Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0

, avagy milyen lesz a logisztika a jövő gyárában

Készítette: Fehér Norbert

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés 4

2. Megatrendek, amelyek megváltoztatják a jövőt 6

2.1. Gondolatok a kínai gazdaságról 6

2.2. Demográfiai és vagyoni helyzet a világban 8

2.3 Élet az olajcsúcs után 10

2.4 Fogyasztói szokásokban bekövetkező változások 11

2.5. A jövő ellátási láncának kialakításával kapcsolatos kihívások 13

3. Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0 a SCOR modellen keresztül 16

3.1 Termék design 19

3.1.1. Minimális termék méret és tömeg 20

3.1.2. Csomagolás minimalizálása, standardizálása 21

3.1.3. Környezetbarát, újrahasznosítható termékek fejlesztése 21

3.1.4. Alacsony energiafogyasztás a termék teljes élettartama során 23

3.2 Tervezés 24

3.2.1 Stratégiai partneri kapcsolatok kialakítása 26

3.2.2 Az ostorcsapás hatás kivédése - együttműködő tervezés 28

3.3 Beszerzés és raktározás 30

3.3.1 Lokális beszállítók kiválasztása 31

3.3.2 Fenntartható működésű alternatív beszállítók 33

3.3.3 Beszállítói audit és partnerfejlesztés 34

3.4 Gyártási logisztika 35

3.4.1 Késleltetett gyártás koncepciójának bevezetése 36

3.4.2 Átfutási idők minimalizálása 38

3.4.3 Alacsony energiafogyasztás 40

3.4.4 Csökkenő üzemméret 41

3.4.5 Autonóm gyártás, intelligens robotok 42

3.5 Elosztási logisztika 45

3.5.1 Innovatív szállítóeszközök 45
3.5.1.1 Vállalat falain belüli szállítás: 46
3.5.1.2 Vállalatok közötti szállítás az ellátási láncban: 47
3.5.2 Intermodális szállítási módok terjedése 49
3.5.3 Alternatív üzemanyagok felhasználása 50
3.5.4 Crowd shipping 52
3.6 Visszutas logisztika (reverse logistics) 53
3.6.1 7R stratégia a logisztikában 54
3.6.2 Új típusú tartalék alkatrész ellátási stratégiák 55
3.6.3 Fejlett diagnosztika 56
3.7 Keresztfunkcionális gyakorlatok 58
3.7.1 Nyomonkövethetőség fejlesztése 58
3.7.2 Integrált ellátási lánc stratégia kialakítása 59
3.7.3 Fair bérek az ellátási lánc minden szereplőjénél 60
3.7.4 Növekvő egészség-, környezet-, valamint munkabiztonság 62
4 Logisztika 4.0 megvalósítása – Koncepciótól a cselekvésig 63
4.1 Logisztika 4.0 stratégia kidolgozása 65
4.2 Tapasztalatszerzés pilot projektek megvalósításával 65
4.3 Definiálja a szükséges logisztikai képességeket 67
4.4 Váljon bajnokká adatok elemzésében! 68
4.5 Digitalizálja vállalata minden szegmensét! 70
4.6 Aktívan alkalmazza az újításokat az egész ellátási láncra vonatkozóan 71
5 Összefoglalás 73
6 Idézett forrásmunkák 74
7 Ábrajegyzék 79

1. Bevezetés

A bennünket körülölelő környezet folyamatosan változik, fejlődik. Ez a változás életünk számos területén megjelenik kezdve azzal, ahogyan közlekedünk, intézzük vásárlásainkat, vagy éppen energiát használunk fel háztartási berendezéseink üzemeltetésére.

A tárgyak, amiket birtokolunk, egyre nagyobb hányadban tartalmaznak elektronikai alkatrészeket, valamint kifinomult szenzorokat rengeteg értékes adatot gyűjtve és közölve eszközeink állapotáról, státuszáról. De hogyan is történik ez az adatgyűjtés? Hogyan kerülnek aggregálásra, kiértékelésekre, hogy életünket teljesebbé, biztonságosabbá és egészségesebbé tegyék?

Ne gondoljon elvont dolgokra! Ez lehet olyan mobil applikáció, mely megmutatja hol találhatunk üres parkolóhelyet a közelünkben, melyik az aktuálisan leggyorsabb útvonal, hogy célunkat elérjük, vagy egyszerűen nem figyelünk eléggé önmagunkra és mondjuk egy kis pihenésre van szükségünk…

Lássunk egy egyszerű példát a közeljövőből:

Képzelje el, hogy autójával hosszabb útra indul, s egy órával az elindulás után kigyullad egy ellenőrző lámpa a műszerfalon „Check Engine" figyelmeztetéssel. Természetesen egy ilyen jelzést komolyan kell venni, azonban Ön nem tudja, hogy azonnal meg kell-e állnia, vagy elég egy kicsit később elvinni az autót szakszervizbe átvizsgálásra…

Az Ön autójába épített rengeteg érzékelő közül, melyek folyamatosan kommunikálnak egymással, a figyelmeztetést aktiváló szenzor a fékfolyadék szintjét monitorozza, s annak állapota alapján került a jelzést gépjárműve műszerfalára. Az autóba épített számítógép folyamatosan gyűjti és kiértékeli az érzékelők által továbbított adatokat, s csak abban az esetben küld riasztást, amikor az valóban szükséges. Ez az információ azonban nem csak az Ön műszerfalán jelenik meg, hanem autója gyártójának az adatbázisába is továbbítódik. Ahhoz, hogy ez megtörténhessen, az Ön gépkocsiját regisztrálni kell a gyártó információs platformján, valamint azzal biztonságos vezeték nélküli kapcsolatot kell fenntartania a folyamatos kommunikációhoz. Ez a platform azonban nem csak az Ön autójáról érkező adatokat gyűjti, hanem sok ezer ugyanilyen típusú gépjármű historikus adatait, s azokat egy biztonságos adatbázisban tárolja. Ez a platform intelligens algoritmusokkal van ellátva, s amikor az érzékelő a folyadékszint alacsony állapotát jelzi, akkor küldi a visszajelzést autója számítógépe számára, hogy aktiválja a riasztást.

Ez a gyártó által kifejlesztett platform képes arra is, hogy kifejezetten az autóipar számára készített olyan applikációkat alkalmazzon, melyek az ilyen specifikus problémák megoldására

hivatottak. Ez az applikáció képes arra, hogy áttekintse az ellátási láncban szereplő szakszervizek, disztribútorok készletszintjeit, valamint magának az autógyárnak a termelés ütemezését, s az Ön okostelefonjára küldje a legközelebbi szerviz adatait, ahol a szükséges alkatrész rendelkezésre áll, vagy ki tudja szállítani a gyár, mire Ön megérkezik autójával.

A gyártó természetesen nem elégszik meg ennyivel, ugyanis az applikáció folyamatosan gyűjti az ilyen meghibásodási adatokat és ellenőrzi vajon más gépjárműveknél is felmerült-e az esemény. Pozitív válasz esetén vajon több beszállító közül egy specifikus üzemhez köthető problémáról, vagy elszórt meghibásodásról van szó, s az előbbi esetén vajon köthető-e bizonyos termelési batch-hez a probléma.

Továbbá a gyűjtött és visszacsatolt információk alapján az autógyártó folyamatosan frissíti, javítja a gépkocsi design-ját a jövőbeni vevők megelégedettségének növelése érdekében.

Mi ennek az egész innovációnak az eredménye?

- Minimális készletszint a szakszervizben
- Biztonságosabb járművek az autógyártónál
- Ön pedig gyorsabban, biztonságosabban eljuthat uticéljához.

Mindez a kis példa többek között azoknak a forradalmi változásoknak a következménye, mint például a „dolgok Internete"; lokáció detektáló technológiák alkalmazása; hitelesítés, csalásmentesség az informatikában; adatbányászat; fejlett algoritmusok használata; felhő alapú IT; valamint intelligens szenzorok, s összefoglalóan ipar 4.0-nak hívnak és a logisztikai, valamint az ellátási lánc menedzsment területeken kifejtett hatásait e tanulmány megpróbálja bemutatni. (How It Works: Internet of Things - IBM Think Academy)

Mielőtt ebbe belevágnánk ennek kifejtésébe, azonban megvizsgáljuk azokat a megatrendeket, melyek világunkat befolyásolják, megértjük mit értenek a szakemberek 4. ipari forradalom alatt, megismerjük a logisztikában ismert SCOR modell alapján ipar 4.0 fő hatásait részletesebben, s végül pedig bemutatásra kerül, miként készítheti fel vállalatát mindezekre a kihívásokra főbb vonalakban.

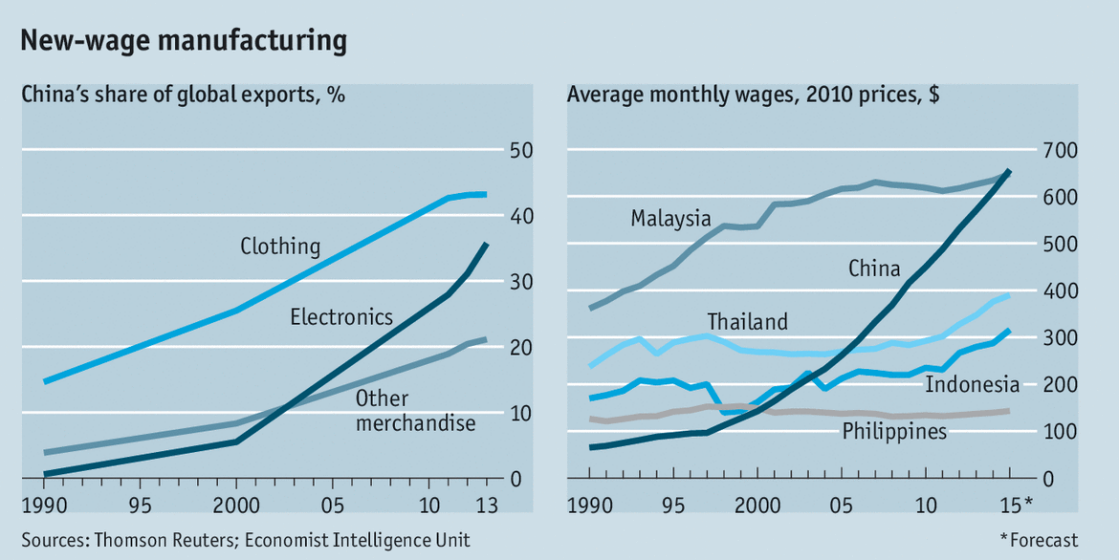
2. Megatrendek, amelyek megváltoztatják a jövőt

Jelentős változások zajlottak le a világgazdaságban az elmúlt 30 évben, amióta az egyes vállalatok elkezdtek foglalkozni ellátási láncaik optimalizálásával. A legjelentősebb trend, amely megfigyelhető az alaptevékenységekre való fókuszálás és ezzel párhuzamosan minden egyéb funkció kiszervezése (outsourcing) elsősorban a tengerentúlra, Kínába. Ezek a lépések azonban jelentősen növelték az üzleti környezet kockázatát mind a keresleti, mind a kínálati oldalon, valamint a logisztikai átfutási időket, így az ellátási láncban jelen lévő készletek mennyiségét is.

Nem valószínű, hogy az eddig lezajlott változások lassulnának a közeljövőben, ezért az ellátási lánc menedzsereknek meg kell ismerniük azokat a folyamatokat, amelyek a világot jelenleg mozgatják.

Lássuk tehát a jövőt meghatározó trendeket!

2.1. Gondolatok a kínai gazdaságról



1. ábra Elképesztő ütemben nőnek a bérek Kínában

Forrás: (The Future of Factory Asia: A Tightening Grip, 2015. május 14.)

A World Economist Intelligence Unit jelentése szerint míg 2005-ben 5,6 szeres különbség volt egy kínai, illetve amerikai munkás között termelékenység tekintetében az utóbbi javára, ez az érték 2015-re csupán 2,8 szeres előnyre olvadt. Ezzel szemben, mint a fenti ábra jobb paneljén található grafikonon a megugró kínai bérek alapján sejthető, a 2005-ös 23x-os órabér

különbség 2015-re nagyjából 6x-ra csökkent. Ha a termelékenység változásával korrigáljuk az órabér változását, akkor pedig a 2005-ös 4,1x-es szorzó majdnem felére 2,1x-esre csökkent. (Moavenzadeh, 2015. október 7.)

Az a mértékű GDP növekedés, amelyet Kína az elmúlt évtizedekben produkált több szempontból sem fenntartható:

- Növekednek a munkaerő költségek,
- Természeti erőforrások egyre korlátosabban hozzáférhetőek,
- Környezetszennyezés elképesztő méreteket ölt,
- stb.

Bár sok tekintetben Kínára, mint a világ ipari termelésének központjára tekinthetünk, azonban addig még nem nevezhető igazi ipari „powerhouse"-nak, hanem csak „Manu-Factory"-nak (manufaktúrának), amíg a mások által kifejlesztett technológiák egyszerű másolásán kívül magasabb hozzáadott értékű, innovatívabb termékeket, szolgáltatásokat nem képes kínálni a piacon. Ennek eléréséhez a kínai gyártóknak feljebb kell tudniuk lépni az értékláncban és az innováció területén, melynek 2 fontos feltétele van:

- A kínai gyártóknak meg kell erősíteniük a gyártási kompetenciáikat, valamint
- Az egyszerű másoláson kívül meg kell érteniük teljesen a „know-how"-t és a „know-why"-t is.

Ezen előrelépés megvalósításához a kínai kormányzat létrehozott egy 3 lépésből álló nemzeti stratégiát „China Manufacturing 2025" címmel, hogy különösen

- 10 kiemelt területen fejlessze iparát,
- Nemzeti innovációs stratégiát alakítson ki
- Liberalizálja a tőkepiacokat a technológiai innováció és transzfer számára
- Tőzsdére kerülést könnyítse innovatív vállalkozások számára

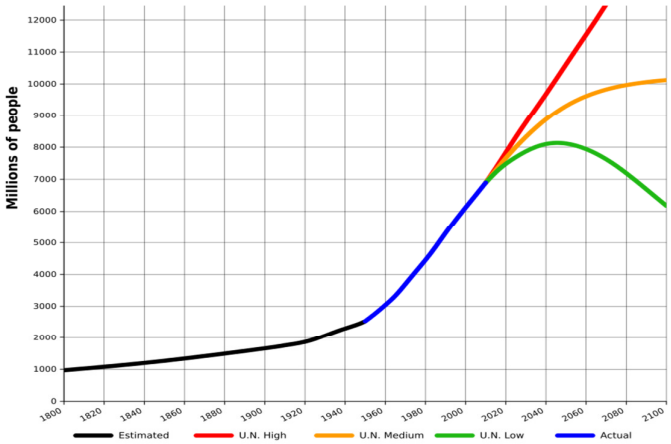
A kiemelt területek között található pedig többek:

- Internet+
- Smart Manufacturing
- Automatizálás robotokkal

A versenyképesség javítását szolgálja továbbá a jüan árfolyamának alacsonyan tartása mellett a munkások képzése, kompetenciáinak növelése. (Moavenzadeh, 2015. október 7.)

2.2. Demográfiai és vagyoni helyzet a világban

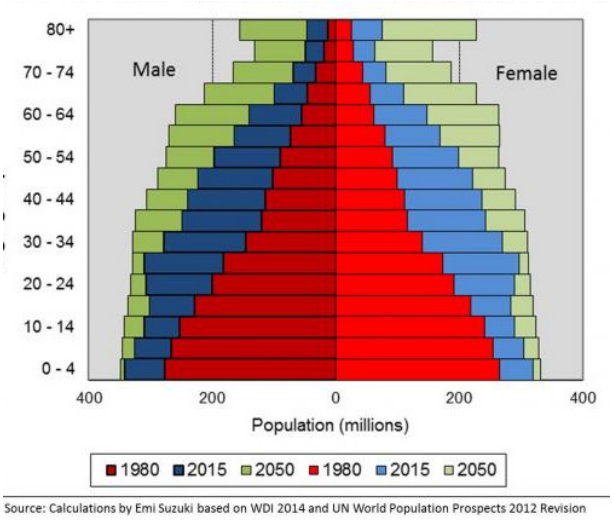
A világ lakossága folyamatosan nő a középkor óta, s a legnagyobb mértékű növekedést, átlagosan 1,8%-ot, az 1960-as, 70-es években realizálta, mely 2012-re 1,1%-ra mérséklődött. Egy 2012-ben készült ENSZ tanulmány szerint a növekedés üteme tovább csökken, s 2050-re a globális létszám 8,3, valamint 10,9 milliárd fő között fog alakulni.



