a vállalatokon belül, mind az ellátási lánc partnerei között. A stratégiai beszállítókkal való szoros partnerségek, amelyeket bizalmon alapuló légkör és a közös problémamegoldás jellemez, alapvetően növelik az ellátási láncok rugalmasságát. Az információs átláthatóság szintén meghatározó szerepet játszik, különösen az adatok felhasználóbarát formában történő elérhetősége révén, ami kritikus az incidensek gyors és hatékony kezelésében. A vállalatvezetők hangsúlyozzák, hogy az információfeldolgozás és –elemzés – különösen a Big Data és a prediktív analitika alkalmazása – jelentős fejlődést eredményezhet az ellátási láncok teljesítményében, lehetővé téve pontosabb előrejelzések készítését és gyorsabb reagálást. A modern informatikai infrastruktúra kulcsszerepet játszik az ellátási lánc adatcseréjében és átláthatóságában. Az IT-alapú megoldások nemcsak a zavarok azonosítását, hanem azok automatikus és előrejelző

kezelését is lehetővé teszik. Ugyanakkor a rendszerkörnyezettel és a beszállítói adatcsere-felületekkel kapcsolatos korszerűsítési igények, valamint az adatvédelmi szabályozások betartása jelentős kihívásokat támasztanak. A modern IT-biztonsági szabványok alkalmazása elengedhetetlen a kiberfenyegetések és adatvesztés minimalizálásához. A vállalatvezetők rámutattak, hogy az információk gyors áramlása mellett az anyagok kezelési és szállítási sebessége a jövőben is meghatározó versenytényező marad. A logisztikai teljesítmény szorosan összefonódik az emberek és technológiai rendszerek, például robotok közötti hatékony együttműködéssel. A szervezeti kultúra szintén alapvető szerepet játszik: a nyitott, tudásmegosztásra és együttműködésre épülő vállalati kultúra támogatja az ellátási lánc rugalmasságát és hatékonyságát. Végezetül, a stratégiai személyzetfejlesztés és a folyamatos tanulás integrálása a vállalati stratégiába elengedhetetlen az informatikai kompetenciák bővítése, valamint az ellátási lánc teljesítményének és rugalmasságának javítása érdekében. Az ellátási lánc rövidítésére és az átláthatóbb hálózatok kialakítására vonatkozó törekvések hozzájárulhatnak a kockázatok csökkentéséhez és a gyorsabb reagálási képességhez a zavarok esetén.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az új digitális technológiák integrálása a meglévő üzleti modellekbe számos kihívást jelent, de elmondható, hogy a sikeres innováció átfogó megújulást és jelentős pozitív hatásokat eredményezhet az ellátási lánc mentén. A digitalizáció egy jövőbeli projekt, amely lehetőséget teremt az egyes országok és iparágak versenyképességének megőrzésére a globális piacon. Ehhez azonban sürgős intézkedések szükségesek egy stabil és gyors globális hálózat kiépítésére, hogy a különböző méretű vállalatok képesek legyenek együttműködni a digitális térben. A feladat összetettsége gyors cselekvést igényel a vállalatok és az államok részéről. A cégeknek kihívásokkal kell szembenézniük a digitális termékek és folyamatok szabványosítása, a munkavállalók képzése, valamint az IT-biztonság területén. A digitális technológiák révén a vállalatok még átfogóbb képet alkothatnak fogyasztóik szokásairól, és teljes mértékben megújíthatják értékajánlatukat, például adatalapú szolgáltatások nyújtásával. A jövőben egyre fontosabbá válnak a digitális csatornák, amelyek lehetővé teszik a közvetlen kommunikációt a fogyasztókkal. Kiemelendő, hogy az üzleti modellek digitális transzformációja nem csupán az egyes elemek átalakulását, hanem az értékláncok változását is magával hozza. Kutatásom során négy vállalat vezetőjével folytattam beszélgetéseket, akik pontosan megfogalmazták, hogyan értelmezik az Ipar 4.0 fogalmát, mik az alapvető elemei, és milyen tényezők motiválják vagy gátolják őket az új digitális technológiák bevezetésében és alkalmazásában. Megállapítható, hogy a piaci trendek követése és az ügyféligények kielégítése mellett a veze-

tők számára elengedhetetlen a valós idejű teljesítménymérés, az átláthatóság és a megalapozott döntéshozatal. Az interjúk során említették a szükséges kompetenciák hiányát, például alapvető IT-tudást, adatelemzést és az adatok értelmezését, valamint az oktatás fontosságát. A kutatás során megerősítést nyert, hogy a digitális technológiák által lehetővé tett innováció sikeres megvalósításához egyre inkább szükségesek a teljes ellátási lánc mentén kiépítendő partnerkapcsolatok, amelyek kölcsönösen előnyös helyzetet teremthetnek, így gyorsabban realizálhatják az innováció nyújtotta versenyelőnyöket. Az interjúk eredményei alapján több jövőbeli kutatási irány is körvonalazódik. Fontos lenne megvizsgálni, hogy az Ipar 4.0 és a digitalizáció milyen hatással van a jelenlegi üzleti modellekre, és mi ösztönözheti a vállalatokat jobban az együttműködésre és az információmegosztásra.

