

## **Technológiai fejlődés adta lehetőségek a logisztikai rendszerek operatív működtetése során**

### **Opportunities created by technological development in the operational processes of logistics systems**

Görbe Polina<sup>1</sup>, Tósi Julianna<sup>2</sup>, Bódis Tamás<sup>3</sup>

#### Absztrakt

Napjainkban a raktárlogisztika és a termelésellátás legnagyobb kihívásai többek között az élőmunka hiány, az elaprózódó rendelések, a beszűkülő időablakok, speciális megrendelői elvárások és a készletcsökkentési elvárások. Ezek ellensúlyozására a logisztika területén alkalmazható digitális technológiák is jelentős fejlődésnek indultak, például a szenzortechnológia, melynek segítségével real-time adatgyűjtés valósítható meg. Az IoT rendszerek (eszközök hálózata), az adatgyűjtés mellett, bővíthető hálózatok segítségével támogatják a folyamatmenedzsmentet és a feladatvégrehajtást. A Big Data, mint strukturált tárolási rendszer felelős a nagy mennyiségű adathalmaz kezeléséért és gyors feldolgozásáért, ill. az ezekből felismerhető összefüggésekért és esetleges előrejelzésekért. A napjainkban folyamatosan fejlődő technológiák segítségével valós idejű képet kaphatunk a logisztikai rendszerekről, lehetőségünk nyílik beavatkozni és optimalizálni a folyamatokat. Fontos mindezen technológiák összehangolása és az adott logisztikai rendszerekhez illesztése a megfelelő mélységbe. Tanulmányunkban egyes technológiai megoldások alkalmazási lehetőségeit, azok felhasználhatóságát, illetve az általuk realizálható előnyöket vizsgáljuk.

Kulcsszavak: logisztika, technológiai fejlődés, optimalizálás, szenzor

#### Abstract

Nowadays, mostly the labor shortages, fragmented orders, shrinking time windows, special customer requirements and inventory reduction requirements are the biggest challenges in warehouse logistics and production supply. To counterbalance these issues, the digital technologies in the field of logistics have also improved significantly, such as sensor technology which enables real-time data collection. In addition to this, IoT systems (Internet of Things) support process management and task execution through expandable networks. Big Data - as a structured storage system - is responsible for managing and processing large amounts of data, furthermore it can give possible predictions from those connections that can be recognized from them. Nowadays the continuously evolving technologies allow us to get a real-time view of logistics systems, to intervene and optimize processes. It is important to coordinate and align all these technologies to adapt them for the logistics systems. In this paper we examine the applicability of these technological solutions, their adaptability and benefits which can be realized.

Keywords: logistics, technological development, optimization, sensor

## **BEVEZETÉS**

Napjainkban a technológia egy nagyon fontos versenyképességi tényező, de nem csupán csak csúcstechnológiával lehet a piacon versenyképesnek maradni. Általánosságban elmondható,

---

<sup>1</sup> Görbe Polina, MSc szakos hallgató, Széchenyi István Egyetem, gorbe.polina@gmail.com

<sup>2</sup> Tósi Julianna, MSc szakos hallgató, Széchenyi István Egyetem, tosijulcsi@gmail.com

<sup>3</sup> Dr. Bódis Tamás, egyetemi adjunktus, Széchenyi István Egyetem, bodis.tamas@sze.hu

hogy a legmodernebb csúcstechnológia alkalmazása a legnagyobb vállalatok privilégiuma. Modern technológiát csak akkor érdemes bevezetni, ha gyorsan megtérül, vagy ha nagy arányban tudja csökkenteni az élők munká arányt, mivel ez tudja leginkább növelni a termelékenységet. Fontos mindezen technológiák összehangolása és az adott logisztikai rendszerekhez illesztése a megfelelő mélységbe. Tanulmányunkban egyes technológiai megoldások alkalmazási lehetőségeit, azok felhasználhatóságát, illetve az általuk realizálható előnyöket vizsgáljuk. Három fő fogalmat ismertetünk, amelyek napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak. Ezek a szenzorok, az IoT és a Big Data.

## 1. KIHÍVÁSOK

Napjainkban a raktárlogisztika és a termelésellátás területén az automatizáció előrehaladtával csökken a szakképzett és kreatív munkaerőre tartott igény. Ezek mellett a piac egyre nagyobb méreteket ölt, így nincs elegendő élők munká a logisztikai rendszerek kiszolgálására. A piac egyre inkább vevőorientált lett, így a termelés folyamatosságának biztosításához szükség van a nagy volumenű tárolásra. Ennek egyik nagy kihívása az online vásárlási lehetőségek bővülése is, mivel a fogyasztók házhoz kérik a termékeket. Következésképpen az ilyen kis tételes rendelések beszűkítik az időablakokat a gyors kiszállítás igénye miatt, tehát még jobban leterhelik a logisztikai rendszereket. Az elaprózódó rendeléseken túl szükséges még megemlíteni a speciális igényeket is, pl. a különböző trendeket és a szezonalitást. Ezek hatására jelentős elvárásként említhetjük a készletcsökkentést, mely komoly kihívásokat jelent a logisztika területén. (Kong, et al, 2019). Tanulmányunk további részében a szenzorok, az IoT és a BigData, mint lehetséges támogatási módok alkalmazási lehetőségeit vizsgáljuk, és már bevált gyakorlati példákat mutatunk be.