2. ábra A világ népességének várható alakulása

Forrás: (Wikipedia - World Population)

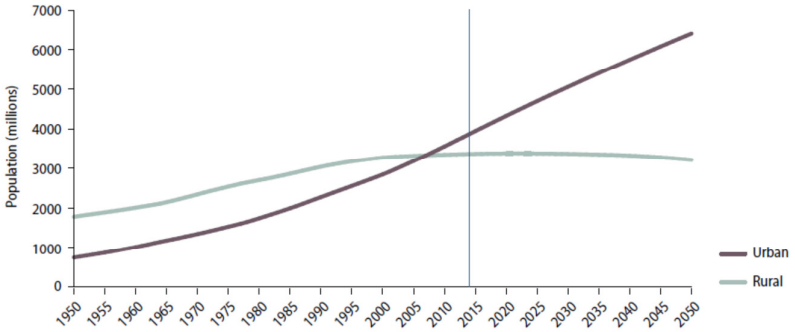
A népesség lélekszámának növekedésével párhuzamosan korösszetétel tekintetében pedig a 2015-ös évet jellemző 29,9 év medián életkor jelentősen emelkedni fog világviszonylatban. Így a jelenlegi piramis alakú korfa egyre inkább harang, majd 2050-re hordó alakúvá válik:



3. ábra Piramistól a harangon át a hordóig, avagy a világ várható korösszetétele

Forrás: (The End of the Population Pyramid - Blog.worldbank.org)

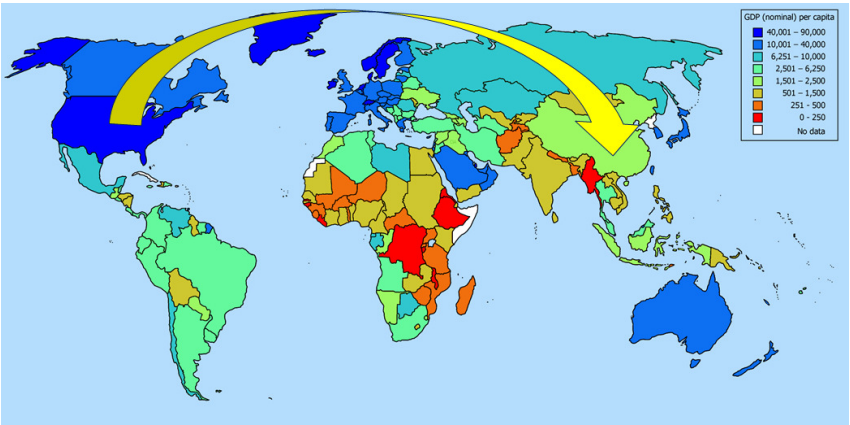
Mega városok, melyek népessége meghaladja a 10 millió főt, kialakulása folyamatosan zajlik. 2050-re a világ lakosságának 70%-a már ilyenekben fog élni, sőt Kína lakosságának 90%-a jelenleg is az ország délkeleti vékony tengerpartján koncentrálódik. Ezekben a metropoliszoknak az elővárosaiban különös szerepet kapnak a logisztikai elosztó központok, magukban az intelligens városokban pedig a city logisztika továbbfejlesztése jelent kihívásokat a jövő logisztikusainak (Christpher, 2011).



4. ábra Növekvő urbanizáció -> mega városok létrejötte

Forrás: (World's population increasingly urban with more than half living in urban areas - www.un.org)

Míg a következő 20 évben az USA részesedése a világ vagyonából a jelenlegi 28%-ról 24%-ra csökken, addig Ázsia világpiaci részesedése közel megduplázódik, s a világgazdaság 50%-át teszi majd ki. A városi középréteg létszáma pedig a 2010-es mintegy 400 millió főről 2030-ra, 1 milliárd fő fölé fog emelkedni.



5. ábra Nominális 1 főre jutó GDP adatok 2007 és a vagyoni helyzet várható átrendeződése (USD)

Forrás: (GDP nominal per capita world map IMF figures for year 2007 - Wikipedia)

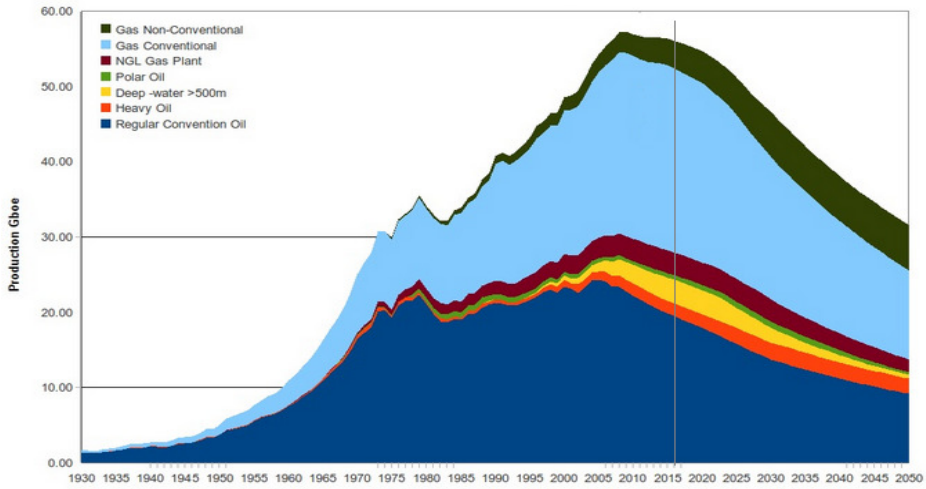
Az így átstrukturálódó vagyoni helyzet hatására a korábbi „Nyugat központú" kereslet is keletebbre tolódik, mely hatással lesz a jövő ellátási lánc menedzsment feladataira is, hogy a kereslet – kínálat egyensúlyában bekövetkező változásokat lereagálja.

2.3 Élet az olajcsúcs után

Minden ellátási lánc rendelkezik egy ún. „gravitációs súlyponttal", amelyet a kereslet és a kínálat tényezői határoznak meg. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló anyagok költsége és a kereslet helyére történő mozgatás díja határozza meg a gyárak optimális lokációját.

Az olajcsúcs fogalma nem újkeltű, hiszen Dr. Marion King Hubbert, a Shell geológusa, már 1956-ban megfogalmazta. Észrevétele szerint az olaj kitermelésének grafikonja normál eloszlást mutat, így haranggörbével jellemezhető. A jelen számítások szerint pedig az emberiség elérte e görbének a csúcsát 2010 körül, s ezt követően már csökken a kitermelés.

Manapság az ellátási láncok sokkal energiaintenzívebbek, mint valaha, mivel egyre nő a szállítás szerepe az outsourcing, valamint a just in time (JIT) gyakorlatok terjedése miatt. Ezeket az ellátási láncokat még olyan olajárak mellett tervezték azonban, amikor hordónként jóval alacsonyabbak (25-30 USD / hordó) voltak. Bár az olajárak 2016-ban sem sokkal magasabbak, de ez a jelenség valószínűleg csak átmeneti, hiszen mind a növekvő kereslet, mind az elmaradó beruházások akár középtávon is újra 80-100 USD / hordó magasságig lendíthetik.



6. ábra Olajcsúcs után

Forrás: (What is Peak Oil? - peakoilbarrel.com)

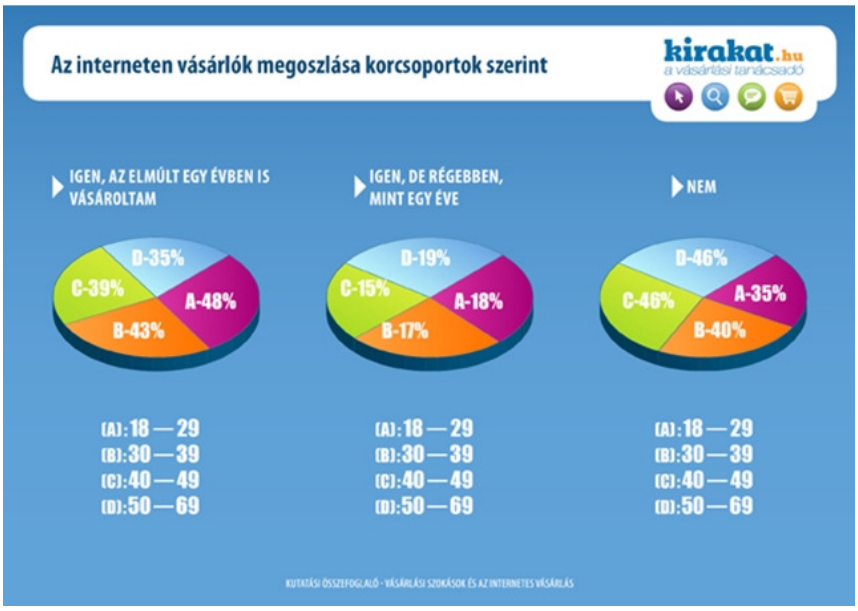
2.4 Fogyasztói szokásokban bekövetkező változások

Bár a korábbi disztribúciós utak továbbra is fennállnak, az Internet elterjedése forradalmasította az elosztás alternatív csatornáit, lehetővé téve a közvetlen kapcsolattartást a végső fogyasztóval.

Például számos vállalat kínál termékei iránt közvetlen megrendelési, kiszállítási/begyűjtési lehetőséget olyan opciókkal, amelyre egy hagyományos áruház nem képes. Mindezek természetesen jelentős kihívást jelentenek logisztika menedzsment számára, hogy ne csak hatásosan, de költséghatékonyan is el tudja látni mindezeket a feladatokat.

Az Internet forradalmasítja a vásárlási szokásokat is: míg az Egyesült Királyságban 2011-ben a 25 évnél fiatalabbak vásárlásaik mintegy 40%-át online végezték, addig a 60 évnél idősebbek aránya kevesebb, mint 4%-ot tett ki elsősorban szokásaik, másodsorban eltérő fogyasztási kosaruk miatt (Christpher, 2011)

Magyarországon ezeket az arányokat az alábbi kördiagramok ábrázolják a kirakat.hu kutatása alapján:



7. ábra Internetes vásárlások aránya korcsoportonként Magyarországon

Forrás: (Növekszik az internetes vásárlás 2008-ban)

Az Internet nemcsak, mint új csatorna jelent kihívást, hanem a tranzakciók felgyorsuló sebessége által az eladó uralta piac egyre inkább vevő uralta piaccá válik. Továbbá azáltal,

hogy a fogyasztó az ellátási hálózat központjába kerül, úgymond „demokratizálódik" is az Internet.

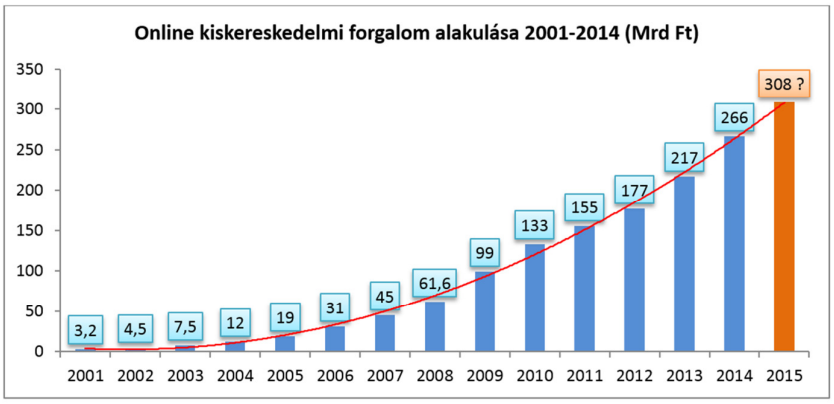
A termékekkel kapcsolatos elektronikus információk gyakran hamarabb jelennek meg, mint maga a fizikális termék, s a tesztek, vásárlói vélemények alapján gyorsan fellelhetőek az alternatív szállítók. Az árak mellett összehasonlíthatóvá válnak a szállítási határidők, valamint akár egyéni igényeket is támaszthatnak a megvásárlandó termékkel kapcsolatosan a fogyasztók.

Természetesen a szállító is rengeteg információt gyűjthet vevőiről, mint például amazon.com, mely talán a legfejlettebb AI algoritmusokat alkalmazza vevői profilok kialakításánál, hogy a lehető legrelevánsabb termékeit kínálja az oldalán szörföző számára.

A mobil eszközök, mint például az okostelefonok, tabletek széles körű elterjedésének köszönhetően pedig a mobil média tartalmak fogyasztása már messze túlmutat az egyszerű csengőhangok letöltésén, s lehetőséget ad a 24/7 (gyakorlatilag folyamatos) interaktív kommunikációra vevő és eladó között.

Manapság szinte bármire be lehet szerezni ingyenes, vagy rendkívül olcsó mobil applikációkat: például Androidos applikáció segítségével megtalálni a hozzánk legközelebb található szabad taxit (kihagyva a diszpécsert, mint 3. felet). Ezáltal gyorsabb szolgáltatást lehet elérni és az alkalmazást használó taxisok pedig átlagosan 40%-os bevétel növekedést tapasztaltak. Ráadásul mindkét fél értékelheti egymást növelve a bizalmat a többi partner számára. (Uber applikáció)

Magyarországon pedig az online kiskereskedelmi forgalom továbbra is a kereskedelem legdinamikusabban fejlődő ága:



8. ábra Online kiskereskedelmi forgalom trendje Magyarországon

Forrás: (Mi várható 2015-ben a (magyar) e-kereskedelemben?)

2.5. A jövő ellátási láncának kialakításával kapcsolatos kihívások

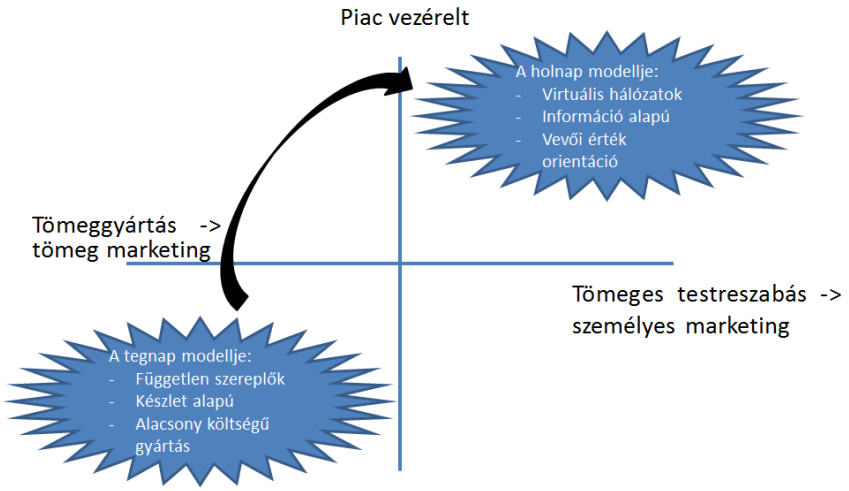
5 fő tendencia figyelhető meg az ellátási láncok jövőjével kapcsolatosan:

- Növekvő komplexitás és sérülékenység,
- Capex típusú logisztikai döntések Opex típusúakká válnak,
- Újra megjelenik a lokalizáció,
- Korábbinál sokkal testreszabottabb termékek, szolgáltatások jönnek létre,
- Hálózat alapúvá és virtuálissá válás fokozódik

A globalizáció és ennek következtében az ellátási láncokban fellépő növekvő komplexitás, energiaköltségek, illetve a bizonytalan kereslet és kínálat miatt ellátási láncok tervezése során a rugalmasság biztosítása lesz az egyik legfőbb feladat. Például míg Kína a gyártás outsourcingjára szakosodott, addig India a nyugati „fehérgalléros" munkahelyek megszerzését tűzte ki zászlajára fejlett iskolarendszerének és az angol nyelv elterjedt használatának következményeként. Ma már nem csak a klasszikus call center típusú munkák jelennek meg Indiában, hanem olyan diplomás munkakörökre is lecsapnak, amelyekről korábban alig feltételezték, hogy kiszervezhetőek. Például Flextronics nemcsak a pénzügyi könyvelési feladatok egy részét, hanem az ún. „C" típusú, azaz rutin alkatrészek beszerzését is Shared Service Centerekben dolgozó indiai diplomásokra bízta. (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

Egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a megosztott logisztikai eszközök / erőforrások az ellátási láncokban tevékenykedő partnerek között, így az úgynevezett Capex (beruházás) alapú logisztikai döntések egyre inkább Opex (költség) típusúakká válnak. Ezáltal nő a logisztikában alkalmazott eszközök kihasználtsága és az eredményesség is.