IRODALMI FELDOLGOZÁS

- ACONIUM (2024): Innovation fördern Zukunft gestalten. Online: <https://aconium.eu/>
- AROWOSEGBE BETTY OLUWAKEMI – OLUTIMEHIN OLANREWAJU – SOYOMBO TIMOTHY, OLUWATOBI DAVID, ODUNAIYA GBENGA, OLUSEGUN (2024): Risk Management in Global Supply Chains: Addressing Vulnerabilities in Shipping and Logistics. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research* 6 : (3) pp. 910-922. ISSN 2664-3596.
- ARSIC, MILOJKO (2020): Impact of Digitalisation on Economic Growth, Productivity and Employment. *Economic Themes* 58: (4) pp. 431-457. ISSN 1450-961X.
- BANI-ISR HID, H. ALA – HAMASHA, M. MOHAMMAD – AL-NSOUR, LUBNA – MOHAMMAD, LANA – AL-DABA-IBEH, ANFAL – AL-MAJALI, RAYA – AL-DAAJEH, HALA (2024): Supply chain risk assessment and mitigation under the global pandemic COVID-19. *International Journal of Production Management and Engineering* 12: (1) pp. 43-63. ISSN 2340-5317.
- BMBF (2014): Zukunftsstrategie. Online: https://www.bmbf.de/DE/Forschung/Zukunftsstrategie/zukunftsstrategie_node.html
- BOTTALICO, ANDREA (2021): The Logistics Labor Market in the Context of Digitalization: Trends, Issues and Perspectives. In Klumpp, Matthias – Ruiner, Caroline. *Digital Supply Chains and the Human Factor* (c. könyv). Springer Cham, Switzerland, pp. 111-124. ISBN 978-3-030-58430-6.
- BURLACU, SORIN – OANCEA NEGESCU MIHAELA, DIANA – PĂTĂRLĂGEANU ROXANA, SIMONA – VASILESCU ANA, RALUCA (2021): Digital globalization and its impact on economic and social life. *SHS Web of Conferences* 129: (1) pp. 1-8. ISSN 2261-2424.
- BVL (2021): Logistikumsatz und Beschäftigung. Online: <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/umsatz-und-beschaeftigung>
- CALDERON-MONGE, ESTHER – RIBERIO-SORIANO, DOMINGO (2023): The role of digitalization in business and management: a systematic literature review. *Review of Managerial Science* 18 (2) pp. 1-43. ISSN 1863-6691.
- CHRISTOPHER, MARTIN – HOLWEG, MATTHIAS (2017): Supply chain 2.0 revisited: a framework for managing volatility-induced risk in the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 47: (1) pp. 2-17. ISSN 0960-0035.
- CORONA, LARA (2024): Digitization: An Overview of the Advantages and Disadvantages. In Gabbay Klain, Liat. *Aspects of Digital Libraries - Digitization, Standards, Open Access, Repositories and User's Skills* (c. könyv). IntechOpen. Croatia, pp. 1-21. ISBN 978-1837698448.
- DAMODARAM, A. K. – TULASI, LAKSHMI – REDDY, VENKATESWARA (2022): Optimization of Transportation and logistics costs to maximize revenue and efficiency of supply chain. *International Journal for Research in Engineering Application & Management* 5: (10) pp. 7-10. ISSN 2454-9150.
- DESTATIS (2022): Exporte im September 2022: -0,5 % zum August 2022. Online: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/11/PD22_463_51.ht%20ml
- ERDOĞDU, MEHMET (2021): Development of Logistics Management and Relationship with Industry. *International Journal on Engineering Science and Technology* 3: (2) pp. 91-112. ISSN 2642-4088.
- ERGI, IMRE – HOLLIK, CSABA (2021): Ipar 4.0 a vasút tükrében. *Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok* 7: (2) pp. 22-26. ISSN 2560-0362.
- FAIZ, FAIZ – LE, VIET – MASLI, K. ERYADI (2024): Determinants of digital technology adoption in innovative SMEs. *Journal of Innovation & Knowledge* 9: (4) pp. 1-20. ISSN 2444-569X.
- FERSCHLI, BENJAMIN – REHM, MIRIAM – SCHNETZER, MATTHIAS – ZILIAN, STELLA (2021): Digitalization, Industry Concentration, and Productivity in Germany. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 241: (5-6) pp. 623-665. ISSN 2366-049X.
- FUCHS, CHRISTIAN (2018): Industry 4.0: The Digital German Ideology. *tripleC Communication Capitalism & Critique Open Access Journal for a Global Sustainable Information Society* 16: (1) pp. 280-289. ISSN 1726-670X.
- GRAVES, STEPHEN – TOMLIN, BRIAN – WILLEMS, SEAN (2022): Supply chain challenges in the post-Covid Era. *Production and Operations Management* 31: (12) pp. 1-23. ISSN 1937-5956.
- HAMDI EL, SARAH – ABOUABDELLAH, ABDELLAH (2022): Logistics: Impact of Industry 4.0. *Applied Sciences* 12: (9) pp. 1-17. ISSN 2076-3417.
- IFM BONN (2022): Mittelstand im Überblick. Online: <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/volkswirtschaftliche-bedeutung-der-kmu/deutschland>
- INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM (2020): Nemzeti Digitalizációs Stratégia 2021-2030. Online: <https://2015-2019.kormany.hu/download/f/58/d1000/NDS.pdf>
- KOVÁCS, GYÖRGY (2018): Methods for Efficiency Improvement of Production and Logistic Processes. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology* 26: (42) pp. 55-61. ISSN 1338-0532.
- KUPRIYANOVA, MARINA – EVDOKIMOVA, ELENA – SOLOVIOVA, IRINA – SIMIKOVA, IRINA (2023): The impact of digitalization on the manufacturing industry. *E3S Web of Conferences* 431: (1) pp. 1-8. ISSN 2267-1242.
- LU, JIAXUAN – XU, HAOYUE – KAN, XINYU – LEI, YIMING (2022): Research on Optimization of Logistics Management Process from the Perspective of Supply Chain Management. *Frontiers in Business Economics and Management* 6: (3) pp. 122-125. ISSN 2766-824X.