## 2. SENZOROK

Az elsőként említhető eszközök, melyben lehetőséget látunk a fentebb említett kihívások ellensúlyozására, a szenzorok. Kijelenthetjük, hogy ezek az érzékelők kulcsszerepet töltenek be az Ipar4.0 koncepcióban, hiszen e nélkül nem is beszélhetnénk okos gyártásról. A szenzorok olyan végrehajtó szerepet betöltő periféria eszközök, melyek az érzékelt információt továbbítják az adatgyűjtő/feldolgozó központba. Ma már lehet őket bizonyos funkciókra programozni is, így akár helyben képesek az adtafeldolgozásra. Ezek segítségével lehetséges valós idejű adatgyűjtés, mely napjainkban nagyon fontos és releváns pillérnek számít egy termelő vállalat estén.

Számos területen használhatjuk ki a szenzorok által realizálható előnyöket, többek között segíthetjük az operatív tevékenységet végző dolgozók munkáját azzal, hogy bizonyos információkat gyorsan le tudnak olvasni egy szenzorhoz kapcsolt kijelző segítségével. Ez a nagy vállalatoknál már elterjedt gyakorlat: a szenzor beolvassa a terméket és megjeleníti a hozzá tartozó specifikus információkat, melyre szükség van a gyártás során, így az operátor kevesebb hibalehetőséggel, gyorsabban tudja ellátni a munkáját.

A fenti példára építhetjük a minőség-ellenőrzés területét is, hiszen bizonyos paraméterek érzékelésével ezek az eszközök képesek megmondani számunkra, hogy az adott termék a felállított kritériumrendszeren belül van-e, vagy sem. Ezzel kis energiaráfordítással lehet jelentős költségeket megspórolni még a gyártás korai fázisaiban is, illetve egy átállás esetén is jelentős időmegtakarítást lehet realizálni. (Shivajee, et al, 2019)

Ezek az érzékelő egységek képesek lehetnek megfigyelni a levegő hőmérsékletét, páratartalmát, a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) és más gázok szintjét, és ezeket az információkat a termelési rendszer különböző területeire továbbítani, akár szabályozni. A levegő, mint minőségi tényező, kritikus szerepet játszik a munkavállalók kényelme és egészsége

szempontjából, ill. ha hűtött áru raktározásáról beszélünk, akkor elengedhetetlen az ilyen eszközök alkalmazása.

A minőségi és az időbeni logisztikai műveletekhez szükséges modellek biztosítása mindig nehéz probléma. Az RFID technológiát az elmúlt években egyre több vállalat használja a logisztikai műveletek során az anyagok és termékek azonosításához, nyomonkövetéséhez. A rádiófrekvencia segítségével képes felismerni a romlandó termékek állapotát, amikor azokat a szállítási lánc végén mozgatják. Ezzel jelentős idő- és költségmegtakarítást lehet elérni, mivel nem szükséges a termékeket egyesével fizikailag ellenőrizni. (Mejjaoui and Babiceanu, 2015)

Készletkezelési területen egy szenzor kiválóan alkalmas a készletek csökkenésének jelzésére. Alkalmazásban nagyon eltérő lehet a megvalósítás, de már a legegyszerűbb szenzorokkal is megoldható. Az érzékelők csak annyit jelez vissza az informatikai rendszernek, hogy azon a pozíción, ahova a szenzor telepítve van (pl. minimális készlet szint) van-e vagy nincs termék, így már el lehet kerülni a fennakadásokat a hiány megelőzésével.

Az autonóm járművek üzemeltetése kapcsán kijelenthetjük, hogy a szenzorok nélkül ez a fogalom nem is létezhetne. Még jelentős kihívásokkal áll szemben ez a terület, de már így is komoly fejlesztések és alkalmazási módok jelentek meg. Ebben az esetben már kifejezetten szenzor-hálózatokról beszélünk, melyek a kapott információk valós idejű feldolgozása során bizonyos forgatókönyvek szerint navigálják a járművet és prioritások alapján döntéseket is hozhatnak. (Gómez-Bravo, 2007)

Kamerás képfeldolgozás, ill. kódolvasás területén is elterjedt már a szenzoros technológia. Mind biztonsági rendszerek esetén, mind pedig a fentebb már említett azonosítás kapcsán. Az érzékelőket már be lehet programozni, hogy ha egy illetéktelen személy lép be az adott területre, akkor riasztóként jelezzen a felelősnek.