A centralizált gyártás és elosztás továbbra is fontos tényező lesz jónéhány termék előállítása során, azonban a növekvő energiaköltségek, a környezettudatosabb gondolkodás, valamint az olyan új technológiák, mint például az egyre fokozódó digitalizáció, a 3D nyomtatás, a robotok árának csökkenése, illetve használatának terjedése miatt újra megjelenhet a lokális gyártás és elosztás. Az ebből következő szállítási költségek csökkentése mellett további előnyként jelenik meg ez esetben a logisztikai átfutási idők rövidülése által elnyert nagyobb rugalmasság a változó vevői igények kielégítésében.



9. ábra A jövő ellátási lánca

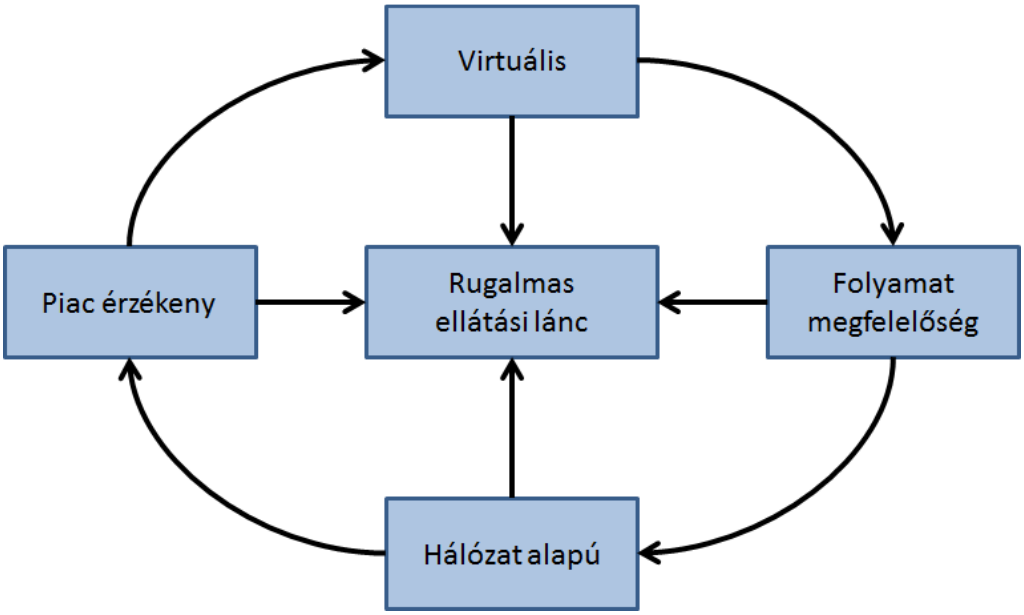
Forrás: (Christpher, 2011)

Az egyre diverzifikáltabbá váló vevői igények okozta tömeges testreszabás (mass customization) hívta életre a késleltetett gyártás koncepcióját (postponement concept), melynek lényege, hogy az ellátási láncban lefelé haladva a terméket a lehető legtovább generikus (nem testreszabott) állapotban kell tartani, s a tényleges testreszabásra csak akkor kerül sor, miután a valós vevői igény megérkezett. Ennek a koncepciónak a megvalósításához 2 tényezőre van szükség:

- Stratégiai generikus készlet létrehozása lehetőleg minél közelebb a vevői igényekhez
- Kapacitástartalék az igény kielégítéséhez (gép + ember)

Az ellátási láncok rugalmassá tételének további feltétele a virtualizáció és a hálózat alapú együttműködések kialakítása az abban szereplő partnerek között. Manapság többek között a mobil alkalmazásokkal elérhető felhő alapú technológiák elterjesztésén van a fő hangsúly, valamint a vállalatirányítási (ERP) rendszerek közötti standardizált elektronikus adatcserén (EDI technológia) mindazokon a területeken, amelyek

- könnyen algoritmizálhatóak, vagy
- hibalehetőséget hordoznak a manuális inputok



10. ábra Rugalmas ellátási lánc kialakításának feltételei

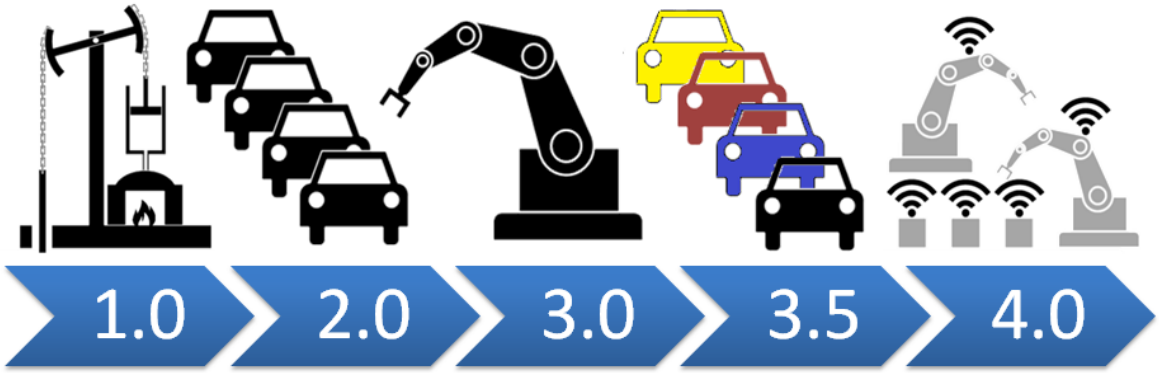
Forrás: Saját szerkesztés

Tekintsük át tehát a következő fejezetben e megatrendek hatását az iparra és azon keresztül a logisztikai, valamint ellátási lánc menedzsmenttel kapcsolatos folyamatokra!

3. Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0 a SCOR modellen keresztül

Technológiai forradalom küszöbén állunk, mely fundamentálisan változtatja meg az ipart és azon keresztül nemcsak az életünket, hanem emberi kapcsolatainkat is. Méretében, mélységében, valamint komplexitásában akkora mértékű ez az átalakulás, amelyet még nem tapasztalt az emberiség, s bizony nem is igazán sejtjük végkimenetelét. Az azonban biztos, hogy ez az átalakulás nemcsak a gazdasági szereplőket, hanem a civil társadalmat is mélyen érinteni fogja.

Az ipari termelés első forradalmát az emberi, valamint állati izomerő kiváltása jelentette a gőzgép feltalálásával a XVIII. század végétől az 1830-as évekig terjedően. A második ipari forradalom mérföldkövét az elektromos áram elterjedése után a Henry Ford nevéhez köthető tömeggyártás feltalálása jelentette az 1930-as években. A harmadik ipari forradalom az 1970-es években kezdődött, amikor az elektronika, valamint az információtechnológia fejlődésének köszönhetően megindult a gyártás automatizálása. Gyártási és logisztikai szempontból is egyre nagyobb kihívást jelentett az egyre változékonyabb vevői igények kielégítése okozta alacsony volumen, magas mix hatására életre hívott tömeges testreszabás, így a késleltetett gyártás (postponement concept) módszerét egyfajta köztes fejlődési pontként jelöli a szakirodalom egy része. A jelenleg zajló változások az iparban, melyet gyakran digitális forradalom néven említenek, több tudományterületen exponenciálisan gyorsuló léptékben végbemenő eseményeket jelölik és egyszerűen csak ipar 4.0-ként emlegetik



11. ábra A 4. Ipari forradalomhoz vezető lépcsők

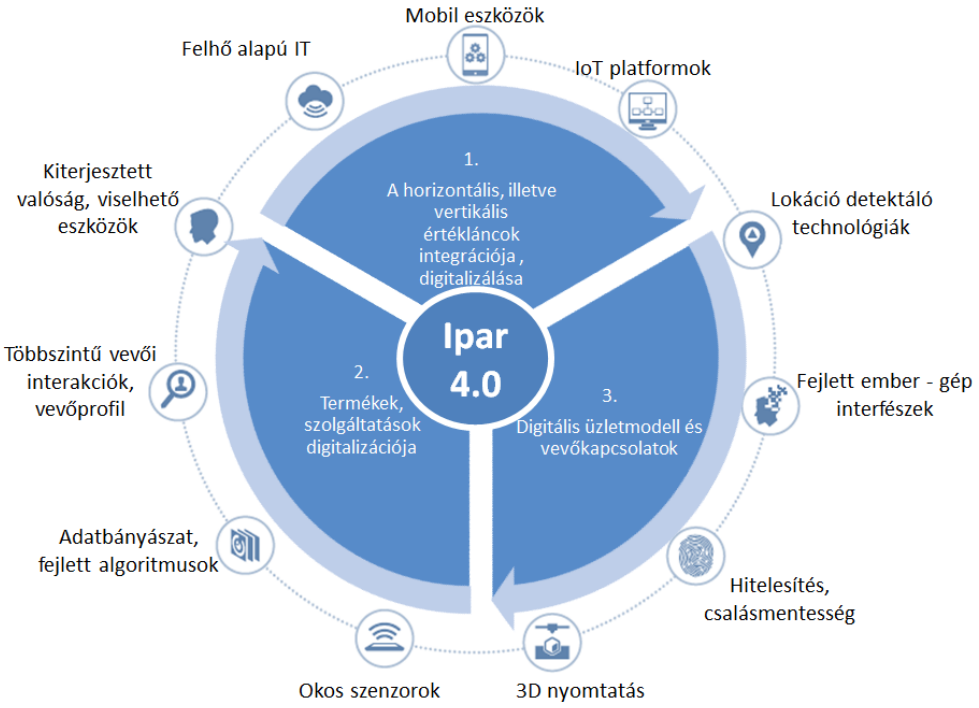
Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 Letöltve: 2016. május 23. nyomán saját szerkesztés

Mit is jelent az ipar 4.0 kifejezés pontosabban?

Az Ipar 4.0 kifejezés egyre népszerűbbé válik globálisan és PWC 2016-os kutatása szerint három fő területen hat az üzleti világra:

- A horizontális, illetve vertikális értékláncok integrációja, digitalizálása
- Termékek, szolgáltatások digitalizációja
- Digitális üzletmodell és vevőkapcsolatok kialakulása

E hármas keretrendszert és az azokhoz kapcsolódó új technológiákat szemlélteti az alábbi ábra:



12. ábra Ipar 4.0 keretrendszere, valamint a kapcsolódó technológiák

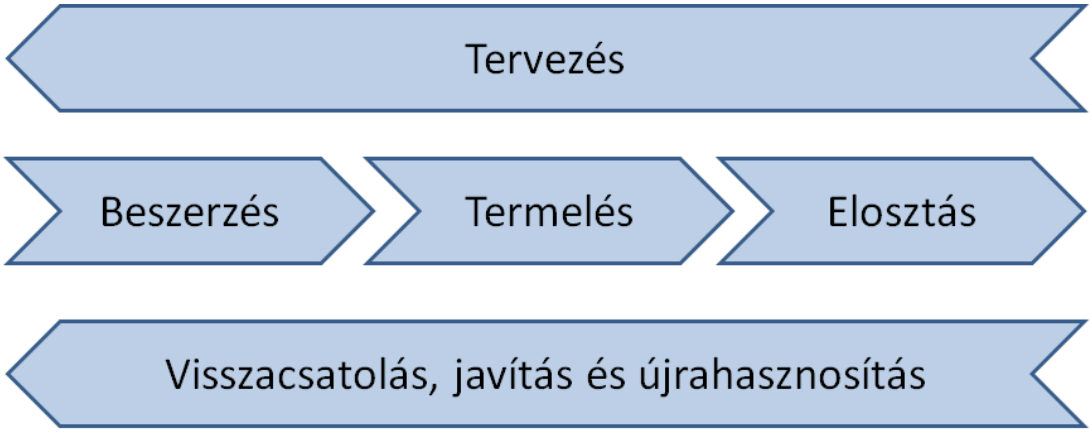
Forrás: (Industry 4.0: Building the digital enterprise)

Ahogyan a közösségi hálókon, például a Facebookon az emberek tartják egymással a kapcsolatot, úgy a „dolgok internetén" (Internet of Things – IoT) a legkülönbözőbb tárgyak, a gyártás vagy karbantartás alatt levő termékek is képesek információkat megosztani aktuális állapotukról. A digitális és a fizikai világot összekapcsoló rendszerek többek között beépített intelligens szenzorokat tartalmaznak vezeték nélküli kommunikációs képességekkel felruházva, s az adatokat titkosított kommunikációs csatornákon továbbítják biztonságos adatbázisokba, ahol adatbányászat, valamint fejlett algoritmusok segítségével az adatokból információt, tudást lehet kinyerni javítva az üzleti döntések hatékonyságát.

A gyártás folyamata minden eddiginél jobban optimalizálhatóvá válik, de a lehetőségek ezzel még nem merülnek ki. Az intelligens gépek, valamint termékek olyan szolgáltatásokat is kínálhatnak az Interneten, amelyekkel a gép-gép közötti (M2M) kommunikáció által különböző beavatkozásokat kezdeményezhetnek. Az Ipar 4.0 dinamikus és decentralizált gyártási folyamatai többek között az energia és a nyersanyagok eddiginél sokkal hatékonyabb felhasználását ígérik, mivel az olyan eseményeket, mint például az energia- és az anyagellátás fennakadása vagy a nyersanyag minőségének változása a készülő termékekbe épített szenzorok azonnal észlelik, így azok időben kezelhetők.

A közvetlenségnek és azonnaliságnak köszönhetően a gyárak dinamikusabbá tehetik erőforrásigények tervezését is, kevesebbet kell tartalékolniuk, mivel áttérhetnek az igény szerinti energia-, víz- és nyersanyagellátásra. Így nemcsak az üzleti követelményeket, hanem a természeti környezet kímélésével, a hatékonyabb energiafelhasználással kapcsolatos elvárásokat is könnyebben teljesíthetik. (Ipar 4.0 – a jövő gyára, 2013)

Ipar 4.0 logisztika, valamint ellátási lánc menedzsmentre gyakorolt főbb hatásait az 5 fő menedzsmentfolyamatot leíró SCOR modellen keresztül tekintjük át a következő alfejezetekben kiegészítve a termék designnal kapcsolatos néhány gondolattal.

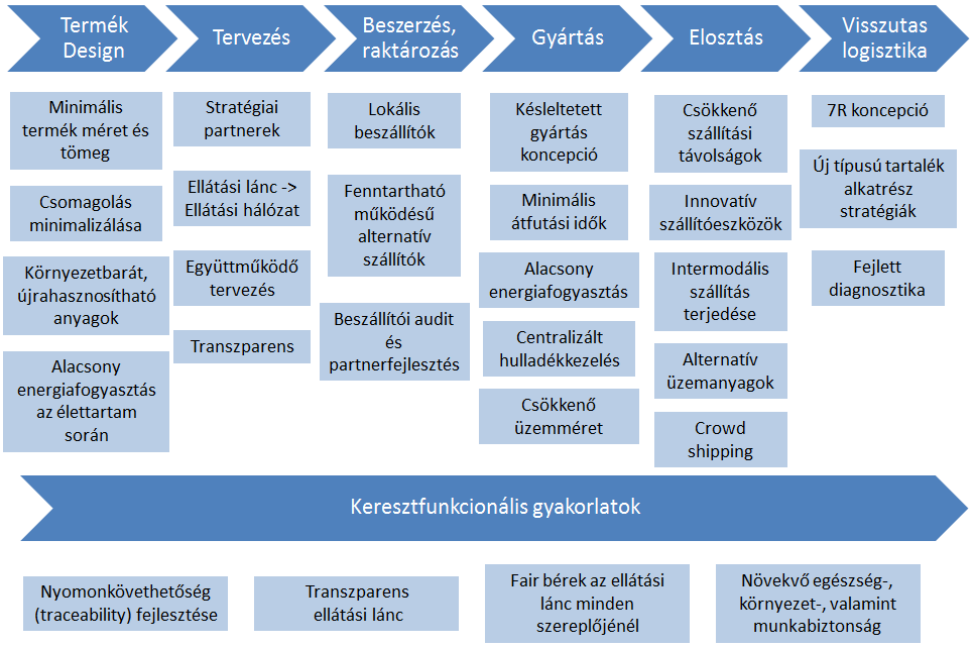


13. ábra Logisztika 5 fő menedzsment folyamata - a SCOR modell

Forrás: Saját szerkesztés Supply Chain Operations Reference nyomán (SCOR framework)

A modell célja, hogy az ellátási lánc menedzsment teljesítményének standardját létrehozva közös mutatószámrendszert képezve vállalatok benchmark méréseihez támogatást nyújtson.