- MATOUŠKOVÁ, DANA (2022): Digitalization and Its Impact on Business. *Theory Methodology Practice* 18: (2) pp. 51-67. ISSN 2415-9883.
- MILOSEVIC, SINISA – TRIFUNOVIC, DEJAN – MARKOPOULOS-POPOVIĆ, JELENA (2018): The Impact of the Competition Policy on Economic Development in the Case of Developing Countries. *Ekonomski horizonti* 20: (2) pp. 157-171. ISSN 2217-9232.
- MM (2020): 2,7 millió robot dolgozik a világ gyáraiban. Online: <https://www.muszaki-magazin.hu/2020/10/17/27-millio-ipari-robot-dolgozik-a-vilag-gyaraiban/>
- OCHEGO, CONRAD – ARANI, WYCLIFFE (2020): Logistics strategy as a competitive tool for firm performance: The moderating effect of customer service effectiveness. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics* 5: (1) pp. 56-65. ISSN 2520-2979.
- REISINGER, DÁVID – REISINGER, VIKTOR – NAGY, JUDIT (2022): A mesterséges intelligencia és a digitalizáció hatása a logisztikai munkakörökre. *Vezetéstudomány Budapest Management Review* 53: (8-9) pp. 103-114. ISSN 3057-9376.
- SERGEY, YEMIKOV (2023): Improving the efficiency of the transport and logistics sector. *E3S Web of Conferences* 376: (04004) pp. 1-7. ISSN 2267-1242.
- SMIT, SVEN – JÁNOSKUTI, LEVENTE – HAVAS, ANDRÁS – PUSKÁS, PÉTER – BÉKÉS, MÁRTON (2020): Repülőrajt: A magyar gazdaság növekedési pályája 2030-ig. Online: <https://www.mckinsey.com/hu/~/-/media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Hungary/Our%20Insights/Flying%20start%20Powering%20up%20Hungary%20for%20a%20decade%20of%20growth/McK-Hungary-2030-Report-HU.pdf>
- STATISTA (2020): Anzahl der Unternehmen für Landtransport und Transport via Pipelines in ausgewählten Ländern Europas im Zeitraum von 2011 bis 2020. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/687575/umfrage/anzahl-der-landtransportunternehmen-in-europa/>
- STATISTA (2022): Statistiken zum Thema Transport und Logistik. Online: <https://de.statista.com/themen/733/transport-und-logistik/#topicHeader>
- STOŠIĆ-MIHAILOVIĆ, LJILJANA – TRAJKOVIĆ, SVETLANA (2020): The importance of logistics and supply chains for pandemic conditions. *Journal of Process Management New Technologies* 8: (2) pp. 53-59. ISSN 2334-7449.
- VALENDUC, GÉRARD (2018): Technological revolutions and societal transitions. *Foresight Brief* pp. 1-16. ISSN 2507-1548.
- VALENTINYI, ZOLTÁN – AL-ZAIDI, WALEED – HORVÁTH, ZOLTÁN – REICHER, REGINA (2021): Current services and prospects of Hungarian logistics providers in the next 5-10 years. *Selye e-studies* 12: (1) pp. 56-76. ISSN 1338-1598.
- VAN GOOR, R. A. – VAN AMSTEL, J. M. – VAN AMSTEL, P. W. (2019): Contract logistics. In van Goor, R. A. – van Amstel, J. M. – van Amstel, P. W. *European Distribution and Supply Chain Logistics* (c. könyv). Routledge, London, pp. 283-308. ISBN 978-9020732535.
- ЧЕРНЯКОВ, МИХАИЛ – CHERNYAKOVA, MARIA (2018): Technological Risks of the Digital Economy. *Journal of Corporate Finance Research* 12: (4) pp. 99-109. ISSN 2073-0438.