A robottechnika is egy olyan terület, ahol elengedhetetlen az egymással kommunikáló szenzor rendszerek megléte. A világ egyik legnagyobb autóiipari beszállítójának magyarországi üzemében egy olyan kooperációs projekt zajlott le, ahol egy ipari robotból, egy biztonsági vezérlőből és számos szenzorból álló együttműködő robotot fejlesztettek ki. 24 óra alatt képes átvenni egy kieső munkatárs feladatát, vagy „besegíthet” a munkába gyártási csúcsok idején. (Supply Chain Monitor – A szenzorok „okosítása”, 2017)

A fentebb bemutatott példák kapcsán láthatjuk, hogy a szenzorok nagyon sokféle adatot képesek gyűjteni, így széleskörűen alkalmazható. Működési elvét tekintve, mint alapvető funkció megkülönbözteti a bejövő jelet a bejövő jel hiányától. Tehát van az érzékelő látászögében valami, vagy nincs. Már ez is egy olyan adat, mely létfontosságú információ értékkel bír pl. egy autonóm jármű esetében. Ezen felül szenzorokkal megvalósítható még adatok beolvasása, idő mérése, darabszám meghatározása, hőmérséklet, páratartalom, gáz koncentráció, elmozdulás, sebesség, eltérés egy adott értékhez viszonyítva, felület, összetétel.

A szenzorokhoz kapcsolt szoftverek manapság már egyre inkább megfizethetők kisebb vállalatok számára is, és elengedhetetlen a következő fejezetben bemutatott eszközök használatában, ill. a digitális átalakulásban.

### **3. INTERNET OF THINGS (IoT)**

A szenzorok nagyon hasznosnak bizonyulnak napjainkban. Az általuk gyűjtött adatok jelentősen javítják a termelés, a szállítás, a logisztika területeit. A szenzorokon kívül különféle eszközök állnak rendelkezésre melyek adatokat vagy információt hoznak létre és használnak fel. Ezeknek az eszközöknek, objektumoknak össze kapcsolásával real-time adatokhoz lehet hozzá férni. Ezt az összekapcsolódást Kevin Asthon 1999-ben a dolgok internete (Internet Of Things) kifejezéssel látta el az ellátásilánc menedzsmenttel összefüggésben. Az elmúlt évtizedben az „eszközök” meghatározása a technológia fejlődésével megváltozott, de a fő cél

ugyanaz maradt, miszerint az információ emberi beavatkozás nélkül legyen felismerhető, kezelhető. Az internet radikális fejlődése az objektumok összekapcsolásával hálózatot alakít ki, amely érzékelők segítségével nem csak információt gyűjt, hanem kölcsönhatásba is lép az eszközökkel, például vezérli a működést, parancsot ad, irányít. Legfontosabb, hogy mindezen felül szabványokat használ fel az információátadás során, elemzésre is képes, melyből következtethet a további alkalmazások során.

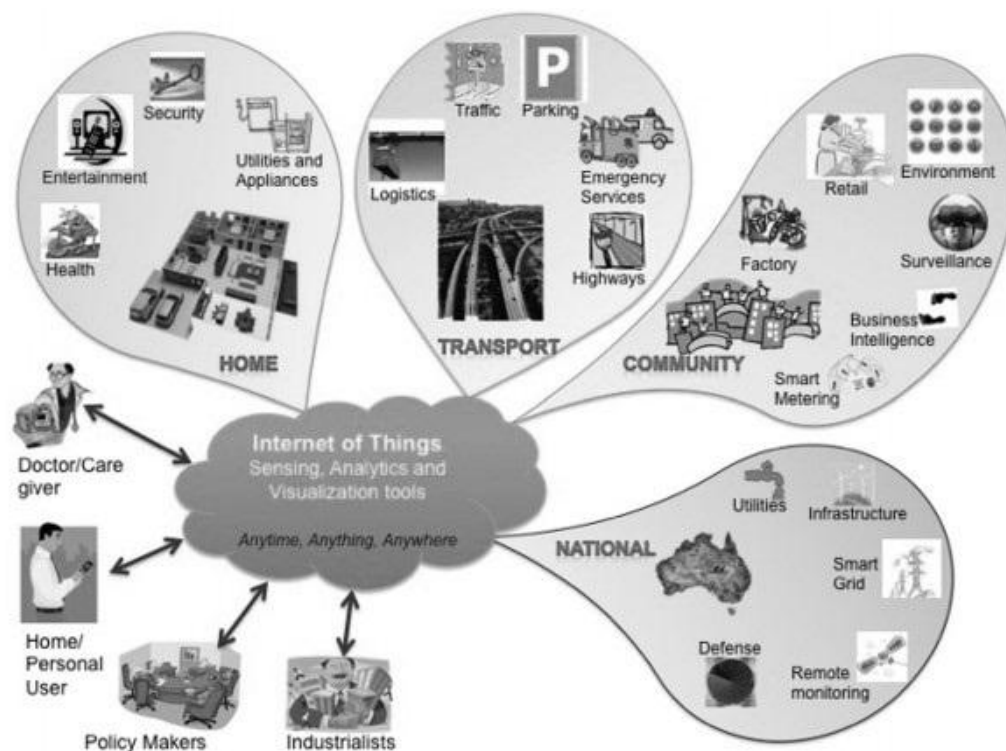
A vezeték nélküli szenzorok és a hozzájuk kapcsolódó technológiák lehetővé tették, hogy a mindennapi élet szinte minden területén alkalmazni tudjuk, beleértve az ipari automatizálást, a szállítást, az energiarendszereket és az egészségügyet. Ezeknek az eszközöknek az elterjedésével jött létre az eszközök internete (Internet of Things = IoT), mely egy olyan hálózat, melyen keresztül az érzékelők, eszközök kommunikálni képesek és a különböző platformok között megosztja az információkat.