Logisztika 4.0 főbb hatásait a SCOR modellre pedig az alábbi ábra mutatja be szemléletesen:

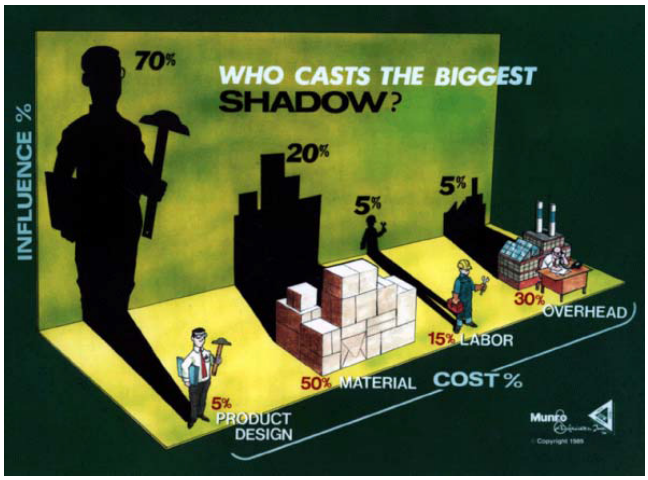


14. ábra Logisztika 4.0 főbb hatásai a SCOR modellre

Forrás: (Beyond Supply Chains 2015) alapján saját szerkesztés

3.1 Termék design

Bár általánosságban a design munkálatai csak 5%-át teszi ki egy termék összes tényleges költségének, azonban a gyártási költségek 75%-át meghatározza (árnyék):

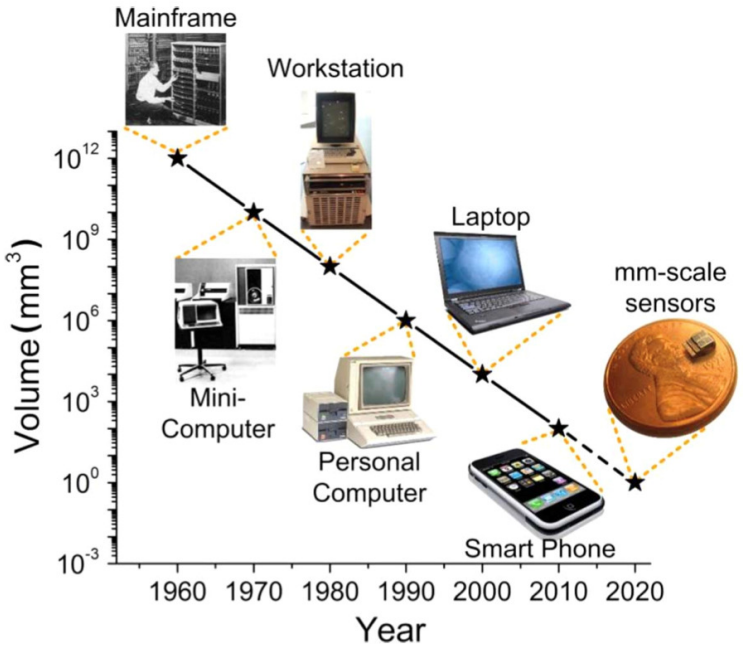


15. ábra Már a tervezés során eldől mekkora költséggel állítható elő a termék

Forrás: (Mining for Gold with Lean Design™ in Aircraft Interiors)

3.1.1. Minimális termék méret és tömeg

A fizikális termék méretének és tömegének csökkenése minden iparágat jellemez, azonban különösen az elektronikai termékek piacán figyelhető meg (lásd. számítógépek). Ezek a tendenciák növelik a fogyasztói elégedettséget, valamint a felhasználásra kerülő erőforrások mennyiségét csökkentik. Természetesen ez a fajta minimalizálás nem mehet a termékfunkciók, illetve teljesítmény rovására. Az ipar 4.0 által alkalmazott exponenciális sebességgel fejlődő tudományterületek együttes hatására a jövőben tovább folytatódik a termékek méreteinek csökkenése.



16. ábra Számítógépek térfogatának evolúciója

Forrás: (The World's Smallest Computer)

Az új típusú kompozit anyagok kifejlesztése és elterjedése újabb lökést adhat ezen tendenciáknak. Ilyen anyag például a grafén, melynek kifejlesztéséért 2010-ben Nobel díjat kapott *Konsztantyin Novoszjolov* és *Andrej Geim*. A legvékonyabb kivitelben csupán egyetlen atom vastagságú grafit rétegből áll. Előállítása jelenleg rendkívül drága, s ipari méretekben még nem működik, azonban nagyon rugalmas, az acélnál 200x nagyobb szilárdsággal bír és rendkívül könnyű.

3.1.2. Csomagolás minimalizálása, standardizálása

Termelővállalatként logisztikai döntéseiért felelős vezetőként érdemes lehet elgondolkodnia nemcsak magának a terméknek, hanem a csomagolóanyagok tömegének és térfogatának is a csökkentésén:

Bár a hajókonténert a logisztika egyik legnagyobb találmányaként tartják számon (Levinson, 2006), annak tömege jelentősen megnöveli a szállítási költségeket és a környezetterhelést. Az első kompozit paneleket tartalmazó hajókonténer tömege például 20%-kal kisebb, mint az acélból készült hagyományos változaté és 2012-ben már munkába is állították. (Shipping Container Uses Composite Panels to Save 20% Weight, 2012)

20' konténer - 20' box ctr.

Kapacitás 33,2 cbm

Belső méretek (m)

Hosszúság	Szélesség	Magasság
5,895	2,350	2,392

Ajtó nyitási méretek (m)

Szélesség	Magasság
2,340	2,292

Súlyadatok (t)

Összsúly	Önsúly	Rakodható
30,480	2,250	28,230

17. ábra Hagyományos tengeri konténer méretei és tömege

Forrás: (Tengeri konténer típusok, méret- és súlyadatok)

Gondolkozhat kisebb léptékben is: Tesco például sikeresen csökkentette ökológiai lábnyomát azzal, hogy vékonyabb, ezáltal könnyebb borospalackokat tervezett beszállítóival közösen Nagy Britanniában, s, így csökkent a szállított súly és a szállítás közben kibocsátott CO2 mennyisége éves szinten 2600 tonnával (Lightweight wine bottles: less is more)

Vajon mennyivel csökkenne a szállítási költség összesen, ha például egységes méretűek lennének a sörösüvegek világszerte?

3.1.3. Környezetbarát, újrahasznosítható termékek fejlesztése

Jelentős kihívást támaszt a termékfejlesztők számára az a tény, hogy a felgyorsult jelenben a termékek fejlesztésére fordított idők számottevően csökkentek, azonban a számítógépes modellezés térhódításának, valamint a 3D-s nyomtatás technológiájának terjedésével

azonnal kipróbálható prototípusok készíthetőek, valamint módosíthatóak igény szerint. Továbbá nagy segítséget jelent a fogyasztó mielőbbi bevonása a termékfejlesztésbe például azzal, hogy gyakran már jóval a fizikális termék piacra kerülése előtt megjelenik az ún. elektronikus termék az interneten leírásokkal, prototípus teszt videókkal, hogy a fejlesztés végső stádiumában még inkább testre tudják szabni azt a közösségi visszajelzések alapján.

Például Lily a „nyomkövető" drón már jóval egy évvel a piacra kerülés előtt megjelent az Interneten, hogy a potenciális vevői visszajelzések alapján fejeződjön be a fejlesztése:

18. ábra Repülő drón előzetes áttekintés egy Youtube csatornán

Forrás: (LILY CAMERA OVERVIEW)

Termék fejlesztéskor gondolni kell(ene) a javíthatóságra is, azonban sajnos a mai fogyasztói társadalomban inkább a „dobd el, s vegyél újat!" elv dominál. Különösen aggályos néhány gyártó által folytatott eljárás, melyre a szakirodalom, mint „Tervezett elavulás" fogalom utal. Szerencsére azonban a szinte minden fogyasztó által elérhető Interneten meglévő közösségi fórumokon gyorsan elterjed, ha például egy nyomtató chip-jébe be van égetve egy kis program, amely hibaüzenetet küld egy bizonyos számú nyomtatás elvégzését követően, így remélhetőleg az ehhez hasonló próbálkozások idővel elhalnak. (A Villanykörte Összeesküvés A Tervezett Elavulás története)

Továbbá megfontolandó már ebben a tervezési szakaszban, hogy mi történjen a termékkel annak élettartama végén. Optimális esetben ugyanis a termék minden alkatrésze egyszerre használódik el (és esik szét a termék atomjaira), azonban gyakran a kopó alkatrészek azok, amelyek felmondják a szolgálatot.

Említést érdemel továbbá, hogy az additív (3D) nyomtatáshoz kifejlesztett anyagok újrafelhasználásának, begyűjtésének módszere még nem kidolgozott, s ez is a közeljövő megoldandó feladatai között szerepel.

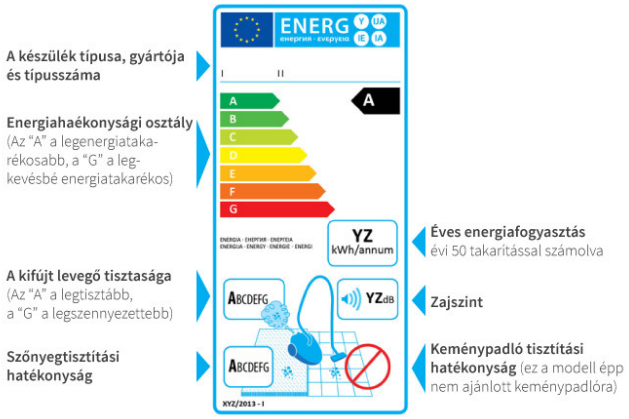
3.1.4. Alacsony energiafogyasztás a termék teljes élettartama során

A fogyasztók termékek, szolgáltatások vásárlásakor az érzékelt hasznosságot kívánják maximalizálni, ami a tapasztalt érték, valamint a költségek hányadosa. Költségek alatt nem csak a bekerülési költségeket kell érteni, hanem az élettartam során felmerülő működési költségeket is.

Normál esetben maguk a piaci szereplők mozdulnak el az energiatakarékosabb megoldások felé B2B, B2C döntéseik során, azonban gyakran ezek mögött jogszabályi változás is állhat.

Például 2014 szeptemberétől a magyarországi üzletekben tilos 1600 W-nál nagyobb teljesítményű porszívókat forgalomba helyezni. A CECED Magyarország Egyesülés (az európai háztartásigép-gyártó és forgalmazó vállalatok nemzetközi érdekképviseleti szervezetének magyar képviselője) szerint egyszerűen spórolni akarnak az energiával az Unióban. EU-s hatásvizsgálatok ugyanis megállapították, hogy a porszívók 2005-ben összes villamosenergia-fogyasztása körülbelül 18 terawattóra, vagyis 18 billió wattóra volt. A szakemberek úgy becsülték, hogy ez az érték 2020-ra akár a 34 TWh fogyasztást is elérheti.

Továbbá az Unióban forgalomba hozott porszívókhoz is kötelező lesz csatolnia a gyártóknak energiacímkét, ami ismerős lehet a hűtőgépekről, mosógépekről, tévékről, ezeket ugyanis már évek óta így árusítják. A leghatékonyabb energiaosztály itt is az A lesz (2017. szeptember 1-jétől pedig majd az A+++). Az energiaosztályon és az éves villamosenergia-fogyasztáson kívül a címke tájékoztat még arról is, hogy milyen padlón használható a porszívó, és az adott padlófajtán (kemény burkolat vagy szőnyeg) milyen a tisztítási hatékonysága, továbbá milyen a por-visszabocsátási osztálya. (Hétfőtől korlátozzák a nagy teljesítményű porszívókat, 2014)

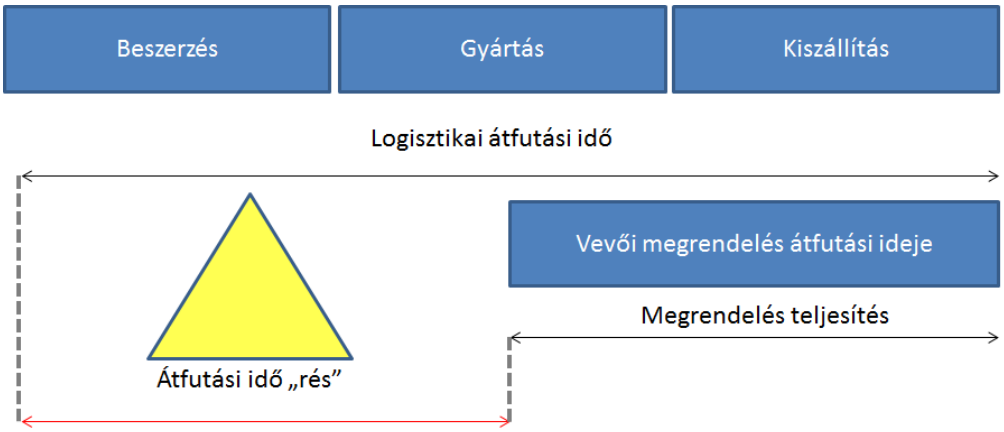


19. ábra Az új, egységes porszívó címke

Forrás: (Hétfőtől korlátozzák a nagy teljesítményű porszívókat, 2014)

3.2 Tervezés

Átfutási idő rés probléma alatt értjük azt az időkülönbséget, amely abból adódik, hogy a vevői igényt nem sikerül annyi idő alatt kielégítenie az eladónak, mint ameddig a fogyasztó várakozni hajlandó:



20. ábra Az átfutási idő rés probléma a logisztikában

Forrás: (Christpher, 2011)

Leegyszerűsítve megrendelés átfutási ideje alatt azt az időintervallumot értjük, amíg a vevő hajlandó igénye kielégítésére várni egészen a rendelés feladásától a fizikális termék leszállításáig. Logisztikai átfutási idő pedig az az időtartam, ami a vállalat számára szükséges a rendelés kielégítéséhez. Ennek 3 típusa lehet:

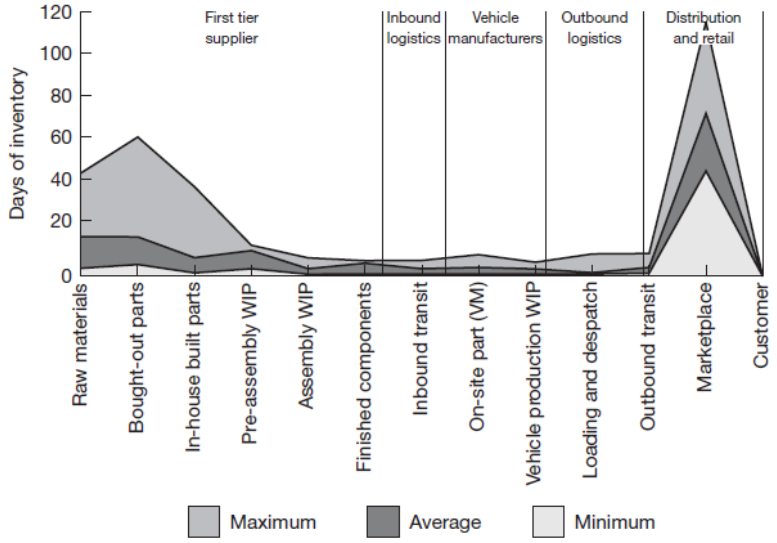
- Rendelkezésre áll késztermék készletként, így egyszerűen csak leszállítja,
- Nem áll rendelkezésre késztermék, azonban minden alkatrész rendelkezésre áll a gyártás ütemezéséhez, vagy legrosszabb esetben
- A gyártás ütemezése előtt még be is kell szerezni a szükséges alkatrészeket.

Fogyasztói társadalmunkban, ahol az ipar 3.0-t jellemző „Gyorsabban! Jobban! Olcsóbban!” szlogent egyre inkább felváltja az „Azonnal! Hibamentesen! Ingyen! (Reklámokkal)” jelszó, melyet alátámaszt Corsten, D. and Gruen, T. Harvard Business Review-ban megjelent tanulmánya is. A dokumentum szerint a fogyasztóknak csak egy kis hányada hajlandó várni igényének kielégítésére. A többség helyettesítő terméket választ, még akkor is, ha az a konkurenciáé:

21. ábra Fogyasztói viselkedés készlethiány esetén

Forrás: (Corsten, May 2004)

Hogy tradicionális push gyártás esetén potenciális vásárlóit ne veszítse el a vállalat, az átfutási idő rést késztermék készlet képzésével igyekszik áthidalni, amelyet valamiféle forecast (előrejelzés) alapján állít elő. Mivel azonban minden terv feltételezéseken alapul, valamint minél előbbre tekint a tervezés, annál több bizonytalanságot tartalmaz, így állhatott elő az alábbi helyzet például az autóiparban Holweg M. és Pil példája alapján:



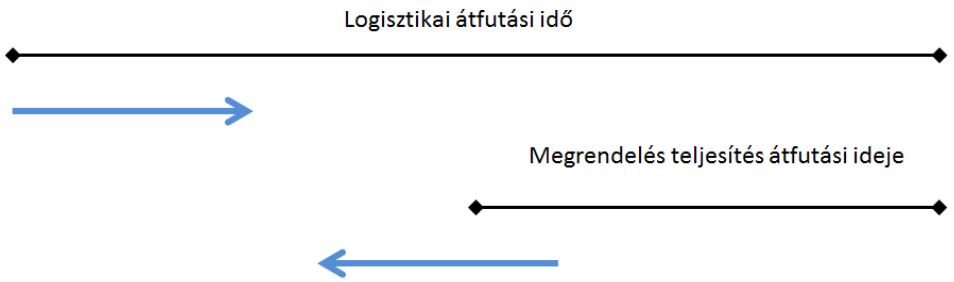
22. ábra Autóipari ellátási lánc készletprofil

Forrás: (Holweg, 2004)

Az ábrán egyértelműen megfigyelhető, hogy a legnagyobb készletek egyrészt az alapanyag gyártóknál keletkeztek, valamint a legmagasabb feldolgozottsági fokot jelentő késztermék formában. Ez utóbbi készlet mértéke és helye az ellátási láncban nagyon kockázatos, hiszen 3 fő oka lehet, hogy nem képes leépülni:

- Túlbecsült előrejelzéseken alapuló gyártás,
- Szerteágazó fogyasztói igényeken alapuló növekvő termékmix miatt egyetlen értékesítési lehetőséget sem akarnak a gyártók elveszíteni, valamint
- Megváltozott vevői igények miatt eladhatatlanná váltak.

Bár a tervezés pontosságának javítása mindig is csábító cél lehetett egy vállalat számára, probléma megoldását azonban az átfutási idő „rés" csökkentésével lehet tartósan megoldani, például késleltetett gyártás koncepciójának alkalmazásával (lásd. 3.4.1 alfejezetben)



23. ábra A tervezés pontosabbá tétele helyett az átfutási idő rés minimalizálására kell törekedni

Forrás: (Fehér N. , Lean kontrolling, 2014)

Az a vállalat, amely képes a logisztikai átfutási időt szinkronba hozni a vevői megrendelés teljesítésének átfutási idejével megszabadul a tervezési hibáktól, így nem szükséges készletet görgetnie maga előtt.

3.2.1 Stratégiai partneri kapcsolatok kialakítása

Tradicionálisan az ellátási láncok költség alapon voltak menedzselve, több potenciális szállító ajánlatait figyelembe véve, azonban a partneri kapcsolatokat inkább a győzni-veszíteni stratégia jellemezte. Lean ellátási lánc menedzsment elterjedésével azonban a fő hangsúly az együttműködő képességre került a logisztikai folyamatok egyre magasabb fokú összekapcsolásával a korábbi egyszerű ártárgyalások helyett.

Az így létrejött kapcsolatok alapja a bizalom és a kölcsönös együttműködés, mely megalapozza az olyan fejlett folyamatok kialakítását, mint a Just in Time kapcsolatok, vagy például Vendor Managed Inventory kialakítása. Azonban arra mindenképp ügyelni kell, hogy mindig legyen egy „Béta" terv arra az esetre, ha csupán csak egy beszállítói forrással rendelkezik az adott vállalat.

A partneri kapcsolatok ipar 4.0 elterjedésével még szorosabbá fognak válni, valamint az információcsere mértéke és intenzitása is számottevően emelkedik.

Az alábbi táblázat rövid áttekintést nyújt a fent említett tendenciákról:

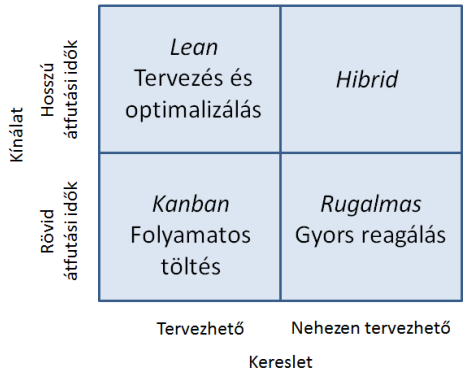
Tulajdonság	**Tradicionális ellátási lánc**	**Lean ellátási lánc**
Szállítók	Sok	Néhány
Kapcsolat típusa	Konfrontációs	Együttműködő
Kapcsolat fókusz	Tranzakcionális	Hosszútávú
Szállító kiválasztásának fő szempontja	Ár	Teljesítmény
Szerződés időtartama	Rövidtávú	Hosszútávú
Jövőbeni árazás	Növekvő	Csökkenő
Átfutási idők	Hosszúak	Rövidek
Megrendelt mennyiségek	Nagy kötegek	Kis kötegek
Minőség	Nagyfokú inspekció	Beépített minőség a forrásnál
Készletszint (vevő + szállító)	Magas	Alacsony
Információ áramlása	Egyirányú	Kétirányú
Flexibilitás	Alacsony	Magas
Termékfejlesztésben betöltött szerep	Minimális	Együttműködő
Bizalom	Limitált	Kiemelkedő

1. táblázat Tradicionális vs. Lean partnerkapcsolatok az ellátási láncban

Forrás: (Myerson, 2012)

Manapság már nem elkülönülten működő vállalatok versenyeznek egymással a vevői igények mind hatásosabb és hatékonyabb kielégítése érdekében, hanem kisebb-nagyobb mértékben együttműködő ellátási láncok. (például az Asus ellátási lánca Lenovo-éval, hogy értékesíthesse termékeit a fogyasztók számára). Az együttműködésnek ez a trendje a közeljövőben tovább fog fokozódni a jelek szerint.

Az ellátási lánc kifejezést helyesebb lenne ellátási hálózatnak nevezni, hiszen a korábbi lean szemléletet prioritásával szemben egyre inkább a rugalmasság biztosítása kerül előtérbe:



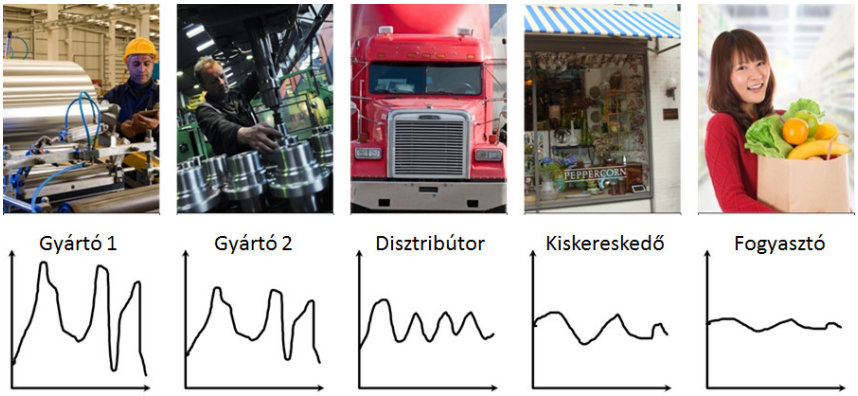
24. ábra Általános ellátási lánc stratégiák

Forrás: (Christpher, 2011)

3.2.2 Az ostorcsapás hatás kivédése - együttműködő tervezés

Ostorcsapás effektus szinte bármely iparágban megtalálható, amely nem más, mint az ellátási lánc szereplőinek racionális viselkedése olyan környezetben, ahol csak egymás megrendeléseit látják, s a valós vevői igényt nem ismerik. Az ostorcsapás effektus hatásait az oktatásban gyakran a sör szimulációs játékkal lehet demonstrálni. (Lásd: (http://www.beergame.org/))

Elemzők megállapították, hogy az ellátási láncban felfelé (azaz a valós vevői igényektől távolodva) haladva a kereslet egyre jelentősebb kilengéseket mutat, mivel a korábbi bizonytalanságok a lánc végén elhelyezkedő vállalatoknál halmozottan jelentkeznek, azaz az ellátási lánc végén „csattan az ostor".



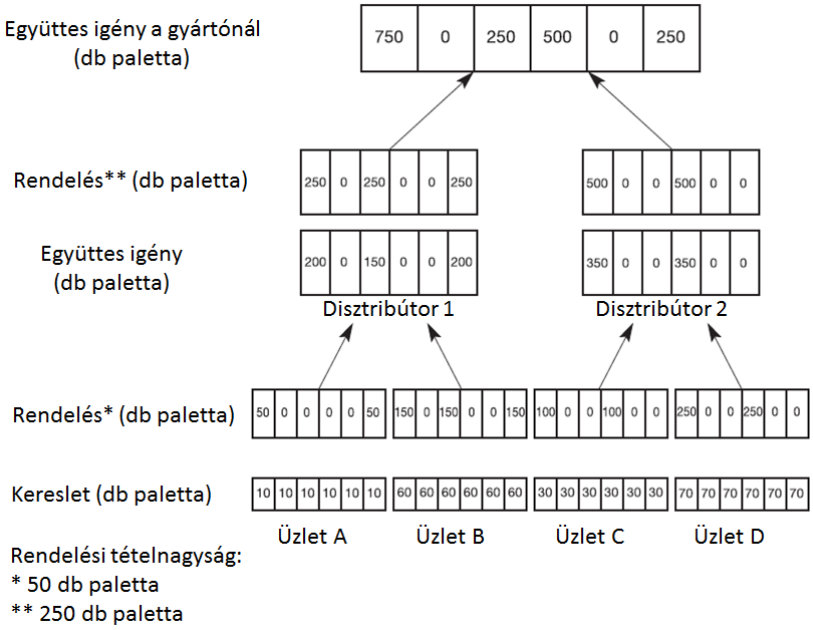
25. ábra Az ostorcsapás effektus

Kép forrása: (http://media.transformanceadvisors.com)

Az ostorcsapás effektus kialakulásának 4 tipikus oka van:

- Keresleti előrejelzések pontatlansága,
- Megrendelések halmozott feladása,
- Áringadozás, illetve
- A biztonságra való törekvés (készlethiány kerülése)

A jobb megértés érdekében, íme egy példa, amely a fentiek közül csak a halmozott rendelésfeladás okozta hatást mutatja a gyártónál megjelenő igényekben egy egyszerű 3 szintből álló ellátási láncban:



26. ábra Az ostorcsapás oka halmozott rendelés

Forrás: (Christpher, 2011)

A gyártó teljesen hektikusnak érzékeli még a stabil fogyasztói igényeket, hiszen a lokális optimumkeresés nem vezet a teljes ellátási lánc optimális állapotához.

Információ megosztással a fenti hatás nagyon egyszerűen elkerülhető és a Brit Tesco példája alapján már a magyarországi beszállítók (külön díj fizetése ellenében) online követhetik Tesco hazai elosztási raktáraiban meglévő aktuális készleteket (csak az általuk szállított típust pl. joghurtok), mely alapján javul gyártástervezésük. (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

Ostorcsapás hatást csökkentő akciók lehetnek a közeljövőben Logisztika 4.0 számára:

- Információ megosztása az ellátási lánc szereplői között (pl. Tesco)
- Ellátási lánc karcsúsítása
- Szorosabb kooperáció és információáramlás, különösen a valós vevői igények megosztása révén az ellátási lánc mindkét végén (integrált ellátási lánc kialakítása)

3.3 Beszerzés és raktározás

A beszerzés és raktározás elsődleges feladata az ellátás marad a jövőben továbbra is, azonban e területen is jelentős változások várhatóak:

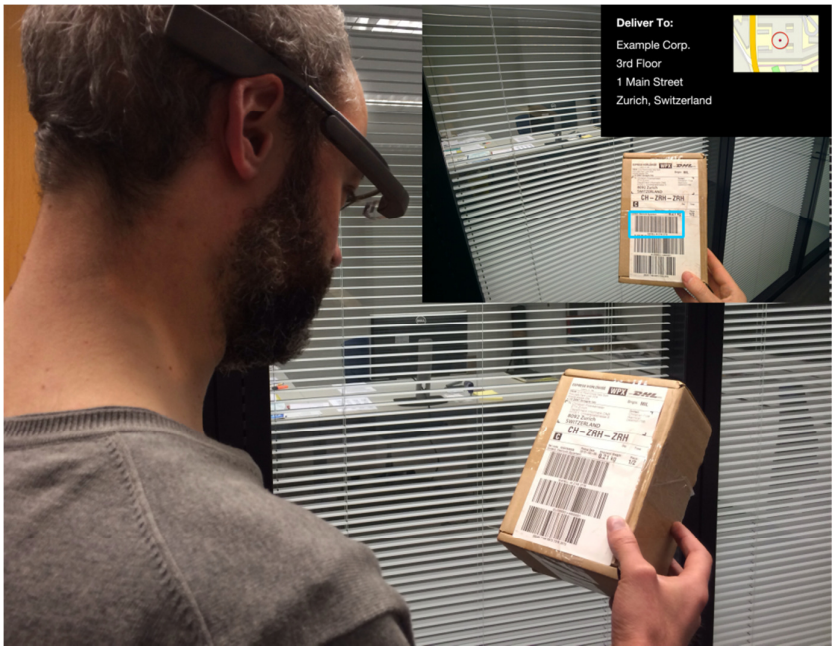
- Szorosabb együttműködés a beszállítói partnerekkel
- Lokalizáció a környezetkímélőbb, gyorsabb átfutási időket biztosító megoldások érdekében
- Még diverzifikáltabbá válnak az áruféleségek és akár egy darabos megrendeléseket is le kell tudni kezelni
- Fizikai áruféleségek beszerzése mellett egyre nagyobb mennyiségű információt kell beszerezni, tárolni
- Nyomonkövethetőség (Traceability) biztosításának igénye kiterjed az egész ellátási láncra

A fentieken túl rövidtávon tovább folytatódik a könnyen algoritmizálható feladatok közvetlen automatizálása, mint például Amazon tette a Kiva robotok munkába állításával elosztó központjaiban 2014. folyamán. Az irodai területeken pedig a munkafolyamatok Indiába történő kiszervezése gyorsulhat, hogy további tapasztalatokat szerezzenek a vállalatok azokról, majd következő lépésben ezeknek a fehér galléros munkahelyeknek az automatizálására helyezzék a hangsúlyt. (Ford, 2015)

27. ábra Kiva robot amazon raktárában

Forrás: (Amazon.com's Kiva Robots Ready To Take Over Cyber Monday, 2015)

Raktározásban, komissiózásban a pick to light technológiák elterjedését követően megjelenik a pick to voice, valamint az okosszemüvegek által támogatott vision picking használata is:



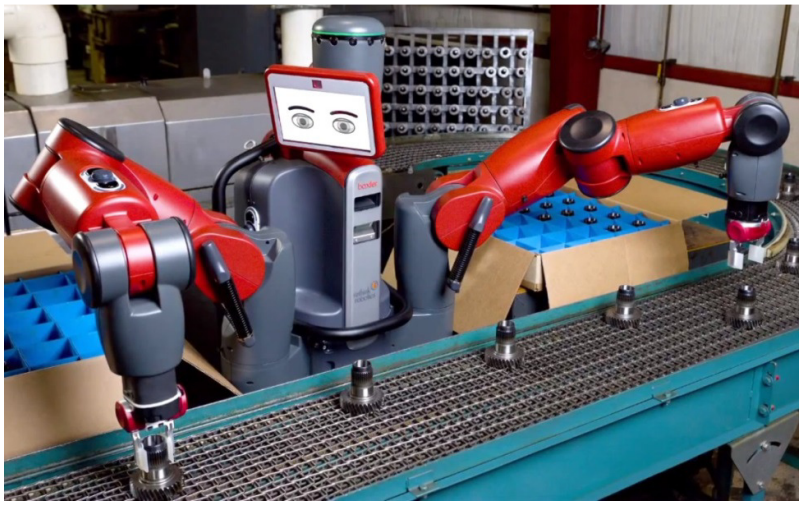
28. ábra Vision picking folyamat Google okosszemüveg támogatásával

Forrás: (Journey through the Googling Glass, 2013)

3.3.1 Lokális beszállítók kiválasztása

A 2. fejezetben Kínával kapcsolatosan már említésre került, hogy USA-val szemben a termelékenységgel korrigált órabér különbség a 2005-ös 4,1x-es szorzóról majdnem a felére, 2,1x-esre csökkent 10 év alatt, s ez gazdaságossá teszi számos olyan területen is a robotok alkalmazását, amely az autóiparral nem állt kapcsolatban.