Az IoT olyan vezeték nélküli technológiákat támogat, mint például az RFID-címkék (rádiófrekvenciás azonosítás), egyéb beágyazott érzékelőhálózatok. Az RFID és más érzékelő technológiák új kihívással kerülnek előtérbe. Az információs és kommunikációs rendszerek láthatatlanul beágyazódnak a körülöttünk lévő környezetbe. Ennek működése rengeteg adatot eredményez, melyeket könnyen elérhető, értelmezhető és hatékony formában kell tárolni, valamint feldolgozni. A felhőalapú adattárolás, a számítástechnika biztosítja a virtuális infrastruktúrát az olyan programoknak, melyek integrálják az adatgyűjtő, elemző és közlő eszközöket, programokat.

Az egyre szélesebb körben elterjedő internet-hozzáférés elősegíti az információs és kommunikációs hálózatok fejlődését. Az eszközök internete akkor valósulhat meg, ha túllépünk az okostelefonokon, eszközökön és minden létező tárgyat összekapcsolunk.

A számítástechnika korszakának következő fejlődési hulláma már kívül esik a hagyományos eszközökön és kezelő felületeken. Rengeteg tárgy, eszköz, ami körül vesz minket bizonyos formában egy integrált hálózaton lesz elérhető. A vezeték nélküli technológiákkal, mint a rádiófrekvenciás azonosítás (RFID), a Bluetooth, a Wi-Fi és a telefonos adatszolgáltatásokkal, valamint a beágyazott érzékelők és azokat működtető csomópontokkal megvalósul az IoT. Az internetes forradalom példátlan mértékű összekapcsolódáshoz vezetett az emberek között. A következő technológiai fejlődési hullám az eszközök közötti összekapcsolás és az intelligens környezet kialakítását hozza el. A tanulmány alapján már 2011-ben az összekapcsolt eszközök száma már túllépte a bolygónkon élő emberek számát, azaz már több eszköz van az interneten, mint ember. Az internetre csatlakoztatott eszközök száma 2020-ra várhatóan eléri a 24 milliárdot. (Gubbi, Buyya, Marusic, Palaniswami, 2013)

Az eszközök összekapcsolásának vázlatát úgy gondoljuk az alábbi ábra szemlélteti a legérthetőbben, mely Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions tanulmányában található meg.



1. ábra Az IoT sematikus ábrája a végfelhasználók és a felhasználási területek adatai alapján  
 forrás: Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*, 2013

Az IoT az ábrán egy felhőnek van ábrázolva, melyben adatokat tudunk gyűjteni. A legjelentősebb előnye, hogy bármilyen adatot, bárhol és bármikor elérhetünk. Ehhez a felhőhöz kapcsolódnak a különböző alkalmazási területek, mint a szállítás, otthon, közösség és nemzeti szféra. Ezen alkalmazási területekben használt eszközök adatokat szolgáltatnak a felhőbe. Ezen felül személyek is csatlakoznak az IoT-hoz, akik az eszközök felhasználói. Ezek lehetnek általános személyes felhasználók, orvosok, gondozók, döntéshozók és ipari termelők is. Az ábra jól szemlélteti, hogy az eszközök, felhasználók és az általuk szolgáltatott adatok kapcsolódnak, kölcsönös összhangban vannak.

Felmerül a kérdés, hogy mennyire lehet biztonságos felhőben gyűjteni az adatainkat és összekötni minden egyes eszközünket. Utóbbi években egyre több tanulmány foglalkozik ennek kérdésével, hiszen számos kibertámadásra volt már példa.

Hassan, Rehmani és Chen tanulmánya az IoT adatbiztonsági kérdéseivel foglalkozik. A felhasználó részéről jelentős bizalmat kell a szolgáltató felé mutatnia, hogy a személyes adatai biztonságban vannak a különböző szervereken. A sok pozitív előnnyel járó IoT rendszerek üzemeltetőinek több kihívással is szembe kell nézniük. A titkosítatlan szerverek feltörhetőek és a személyes és egyéb adatok könnyen kiszivároghatnak. Többek között ennek a problémának a kiküszöbölésére a kutatók arra törekcsenek, hogy decentralizált hálózatfelépítés felé mozduljanak el az IoT eszközök, az adatok tárolása és kezelése során. Ezt a decentralizált felépítést a szakirodalom a Blockchain technológiával hozza össze. A Blockchain technológia alkalmazásában a hálózat tagjai a tranzakciók, műveletek adatait főkönyvi formában tárolják. A főkönyvet új tranzakcióblokk hozzáadásával frissítik, minden egyes tranzakcióval egy blokklánc alakul ki. Ezzel lehet kiküszöbölni, hogy harmadik fél hozzáférjen az adatokhoz. A blokklánc megváltoztathatatlan, decentralizált és biztonságos. (Hassan, Rehmani, Chen, 2019)

Az adatok védelmével jelentős fejlődés előtt áll az IoT. A szenzorok által összegyűjtött adatok és az IoT-n keresztül közölt végtelen mennyiségű információ és annak kezelése vezet el minket a Big Data-hoz.