Erik Brynjolfsson és Andrew McAfee közös könyvükben említést tesznek például egy robotról, Baxter-ről, amelyet alig 25 000 dollárért be is lehet szerezni (ez egy átlagos USA munkás éves bére) és képes olyan feladatokat ellátni, mint például alkatrész kivétele egy dobozból, inspekciós állomás alá helyezés, valamint a kapott eredmény alapján a megfelelt/hibás dobozba helyezni azt.



29. ábra Baxter munkában

Forrás: (blog.robotiq.com)

30. ábra Már hamburgert készítő robot is létezik

Forrás: (Epson, 2014)

Ilyen mértékű technológiai fejlődés és csökkenő órabér különbségek lehetővé teszik USA-beli, valamint nyugat európai vállalatok számára, hogy hazatelepítsék gyártásuk egy részét a közeljövőben. Ezzel nemcsak nagyobb hozzáadott értékkel bíró munkahelyeket tudnak teremteni (robotok programozása, karbantartása), hanem a lokalizáció következtében

- csökkentik a komplexitást, így a kockázatokat ellátási láncaikban,
- rövidítik az átfutási időket, valamint
- csökkentik a környezetterhelést, mivel jelentősen rövidülnek a szállítási útvonalaik.

3.3.2 Fenntartható működésű alternatív beszállítók

Az internet elérhetővé válásával (Facebook-nak jelenleg több regisztrált felhasználója van, mint Kína teljes lakossága), valamint „demokratizálódásával", azaz bárki bármit megoszthat másokkal, az átlátható vállalati működés még fontosabb, mint valaha.

Hiába követeli meg ugyanis egy vállalat beszállítójától a környezetbarát gyártási technológiák alkalmazását, vagy a 16 éven aluli gyermekek dolgoztatását, ha annak beszállítója már nem tartja magát ezekhez a szabályokhoz. Egy-egy ilyen hír napvilágra kerülése nemcsak a közvetlen vevőt, hanem az adott ellátási lánc minden résztvevőjét negatívan érinti.

Feladatok a fenntartható működésű beszállítói kapcsolatok kialakításához szükséges többek között:

- Kiválasztási kritériumok definiálása
- Fokozott „zöld" partner, valamint etikai vizsgálatok elvégzése
- Gyártási lokációk kiválasztásánál ne csak gazdasági, hanem szociális és környezetvédelmi aspektusok is figyelembe kerüljenek
- Követeljék meg olyan erőforrás kímélő strukturált folyamatfejlesztési módszerek alkalmazását, mint például Lean, vagy Six Sigma módszerek

Végül egy rövid részlet McDonald's Magyarországi Étterem Hálózat Kft. fenntartható gazdálkodás politikájából, mint követendő példa:

„A McDonald's egy világszerte ismert és elismert étteremlánc, amely világszerte naponta több millió vendéget szolgál ki. Felelős vállalatként arra törekszünk, hogy éttermeinket és ellátási hálózatunkat fenntartható módon működtessük és fejlesszük. Partnerségben a beszállítókkal az alapoktól, vagyis már az alapanyagokat előállító farmtól kezdve szabályozzuk az élelmiszer-biztonságot és a minőséget, valamint támogatjuk a fenntartható mezőgazdaság fejlődését. Célul tűztük ki, hogy élelmiszer és csomagolóanyagainkat fenntartható gazdálkodásokból szerezzük be. A Mintagazdaság (angol nevén Flagship farm) programot 2009-ben azzal a céllal indítottuk Európában, hogy ösztönözzük a szélesebb körű párbeszédet a McDonald's-nak beszállító gazdálkodókkal, elősegítsük és megosszuk a gazdálkodókkal a legkimagaslóbb fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat, az állatokkal való bánásmód és az alkalmazottak helyzete, a környezet megóvása és üzletük hosszú távú gazdasági életképességének biztosítása terén. Azzal, hogy jó példaként bemutatjuk a legjobb gyakorlatot folytató Mintafarmokat, a többi, a McDonald's-nak beszállító gazdaságnál, illetve összességében a teljes európai agrárközösségben is pozitív változásokat kívánunk elérni." (McDonalds - Fenntartható gazdálkodás politika)

3.3.3 Beszállítói audit és partnerfejlesztés

A jövőben jóval közvetlenebb kapcsolatok kiépítésére törekednek a vállalatok ellátási láncaikban jelenlévő partnereikkel. Ennek következtében a hagyományos beszállítói audit folyamat is megváltozik: mélyrehatóbbá válik és folyamatossá. A hagyományos éves, valamint negyedéves vizsgálatok a felek kölcsönös bizalom alapján az „open book" elv alkalmazásával hozzáférést biztosítanak egymás naturális folyamataihoz vállalatirányítási rendszereik összekapcsolásával. Ez jóval túlmutat a jelenlegi ERP rendszerekhez kapcsolódó CRM, SRM modulokon, hiszen látni fogják egymás forecastjait, kapacitástervüket, az egyes megrendelések státuszait.

Ilyen magas fokú bizalom kialakítása meglehetősen időigényes, azonban már megvannak a jelei ma is, hiszen elterjedt gyakorlat, hogy egy vállalat „beengedi" raktárába stratégiai beszállítóját, hogy ott az VMI raktárat (vendor managed inventory) alakítson ki. Ez mindkét fél számára rendkívül előnyös, hiszen többek között az előbbit nem terheli a készlet (javul a cash flow-ja), az utóbbi viszont real time felhasználási adatokat kap, mellyel tovább pontosíthatja előrejelzési folyamatait.

A bizalom megszerzése hosszú folyamat, melyet csak lépésről lépésre lehet kialakítani, ez azonban gyorsítható például azáltal, hogy közösen kijelölt 4PL (4th party logistics) logisztikai integrátor közreműködését veszik igénybe. Ezek a 4PL szolgáltatók gyakran eszközök nélküli virtuális cégek, s általában 3PL cégek pozícionálják magukat e szerepkörbe.

A 4PL cégek a saját erőforrásokon kívül az ellátási láncban működő többi cég erőforrásait és képességeit felhasználva megtervezik, menedzselik és kontrollálják az ellátási lánc folyamatait olyan gyakorlattal, know-how-val és IT támogatással, mely ezt az integrátor funkciót lehetővé teszi. (Perzenszki, 2012)

31. ábra Logisztikai szolgáltató fejlődése

Forrás: (Perzenszki, 2012)

Partnerfejlesztés tekintetében elengedhetetlen, hogy az ellátási láncban szereplő partnerek ne csak ismerjék, hanem a gyakorlatban is alkalmazzák az olyan bevált strukturált folyamatfejlesztő és problémamegoldó módszereket, mint például a szűk keresztmetszet menedzsmentje, a Toyota nevéhez köthető Lean módszer, vagy a statisztikai alapokon nyugvó Six Sigma eljárás. Vállalati faltól-falig terjedő értékáramlás térkép felrajzolásán túl pedig az ellátási lánc integrátora törekedjen az egész láncra (, vagy inkább hálózatra) kiterjedő értékáramlás térkép (VSM – Value Stream Map) megrajzolására, mert a lokális optimalizálás ritkán vezet olyan eredményre, ami az egész rendszer optimumát jelenti (lásd példa a 3.3.2. alfejezetben).

3.4 Gyártási logisztika

Napjaink vállalatai számára talán a legnagyobb kihívást az jelenti, hogy az egyre növekvő volatilitást mutató keresletet kielégítsék. A termék, valamint technológia életciklusok egyre rövidebbek, a fogyasztói igények változékonyabbak, mint valaha ezért a versenyképesség megőrzése érdekében nagyobb rugalmasság és gyakoribb termékváltások szükségesek.

E rugalmasság megőrzése érdekében elengedhetetlen az átfutási idők minimalizálása, hogy a vevői igény megváltozása esetén minél hamarabb tudjanak egyik termékcsaládról a másikra váltani.

Az agilis jelző nem szinonimája a lean gyártásnak, hiszen míg az előbbi a kereslet és kínálat hatásos és hatékony összekapcsolását jelenti, addig az utóbbi a veszteségmentes (Muda

mentes) termelést jelenti. Vállalatvezetők számtalan esetben megtapasztalták, hogy önmagukban szinte lehetetlen veszteségmentes gyártási módszereket kialakítani, ugyanis a hozzáadott értéket nem generáló tevékenységek leépítését gátolja a kulcs üzleti folyamatokban megrejlő ingadozás. Ezen ingadozás mögött leggyakrabban a vevői igény megváltozása áll, mely hatással van mindhárom M-re (Man, Material, Machine).

Lean módszer célja, például egydarabos áramlás kialakítása révén, a gyártásközi készletek leépítése, s a just in time termelés kialakítása, azonban ez nem elégséges feltétel az egyre gyorsabban változó vevői igények kialakítására. Egyesek szerint éppenséggel a lean módszer túlzott erőltetése miatt vált az autógyártás az egyik legkevésbé agilis iparággá napjainkra. (Christpher, 2011)

Röviden, tömören Lean módszer elsősorban a nagy volument, alacsony, vagy közepes mixet jelentő kiszámíthatóbb környezetben alkalmazható eredményesen, az agilis (gyors reagálású) gyártás pedig a kiszámíthatatlanabb, előrejelzéssel nem rendelkező alacsony volument, sokféle terméket előállító környezetben.

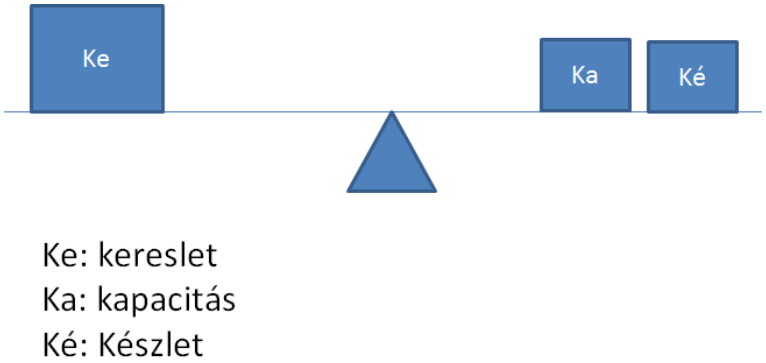
3.4.1 Késleltetett gyártás koncepciójának bevezetése

A jövőben tovább folytatódik a globális termékek, valamint márkák piaci részesedésének növekedése, azonban az ezeket előállító vállalatoknak fel kell ismerniük, hogy továbbra is szignifikáns különbségek jelennek meg az azok iránt táplált fogyasztói igényekben.

Még a relatíve kisebb piacokon is, mint amelyet az Európai Unió képvisel a világgazdaságban, az azt alkotó tagállamok polgárai eltérő nyelvet beszélnek, másabb az ízlésviláguk, valamint az országok jogszabályi környezete más és más standardokat írhat elő. Például az észak európai vásárlók nagyobb hűtőszekrényeket keresnek, mint dél európai társaik, hiszen hetente átlagosan egy alkalommal intézik bevásárlásaikat nagyobb mennyiségben. (Christpher, 2011)

A vállalatoknak azt az ellentmondást kell feloldaniuk, hogy míg a standardok létrehozása és működtetése költségcsökkentést okoz, addig a lokalizáció viszont növeli a marketingkampányok sikerességét, így az eladásokat is. Ennek az ellentmondásnak a feloldására fejlődött ki az ún. késleltetett gyártás (postponement concept).

A késleltetett gyártás azon az alapelven nyugszik, hogy a termékek tervezése során a lehető legtovább lehessen generikus, azaz nem testreszabott állapotban tartani azt közös platformok, alkatrészek stb. alkalmazásával. Ezekből a félkész termékekből egyfajta stratégiai készletet képez a vállalat (minél közelebb tudja ezt a pontot tolni a valós vevői igény megjelenéséhez annál kisebbet), s kapacitástartalékot képezve csak akkor végzi el a végső konfigurációt, miután a tényleges vevői igény megjelent az adott típus iránt. Elképzelhető ez egyfajta libikókaként, ahol a mérleghinta tengelye az a támaszpont, amelynél kötelezettséget vállal vállalat a volumenre és mixre vonatkozólag. A pont elnevezése, ahol a kötelezettségvállalás megtörténik, a kereslet penetrációs pont. Minél közelebb található ez a valós igényekhez, annál kisebb a mértéke. Például egy festékbolt sem tart mindenféle színű festéket, hanem az alapszínekből keveri ki a megfelelő receptek alapján a szükséges mennyiséget akár 1-2 órán belül. (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

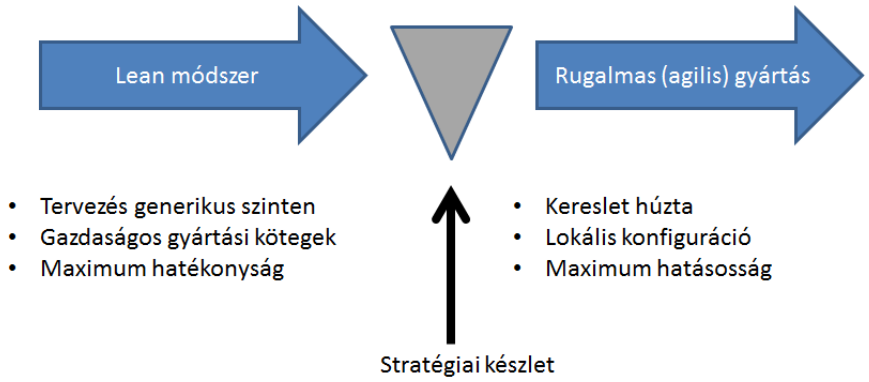


32. ábra Készlet és kapacitás egyensúly a postponement állomásnál

Forrás: (Christpher, 2011)

A stratégia hatására jelentősen csökkennek az ellátási láncban készletszintek, s rövidülnek az átfutási idők. A generikus termékek és alkatrészek miatt növekszik a rugalmasság a vevői igények kielégítésében (csökken az átfutási idő rés), valamint leegyszerűsödik a tervezés folyamata, hiszen csak a generikus szintig kell tervezni.