## 4. BIG DATA

A Big Data-t röviden nagy mennyiségű adatgyűjtésként fogalmazhatjuk meg. A Big Data mellett új módszerek jelentek meg, amit ma adatbányászatnak hívnak. Az adatbányászati módszerek alapja a nagy mennyiségű adatban a nem triviális összefüggések megtalálása. Ezen a ponton fontos, hogy az adatok megfelelően legyenek gyűjtve, tárolva és strukturálva, hogy azokat könnyen elérhetőek és feldolgozhatók legyenek. Mindez azért, hogy különböző előrejelzéseket tudjunk meghatározni, folyamatokat tudjunk vizsgálni.

A mindennapjaink során is megfigyelhető, hogy a rengeteg tevékenység, amit végzünk, annak adatai mind rögzíthetők. A napi mozgásunk, leginkább a megtett útvonalunkat figyelembe véve és az étkezési szokásaink, vásárlási szokásaink is mind adatok. Ezek az adatok könnyen és automatikusan rögzíthetők, tárolhatók, feldolgozhatók. Különböző telefonkészülékekre írt alkalmazások segítik mindennapjainkat abban, hogy például eleget mozgunk, alszunk vagy hogy milyen sűrűn használjuk a készülékünket. Ezekre napi, heti és havi kimutatásokat végez az alkalmazás, mely a felhasználó számára könnyen kezelhető és értelmezhető. Mindezt úgy, hogy neki semmilyen adatot nem kellett rögzítenie a felmérés során manuálisan a készülékbe. Elég nagy tömeg használja ezeket az alkalmazásokat, könnyen elérhető és nagyon jól kifejlett. A hétköznapi ember számára ez a legszembetűnőbb, de a Big Data-t használják az iparban, logisztikában és a kereskedelemben is.

Az informatika és a számítástechnika mára már lehetővé teszik a tevékenységek adatainak mindenre kiterjedő rögzítését, gyűjtését, strukturált tárolását. Elérhetőek olyan hardver és szoftver eszközök, amelyek tudják elemezni a gyűjtött adatokat, és mind emellett képesek mélyebb összefüggésekre is rávilágítani.

A logisztika világában egy logisztikai szolgáltató tevékenységének is minden egyes momentuma rögzíthető és tárolható. Logisztikai szolgáltatók oldaláról vizsgálva a hatékonyság növelésének érdekében adatokat kell gyűjteni a megbízóktól, valamint a szolgáltató folyamataiból. A megbízótól előfordulhat, hogy hiányosan kap a szolgáltató adatokat. A big data elemzés segítségével lehetőség van a hiányok feltárására és olyan összefüggések kimutatására, amelyekkel pótolhatók a hiányosságok. A szolgáltató folyamatain belül az alkalmazott eszközök, mint a targoncák, szkennerek is adatokat hoznak létre. Ezeknek az adatoknak a gyűjtése és elemzése szintén segítheti a hatékonyság növelését. (Horváth, 2014)

Világszerte a logisztikai vállalatok nagy része már úgy gondolja, hogy az adatok alapján hozott döntési módszerek alkalmazása szükségszerű, de egyben kritikus tényező is. Kritikus, ha nem megfelelően vannak gyűjtve az adatok, vagy nagyon hiányosak, akkor az előrejelzések nem lesznek megfelelőek. Súlyos hibákat véthetünk. Ezért is kiemelten fontos adatgyűjtés előtt meghatározni a célokat és ezáltal megfelelően kiválasztani milyen adatokra van szükségünk. Fontos definiálni, hogy milyen adatot gyűjtsenek a vállalatok, miként történjen az adatok strukturálása, mit akarunk vizsgálni az adatokkal. Azt is fontos figyelembe venni, hogy szükséges adatgyűjtési szolgáltatást igénybe venni, vagy képes a vállalat saját magának gyűjteni az adatokat és azokat kielemezni.

A vállalatirányítási rendszerek legjelentősebb kihívása a logisztikai alkalmazásokból és eszközökből gyűjtött adatok strukturálása, online módon való rögzítése. A logisztikai szolgáltatók képesek egyre összetettebb problémákra megoldást találni, köszönhető annak, hogy az analitikai eszközök, platformok folyamatosan fejlődnek és a mesterséges intelligencia képességeit a rendszerbe tudják integrálni. Mindezek együttesen szofisztikáltabb megoldásokat eredményeznek. Korábban is mértek adatokat, de sokkal több szereplőre volt szükség azok mérésére és kielemezésére. A big data legnagyobb előnye, hogy ezen adatok

rögzítése, feldolgozás és elemzése folyamatosan történik. Ezzel kiküszöbölhetünk olyan torz végeredményeket, melyeket rövid időszak adatgyűjtése és elemzése adhat. (Horváth, 2014)

A raktárlogisztikában raktározási technológiák alkalmazhatók, melyek segítségével adatokat gyűjthetünk a készlet aktuális helyzetéről és mozgásáról. A raktározásban megvalósítható automatizálás növeli a hatékonyságot, a folyamatok sebességét és pontosságát. A gyűjtött adatok dinamikus értékelésével elkészíthetők az optimális ki- és betárolási tervek, valamint jelezhetők és megelőzhetők a készletkifutások, mellyel kiegyenlíthetők a raktári kapacitások. A változásokra minél gyorsabban kell reagálni. A speciális anyagmozgatási feladatok, a felgyorsult ciklusidők, mindig új megoldásokat kívánnak az ellátásilánc-menedzsmenttől is.

Az e-kereskedelem kiterjedésével a sokszereplős versenypiac arra kényszeríti a vállalkozásokat, hogy csökkentsék a szállítási díjakat, rugalmas legyen a visszáru kezelés és rendszeresen adjanak kedvezményeket. A big data elemzéssel ezek a területek is kézben tarthatók. Megfelelő optimumok alakíthatók ki az adott vállalkozás célfüggvényére. A webáruházak gyűjtik a legtöbb adatot a vevők viselkedéséről. Ezen adatok megfelelő elemzésével algoritmusok segítségével a vásárló egyénre szabott hirdetéseket kap. A vásárlói viselkedés mérése és az adatok gyűjtésével, elemzésével előre jelezhetők a logisztikai csúcsok. Az e-kereskedelem nem merül ki ennyiben. Különböző tanulmányok más és más szemszögből közelítik meg az e-kereskedelem témakörét. Az e-kereskedelem eltérő fejlődése megnehezítette a logisztikai irányítást. Pei-Ju Wu és Kun-Chen Lin tanulmányukban rávilágítanak arra, hogy eddig kevesen foglalkoztak az e-kereskedelem big data által kezelt logisztikai modelljeivel. Ebből kifolyólag a tanulmányban ezt a területet a strukturálatlan adatok alapján vizsgálják. Az adatok segítségével egy elemző modellt alkottak az e-kereskedelem logisztikájának vizsgálatához. Adatbányászat segítségével 10 kritikus témát választottak és használtak fel a vizsgálathoz. Felhívták a figyelmet arra, hogy az e-kereskedelem határokön átnyúló logisztikája különböző stratégiákkal valósítható meg, mint például a törvény, a politika és a kulturális különbségek megértése az e-kereskedelem logisztikájának megfelelő technológiáinak testreszabása érdekében. (Wu, Lin, 2017)

Az online elérhető GPS, időjárás, út információ, flotta adatok rendszerbe integrálása képessé teszi az alkalmazásokat arra, hogy optimális szállítási útvonalakat alakítsunk ki, figyelembe véve a kitűzött célokat. Egyik érdekes megvalósítás, hogy az UPS bevezette a „nem kanyarodunk balra szabályt”. A big data elemzés alapján derült fény arra, hogy a balra nagy ívben való kanyarodás balesetveszélyesebb, időben, üzemanyagban és károsanyag kibocsátásban is kiugró. Dingju Zhu az IoT és a big data segítségével vizsgálta a szállítási feladatok optimalizálási lehetőségeit. A gyűjtött és megosztott adatok alapján, valamint algoritmus segítségével meghatározhatók az optimális szállítási útvonalak, valamint a megfelelő szállítási erőforrások. Ezek összehangolása javítja a szállítási erőforrások együttműködési ütemezését a különböző logisztikai kézbesítő társaságok között. Javítva az erőforrások kihasználtságát, csökkentve a szállítási költségeket. (Zhu, 2018)

A teljes üzleti folyamatot áthatja az adatelemzés és az adat alapú döntési mechanizmusok előtérbe kerülése. A vállalkozások a mindennapi működés során képesek azonosítani a szezonálisokat, forgalomban, kihasználtságban erősebb vagy gyengébb időszakokat, logisztikai csúcsokat, készletezési elégtelenségeket. Ez a tudás a vállalati folyamatokba integrált logisztikai rendszereket is átláthatóbbá, automatizálttá és optimalizálttá tehetik.