Lean, valamint az agilis gyártás ötvözetének hibrid módszerét mutatja a következő ábra:



33. ábra Hibrid gyártási rendszer postponement koncepció alkalmazásával

Forrás: (Christpher, 2011)

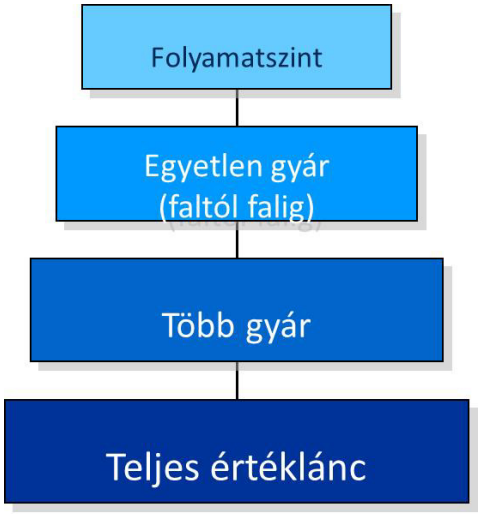
Amennyiben lokálisan történik a termékek testreszabása, magasabb mixű fogyasztói igények is kielégíthetők alacsonyabb volumenű gyártással. Ezt tette például Flextronics International Kft. amikor Research in Motion (RIM) számára gyártott mobiltelefonokat nagy volumenben úgy állította elő, hogy Malaysiában valósult meg a generikus készülékeknek Lean alapelvek szerinti magas kötegekben való gyártása, majd pedig Magyarországon, zalaegerszegi gyárában történt a végleges testreszabás és az európai igények kielégítése. (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

3.4.2 Átfutási idők minimalizálása

Mivel a vállalatok korábban még nem tudták megfelelően menedzselni a termék, anyag, valamint az információ áramlását értékláncaikban tipikusan az értékteremtő tevékenységek aránya csak 1-5%-át teszi ki a teljes átfutási időknek. Ez az alacsony arány pedig jelentős fejlesztési lehetőségeket teremt logisztikai kulcsfolyamatok javításához vállalaton belül faltól falig, valamint az együttműködő partnerek között. Például egy elektronikai gyártó vállalatnál 2011-ben a 83 napos beérkezéstől a kiszállításig számított teljes átfutási időből mindössze 510 perc volt csak értékteremtő. (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

Az átfutási idők elemzésének, különösen a szűk keresztmetszetet jelentő folyamatlépések és az információáramlást akadályozó tényezők felderítésének hatékony eszköze a lean módszer által alkalmazott értékáramlás térkép (value stream map – VSM). E térképet számos módon, több szinten lehet elkészíteni, de a tipikus lépések a következők:

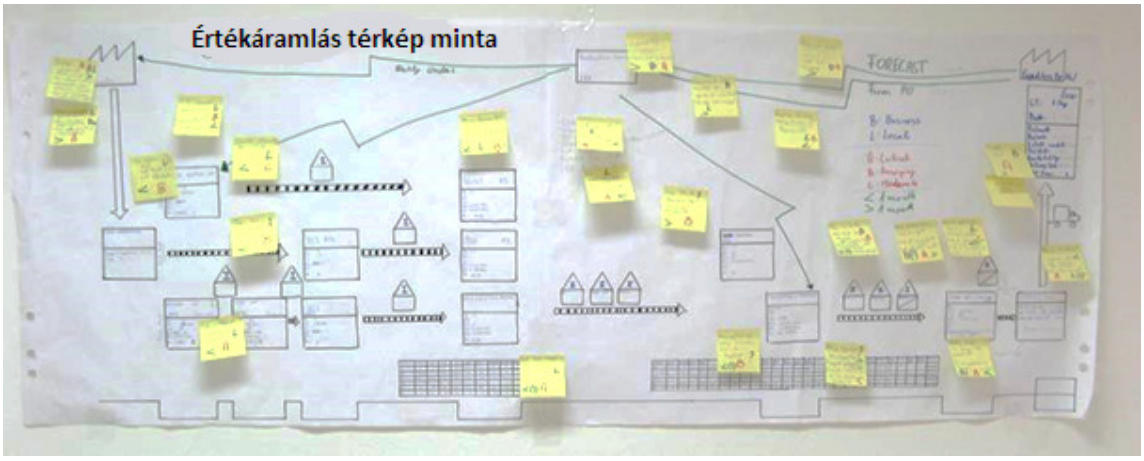
1. Termékcsalád azonosítása
2. Jelenállapot feltérképezése (Current state mapping)
3. Jövőbeni állapot térkép megrajzolása (Future state)
4. Folyamatos akciók (Kaizen) a jelen, valamint a jövőbeni állapot közelítésére



34. ábra Értékáramlás térkép elkészítésének lehetséges szintjei

Forrás: (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

Értékáramlás térkép tipikusan megmutatja a termék, az anyag, valamint az információ áramlását:



35. ábra Faltól falig értékáramlás térkép az anyag, a termék, valamint az információ áramlásának feltérképezésére

Forrás: (Fehér N. , Logisztika folyamatmodellezés I-II)

Értékáramlás térkép elkészítésének segítségével nagyon könnyen azonosíthatóak az ún. szűk keresztmetszetet jelentő folyamatlépések (ezek a leghosszabb ciklusidővel rendelkező folyamatlépések). Push gyártás esetén tipikusan e lépések előtt torlódik fel a legnagyobb készlet.

Első lépésként mindenképp a szűk keresztmetszet feloldásán kell dolgozni, mert különben nem javul az egész rendszer kibocsájtása, valamint a készletek szintje továbbra is magasan marad, azonban kérdőjelezzen meg minden folyamatlépés szükségességét, derítse fel az áramlást gátló tényezőket és lépésről lépésre hajtson végre javítóintézkedéseket például Lean Six Sigma módszer alkalmazásával!

3.4.3 Alacsony energiafogyasztás

Toyota vállalathoz köthető Lean módszer, mely nemcsak a gyártásban, hanem az ellátási lánc menedzsmentben is eredményesen alkalmazható, célja a veszteségforrások feltérképezése és szisztematikus megszűntetése a kulcs üzleti folyamatokban. Vagyis egységnyi terméket, szolgáltatást minimális erőforrás felhasználásával létrehozni, vagy egységnyi erőforrás felhasználásával maximális outputot elérni.

A jövőben ez a megközelítés továbberősödik, hiszen az emberiség jelenleg is másfél Földnyi erőforrást használ fel szükségletei kielégítéséhez, ami nem fenntartható még rövidtávon sem.

Ipar 4.0 által életre hívott logisztika 4.0 kiemelt feladatai lesznek a következő 10 évben:

- A termelői kapacitások helyének meghatározásakor kiemelt szerepet kapnak a gazdasági érvek mellett a szociális, valamint a környezetvédelmi szempontok;
- Az olajcsúcsot követő növekvő üzemanyagárak okozta szállítási költségek növekedése miatt beindul a gyártókapacitások lokalizációja a távol keletről, s ezáltal csökkennek a szállítási távolságok, valamint a zsúfoltság az utakon és a környezetszennyezés;
- Az intelligens szállítóeszközök és konténerek, valamint az intermodális szállítási módok terjedésével javul a kapacitáskihasználtság;
- Megjelennek olyan új üzletmodellek, mint a crowd shipping, vagy a megosztott szállítóeszközök;
- Egyre elterjedtebbek lesznek az okos épületek – ez vonatkozik a LED fényforrások alkalmazásától egészen a fűtés-hűtés intelligensebbé tételére;
- A visszutas logisztika (reverse logistics) kiemelt szerepet kap különösen a termék élettartam végi alapanyag összegyűjtés és újrafelhasználás

Általánosságban a gyártói üzemméret is csökken, mivel a lokális piacokhoz szeretnének minél közelebb kerülni az egyes vállalatok, így a klasszikus energiatermelés is átalakul:

Az elektromos áram felhasználása ingadozó napközben és éjszaka, pedig az iparnak nincs szüksége hagyományos zsinóráram termelő eszközökre. Az ehhez hasonló érvek egyre nagyobb hangsúlyt kapnak most, ahogy egyre olcsóbb és hatékonyabb energiatárolási technológiák jönnek létre.

A tárolási technológiák fejlődésétől függetlenül egyre több energetikai szakértő gondolja azt, hogy a zsinóráram alapú modell egyre inkább feleslegessé válik, ahogy az energiatermelés eltolódik az olcsóbb és rugalmasabb megújulók felé.

Ennek a szemléletnek az egyik legnevesebb képviselője Dánia, ahol egyáltalán nincs már zsinór alapú áramtermelés.

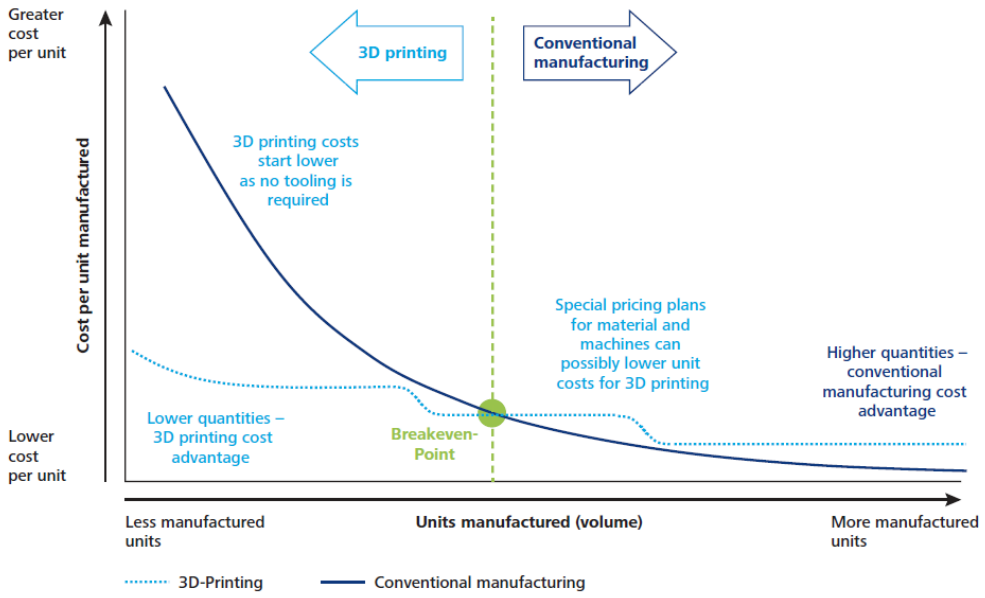
3.4.4 Csökkenő üzemméret

A lokalizáció, valamint az átfutási idők minimalizálásának hatására a gyártási üzemméret jelentősen lecsökken a közeljövőben, hiszen a vállalatok szeretnék gyártási kapacitásaikat és kínálatukat minél közelebb vinni a valós kereslethez, hogy mielőbb reagálni tudjanak annak változására. Ez a csökkenés azonban csak folyamatosan fog bekövetkezni, s a következő 10 évben csak néhány olyan háztartás lesz, ahol ez odáig jut, hogy akár saját 3D printer álljon a garázsban, amellyel nemcsak meghibásodott alkatrészek pótlását lehet nyomtatni, hanem például akár komplett fűnyírót is:

36. ábra dél afrikai férfi saját 3D nyomtatót épített, mellyel fűnyírót készített

Forrás: (Man builds 3D printer in garage, prints a lawnmower, 2015)

A fenti példa talán nem is valósul meg a jövőben, hiszen egyetlen technológiával sem lehetséges bárminemű termék előállítása gazdaságosan. Talán ki kellene találni mire alkalmas például a 3D nyomtatási technológia, s költség-haszon elemzés segítségével kiválasztani a fejlesztési területeket:

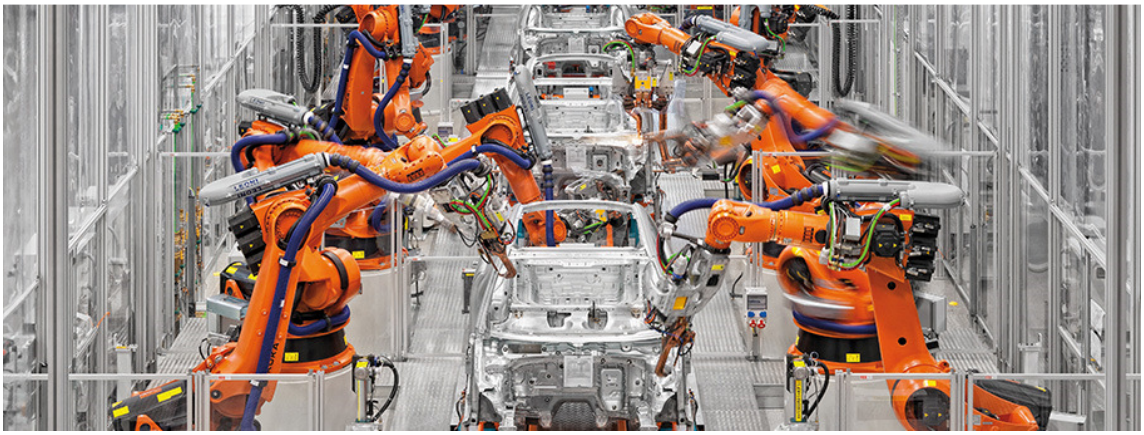


37. ábra 3D nyomtatás fedezeti pont elemzés

Forrás: (Industry 4.0 - Challenges and Solutions for the digital transformation and use of exponential technologies, 2015)

3.4.5 Autonóm gyártás, intelligens robotok

Az autóipart kiélezett verseny jellemzi manapság. A túlméretezett gyártói kapacitások árcsökkentési nyomást fejtenek ki a fejlett autógyárakra, ahol a hozzáadott értéket jelentő munkák 80%-át már ma is robotok végzik.



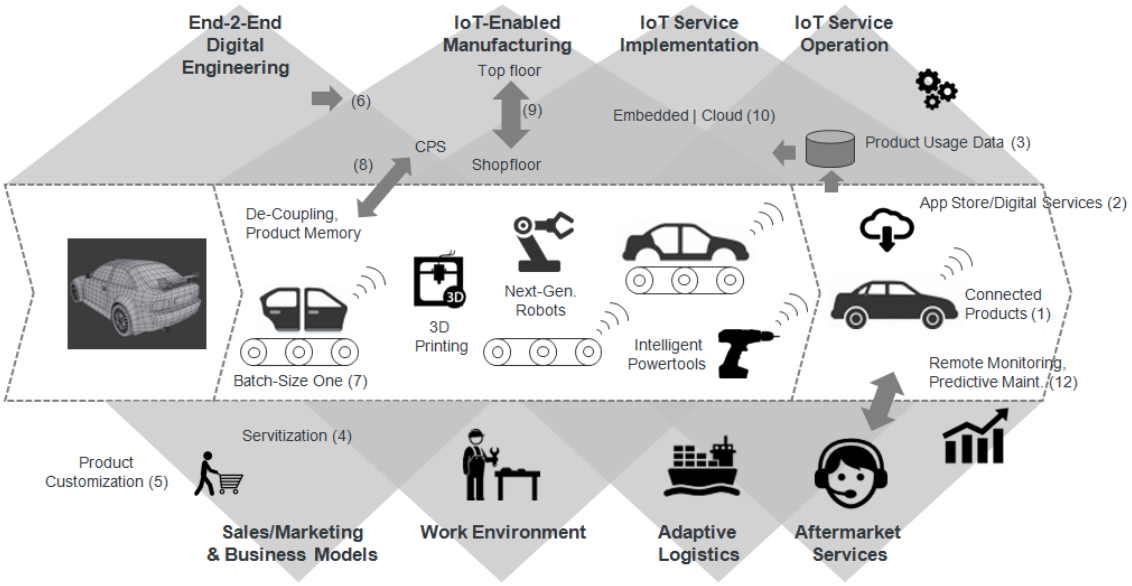
38. ábra Autógyári robotok munkában

Forrás: (Automobile plants make more with less)