Az elmúlt 4-5 év rámutatott, hogy nagy tömegű adatok gyűjtése és elemzése a logisztikában (és az élet más területein is) nagy lehetőségeket és korábban elképzelhetetlen potenciált jelentenek. A big data elemzési képességének beépítése vagy annak elhagyása a termelésbe, szolgáltatásba azt a régi szabályt erősíti, hogy lemarad, aki kimarad. (Hegedüs, 2018)

A kutatások során még nem volt arra példa, hogy lenne kész terv, alkalmazás az adatok megfelelő gyűjtésére, feldolgozására, elemzésére, hiszen minden vállalatnak egyedi a kialakítása és minden egyes partnerének más az igénye. Ameddig nem áll készen kész megoldás, addig a különböző szolgáltatások, tanácsadások, workshopok jelenthetnek megoldást a vállalatok számára amennyiben nem saját maguk akarják megoldani a struktúrált adatgyűjtést.

Összegezve elmondható, hogy a Big Data által optimalizálhatunk útvonalakat, kiegyenlíthetjük a raktári kapacitást, javul az energia- és eszközgazdálkodás értéke, fejlődik a munkaerő és az erőforrások elosztása, minőségibb kockázat elemzés és ügyfélkezelés. A Big Data által előállított algoritmusok tanuló algoritmussá válhatnak, ha megfelelő és elegendő adatot gyűjtünk automatizálással.

Kihívások mindig lesznek, de egy jól felépített adatgyűjtéssel és elemzéssel, amely automatikussá válhat a mindennapi alkalmazások során, jelentősen javíthatja az eredményeinket.

## 5. ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK

A fentebb bemutatott eszközökben nagy lehetőség rejlik, fontos azonban megjegyezni, hogy a technológia a sokéves tapasztalatok ellenére is még csak gyerekcipőben jár. A vállalatok többsége (Deloitte Insights – The Fourth Industrial Revolution is here-are you ready? 2019) hasznosnak és érdemesnek tartja foglalkozni a digitalizációs eszközökkel, sokan még be is ruháznak rá, de már csak kevesebben alkalmazzák és csak néhányan vizsgálják mélyrehatóan az eszközökben rejlő lehetőségeket. Az alábbiakban két kutatási témánk bemutatása következik, melyekkel szeretnénk rávilágítani a még ki nem aknázott részterületekre.

### 5.1. ADAPTÍV RAKTÁRI TERMÉKELHELYEZÉS

Raktározáslogisztikában a kommissiózás adja a költségek 50%-át. A kommissiózási folyamat idősükségletének nagyjából a fele raktáron belüli közlekedés. A raktáron belüli közlekedés csökkenthető útvonal optimalizálással, melyre hatással van a termék elhelyezés, azaz a termékek kommissiózó helyének pozicionálása. A termékek raktáron belüli elhelyezése és rendezése jellemzően cikksoportok szerint és/vagy azok forgási sebességének figyelembevételével történik. (de Koster, Le-Duc, Roodbergen, 2007)

A disztribúciós raktárak által kezelt termékek folyamatosan változnak. Leginkább az FMCG szektorban figyelhető meg a folyamatos változás, melynek hatására a termékek forgási sebessége is rövid időn belül nagy mértékben képes megváltozni. Mindezek kiváltó oka lehet a termékkör változása, szezonitás és egyéb promóciók időszakos megjelenése.

A folyamatos változások hatására a termék elhelyezés nem ideális, nem optimális, mely a kommissiózás hatékonyságának csökkenéséhez vezet. Az esetek többségében, mikor a vállalatok tapasztalják, hogy az adott termék elhelyezés nem optimális, újra tervezésre van szükség. Minden egyes újra tervezés legnagyobb hátránya, hogy időigényes. Sokszor napokat vesz igénybe a termékek áthelyezése, mely egy nagy disztribúciós raktár esetében jelentős kiesést jelent. Hasznos segítség lenne a vállalatok számára, ha lenne egy megoldás, amely segítségével nem időszakosan lenne szükséges a raktár újra szervezésére és a termékek átrendezése, hanem a rendszer automatikusan fenntartaná az optimum közeli állapotot átrendezés nélkül, figyelve a külső körülményeket, felhasználva a különféle technológiai újításokat.

A kutatási program célja a releváns raktárak esetében az ideális termék elhelyezés fenntartásának támogatásának kihívásainak és megoldási lehetőségek megfogalmazása. Ezzel segítve a kommissiózási folyamat hatékonyságának hosszútávú fenntartását.



## **5.2. LOGISZTIKAI RENDSZEREK REAL-TIME MONITOROZÁSA ALAPJÁN TÖRTÉNŐ HATÉKONYSÁG NÖVELÉSI SZCENÁRIÓK VIZSGÁLATA**

Egy termelő vállalat esetében nagyon gyakran előfordul, hogy a működés eltér a tervezettől, ezáltal a rendszer eredményessége változhat. Ezt sokszor már csak akkor lehet észrevenni, amikor hiány jelentkezik valamely területen vagy költségesen orvosolható a javítás, fejlesztés. Napjainkban fontos és releváns pillérnek számít a real-time követhető információ a logisztikai folyamatokra vonatkozóan mind a tervezési, a megvalósulási és az üzemeltetési fázisban is. A növekvő költségek és az idő kulcsfontosságú tényezővé válása szükségessé teszi a logisztikai rendszerek folyamatos fejlesztését, objektív értékelését, és monitorozható aktuális állapotot, melyekkel meg lehet előzni a fennakadásokat. Megfelelő időpontban észlelve az ideális állapottól való eltérést hatékonyan és kisebb ráfordítással beavatkozhatunk a rendszerbe mind operatív szinten, mind pedig tervezési szinten.

A kutatási program célja tehát a releváns logisztikai rendszerek esetében a folyamatos monitorozás lehetőségének feltérképezése, rövid távú akciótervek átgondolása, ill. hosszútávú újratervezési lehetőségek megfogalmazása. Ezzel segítve a logisztikai folyamatok hatékonyságának hosszútávú fenntartását.

### **ÖSSZEGZÉS**

Bár számos iparág már évek óta alkalmaz a tanulmányunkban ismertetett vagy ehhez hasonló technológiákat, de a legjobb eredményt mégis az adja, amikor az összes adat alapján alakul ki teljes kép arról, hogy miként működik egy-egy cég. A fentebb felsorolt eszközök segítenek egy holisztikus képet adni arról, hogy hol vannak a szűk keresztmetszetek, a rendszer mely pontjára érdemes hatni a teljesítménynövelés céljából. Ezzel a szemlélettel képesek lehetünk olyan prognózisokat készíteni, melyekkel számításba vehetjük, hogy ha a rendszer egy pontjára hatunk, az milyen esetleges következményekkel jár a rendszer többi pontján is. Ha képesek vagyunk hálózatban felépíteni és alkalmazni ezeket a lehetőségeket, akkor jelentős megtakarítások érhetők el számos területen. Ezen felül egy átláthatóbb rendszert kapunk, melyet könnyebb optimalizálni a teljesítménynövelés elérésének céljából. Fontos ugyanakkor, hogy ezek a változtatások megfelelően elő legyenek készítve és vállalatra szabva legyenek átgondolva.

### **Köszönetnyilvánítás**

A tanulmány a "Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen" című (azonosító szám: EFOP-3.6.1-16-2016-00017) projekt keretében készült.

### **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- Deloitte Insights (2019): The Fourth Industrial Revolution is here - Are you ready?  
[https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww2.deloitte.com%2Fcontent%2Fdam%2Finsights%2Fus%2Farticles%2F4364\\_Industry4-0\\_Are-you-ready%2F4364\\_Industry4-0\\_Are-you-ready\\_Infographic.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww2.deloitte.com%2Fcontent%2Fdam%2Finsights%2Fus%2Farticles%2F4364_Industry4-0_Are-you-ready%2F4364_Industry4-0_Are-you-ready_Infographic.pdf)  
Letöltés ideje: 2019.09.20.
- Gómez-Bravo F., López D., Cuesta F., Ollero A. (2007): RRT-D: A motion planning approach for autonomus vehicles based on wireless sensor network information. IFAC Proceedings Volumes, Volume 40, Issue 15, 2007, 25-30 p.

- Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. (2013): Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, Volume 29, Issue 7, September 2013, 1645-1660. p.
- Muneeb U. H., Mubashir H. R., Jinjun Ch. (2019): Privacy preservation is blockchain based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions. *Future Generation Computer Systems*, Volume 97, August 2019, 512-529. p.
- Horváth A. (2014): Az informatika szerepe a logisztikai szolgáltatások hatékonyságának növelésében. A tudomány és a gyakorlat találkozása Kautz Gyula emlékkonferencia (2014.06.17.) elektronikus formában megjelenő kötete.
- Hegedüs S. (2018): *Logisztikai Híradó* 2018. október – XXVIII. évf. 5. szám, 31-32. p.
- Dingju Zhu (2018): IOT and big data based cooperative logistical delivery scheduling method and cloud robot system. *Future Generation Computer Systems*, Volume 86, September 2018, 709-715. p.
- Kong X. T. R., Huang G., Du M. (2019): A Physical Emulation Model of Cellular Warehousing for E-commerce Logistics. *Procedia CIRP*, Volume 83, 2019, 339-344 p.
- de Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K. J. (2007): Design and control of warehouse order picking: A literature review, *European Journal of Operational Research*, Volume 182, Issue 2, 16 October 2007, 481-501. p.
- Mejjaouli S., Babiceanu R. F. (2015): RFID-wireless sensor networks integration: Decision models and optimization of logistics systems operations. *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 35, 2015, 234-245 p.
- Shivajee V., Singh R. Kr, Rastogi S. (2019): Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. *Journal of Cleaner Production*, Volume 237, 2019, 117678
- Supply Chain Monitor – A szenzorok „okosítása” (2017)  
<https://www.scmonitor.hu/cikk/20170516/a-szenzorok-%E2%80%9Eokositasa%E2%80%9D>
- Letöltés ideje: 2019. június 6.
- Wu P.-J., Lin K.-Ch. (2018): Unstructured big data analytics for retrieving e-commerce logistics knowledge. *Telematics and Informatics*, Volume 35, Issue 1, April 2018, 237-244. p.