A robotizáció terjedésének tendenciája tovább fokozódik a jövőben, azonban számos kihívást kell még megoldaniuk a robotikával foglalkozó szakembereknek. Például a Carnegie Mellon University robotika tanszékének hallgatói által 2015-ben kifejlesztett robot még mindig csak 25 perc alatt képes összerakni egy egyszerű madáretetőt elejétől a végéig, s bizony ez a ciklusidő alig gyorsabb, mint egy általános iskolás gyermeké. Elsősorban azoknak a feladatoknak az ellátása jelent kihívást a robot számára, ahol lokalizálni, felvenni kell az adott alkatrészt, ami egy ember számára magától értetődik. Talán, ha nem is állnak majd rendelkezésre teljesen automata szerelősorok 2025-re, azonban sokkal szorosabb együttműködést lehet elvárni ember és robot között az alábbi területeken:

- Robotok programozása, „betanítása" (lásd Baxter robot)
- Robotok karbantartása, szervizelése
- Alkatrészek adagolása a robot számára
- Gyártástervezés, ütemezés

A World Economic Forum 2015-ös felmérése szerint az akkori eseményen résztvevő vezetők 88%-a úgy vélte, hogy 2030-ra legalább egy jelentős autógyártó vállalat nagyobb árbevételt fog realizáni adat, illetve mobilitáshoz kapcsolódó szolgáltatásokból, mint tényleges autógyártásból. (Moavenzadeh, 2015. október 7.) Viszont a klasszikus gyártás digitalizációja még magasabb szintekre lép a következő 10 évben:



39. ábra A jövő gyára ipar 4.0-ban

Forrás: (Manufacturing and Industry, 2015)

Az iparban áttörést jelentő 3D nyomtatási technológia továbbfejlődésével akár 10 éven belül megjelenhet az utakon az első e technológiával készült tömegautó, melynek prototípusát 2015-ben mutatta be a popularmechanics.com portál:

40. ábra Az első 3D nyomtatási technológiával készült autó prototípusa

Forrás: (The World's First 3D-Printed Car Is a Blast to Drive, 2015)

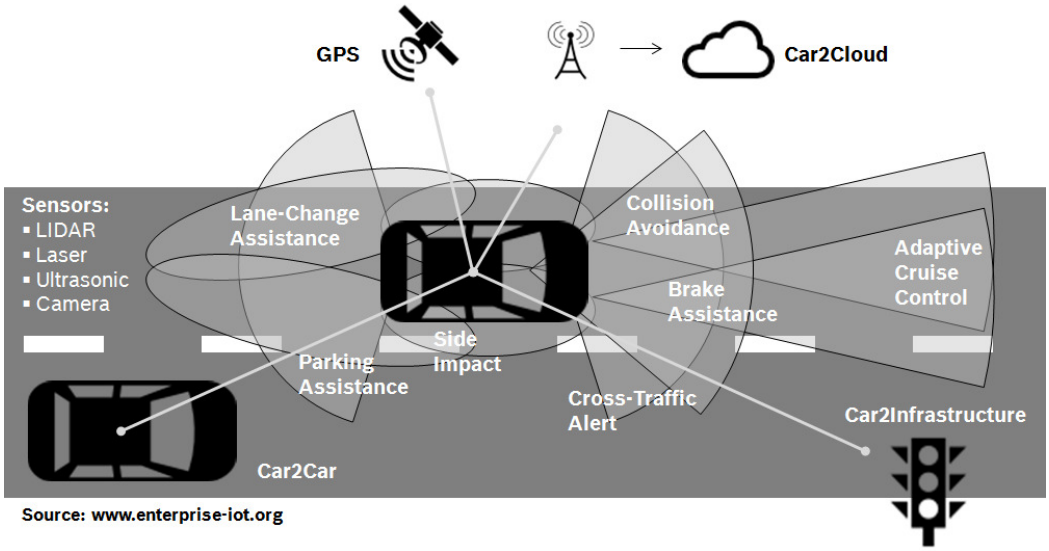
Vajon mikor érkezik el annak az ideje, hogy saját garázsában a kedves olvasó is kinyomtassa álmai autóját miután megvásárolta annak CAD rajzát? S vajon hogyan lehet az ellen védekezni, ha valaki autó helyett géppisztolyt kíván nyomtatni a jövőben?

3.5 Elosztási logisztika

A vezető nélküli járművek megjelenése és elterjedése alapjában változtatja meg a logisztikai folyamatokat nemcsak a vállalatok falain belül, hanem a partnerek közötti szállítások során is. Az autonóm eszközök számos előnnyel rendelkeznek – használatukkal nemcsak a közlekedés válik biztonságosabbá, de az üzemanyag felhasználása és a környezetszennyezés is csökkenthető, valamint nem kell a kötelező pihenőidők miatt átfutási időket növelő állásidőket beiktatni a fuvarozásba. Google mellett Amazon már most is többféle autonóm logisztikai megoldást alkalmaz raktári műveleteinél.

3.5.1 Innovatív szállítóeszközök

Autóipari szakemberek szerint még tíz év, amíg a járműiparban általánossá válnak az intelligens rendszerek, így az önmagát vezető (ún. autonóm) autó is. Ma már nemcsak Google kísérletezik ilyen megoldásokkal, hanem szinte az összes vezető márka. Ám ezen idő alatt jogi dilemmákra is választ kell majd találni. Például arra az esetre, hogy ki viselje a felelősséget, ha egy intelligens autó elektronikája lefagy, s emiatt balesetet okoz?



41. ábra Technológiák a vezető nélküli autózás megvalósításához

Forrás: (Manufacturing and Industry, 2015)

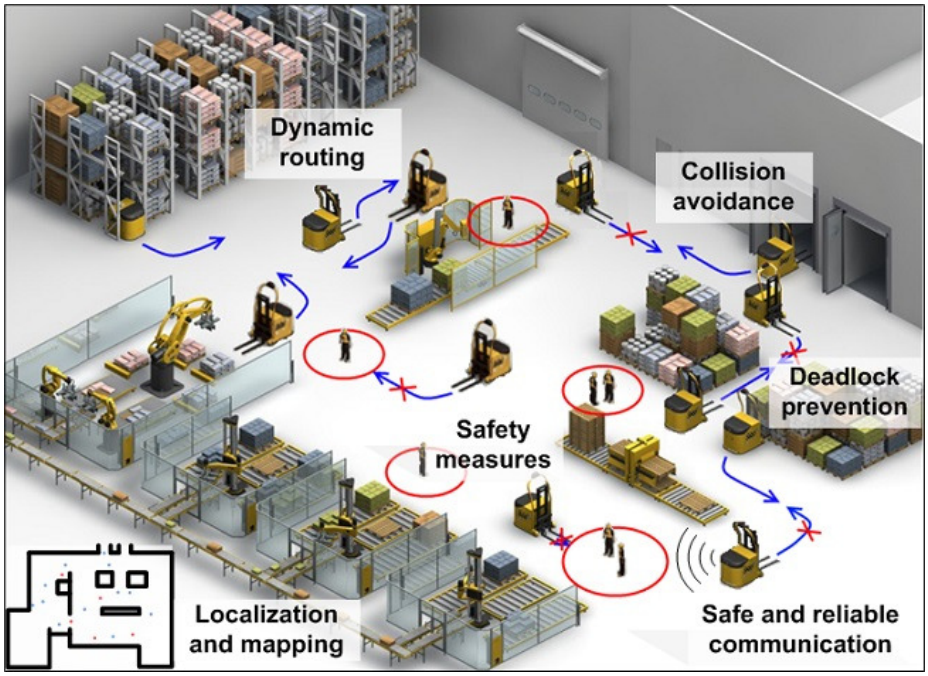
3.5.1.1 Vállalat falain belüli szállítás:

Vállalat 4 falán belüli szállítás:

Számos raktárban már több éve használnak autonóm járműveket, amelyek a különféle formájú és méretű termékek mozgatását végzik, és előre eltervezett gyakorisággal és útvonalakon járják be a rendelkezésükre álló területet. A raktárakban használt vezető nélküli járművek nemcsak áruk mozgatására képesek, hanem a folyamat más lépéseit, például a be- és kirakodást is el tudják végezni, ami a teljes folyamat általános hatékonyságának növelését eredményezi.

A hatékonyság emelkedése mellett a vezető nélküli járművek a szállítási (anyagmozgatási) és rakodási folyamatok biztonságát is javíthatják. Egy intelligens vezető nélküli jármű azonnal megáll, ha akadályba ütközik, és nem megy tovább mindaddig, amíg az akadályt el nem távolítják az útjából, vagy amíg a sofőr át nem veszi a manuális irányítást.

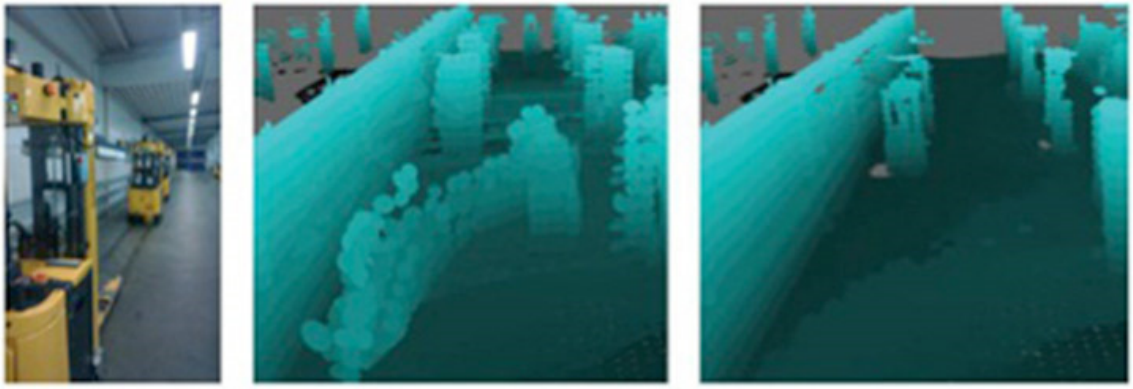
A beltéri navigációs akadályok leküzdésének jelenlegi és jövőbeli legjobb, és leggyakoribb módszerét a járműre szerelt mélységkamerák és lézerek kombinációja jelenti; ezek az eszközök folyamatosan pásztázzák és letapogatják a környezetet, így azonosítják be a jármű helyzetét és az esetleges akadályokat. Továbbá a sínes technológiákkal szemben előnyt jelent, hogy az optikai érzékelőkkel ellátott járművek útvonalai egyszerűbben áttervezhetőek.



42. ábra Néhány kihívás, melyeknek meg kell felelniük az autonóm anyagmozgató eszközöknek a jövő gyárában

Forrás: (Scenario 4: Autonomous distributed warehousing)

A vizuális vezérlési technológia teljes mértékben az olyan kamerákra és szenzorokon épül majd, amelyek 360 fokos látószögben mérik be a környezetet 3D-s térkép készítéséhez, melyet a jármű aztán a navigáláshoz használ. Ez már a raktárakban használt vezető nélküli járművek következő generációja, melyek teljes körű, rugalmas navigációs képességgel rendelkeznek, ami sokkal szélesebb körű alkalmazást és sokkal nagyobb autonómiát tesz lehetővé. (IoT eszközök a logisztikában)



43. ábra 3D-s térkép alapján tájékozódnak a jövő targoncái

Forrás: (New possibilities when robots move freely, 2014)

3.5.1.2 Vállalatok közötti szállítás az ellátási láncban:

Mit szólna, ha elég lenne csak megállnia gépkocsijával mélygarázsa bejárata előtt, s miután kiszállt a vezetőülésből, autója magától begurulna, s leparkolna? Bizony e technológia már távolról sem fantázia, hiszen Audi A7-es modellje már 2013-ben képes volt ennek a feladatnak a végrehajtására, ugyanis annyi okos szenzorral látták el a tervezőmérnökök. (Figyel, riaszt, beavatkozik - mitől intelligens egy autó?)

John Moavenzadeh, a World Economic Forum tagja és a mobilitási iparágvezetője egy 2015-ös Amszterdamban megrendezett Globális Mérnökségi fórumon az autonóm kamionok megjelenését 2020-ra 82%-os valószínűségűnek becsülte. (Moavenzadeh, 2015. október 7.)

Az autonóm járművek megjelenése mellett számos egyéb tényező is megváltozik a közúti szállításban:

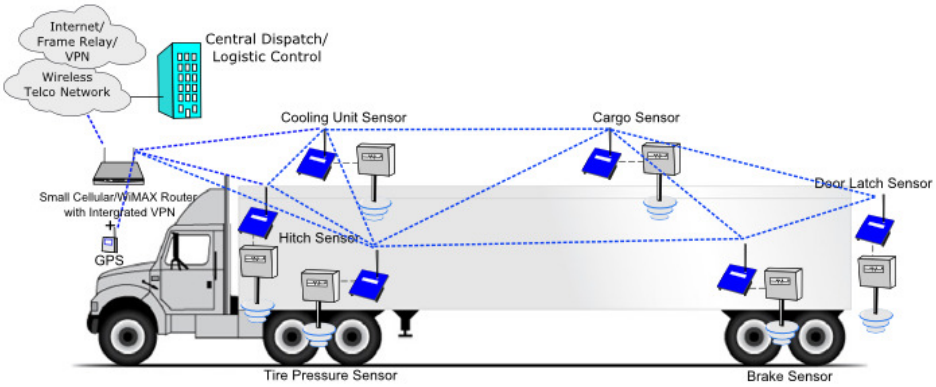
- A gyártás relokalizációja hatására az átlagos szállítási távolságok rövidülni fognak,
- Az alkalmankénti szállítási mennyiségek csökkennek, a gyakoriságok pedig tovább növekednek,
- Nagyobb hangsúlyt kap a city logisztika,

- RIFID technológia és intelligens applikációk segítségével a sofőrök kikerülhetik a városi dugókat,
- A legjobb útvonalak megkeresése nem GPS alapú lesz, hanem közösségi felhasználók, valamint a „dolgok Internetébe" kapcsolt érzékelők inputjai alapján az éppen legmegfelelőbb útvonalat fogják javasolni mobil eszközökön található alkalmazások, mint például Waze (Waze, 2016)
- A közlekedés biztonságát javító okos megoldások még tovább fejlődnek, mint például a kamion hátfalára szerelt képernyő, mely a jármű előtti utat mutatja az előzni szándékozó számára:

44. ábra Tovább javul a közlekedésbiztonság

Forrás: (Samsung Invents A Screen On The Back Of Trucks To Show The Road Ahead, 2015)

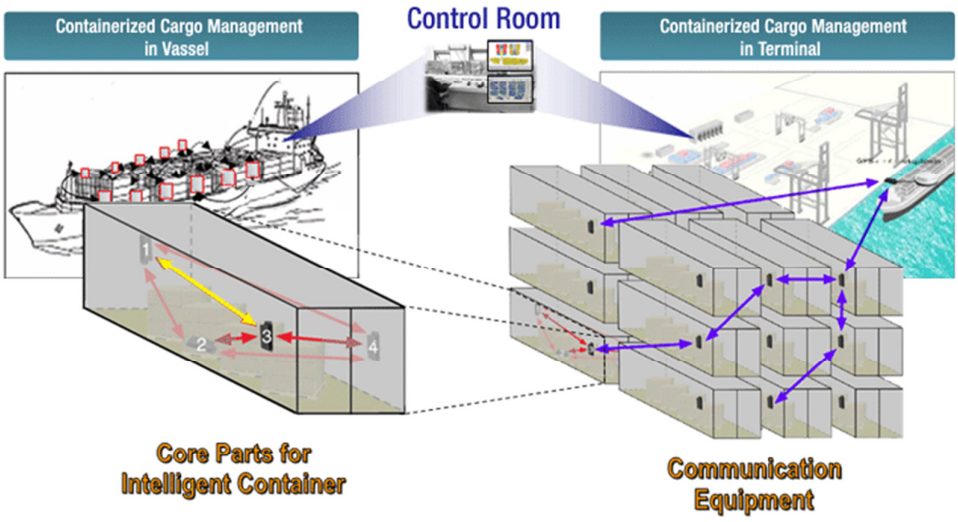
- Okos szenzorokkal látnak el szinte mindent, ami logisztikával kapcsolatos és az adatokat biztonságos wifi kapcsolaton keresztül továbbítják az ellátási lánc szereplői felé. Egy példa a közúti szállítás területéről:



45. ábra Intelligens kamion

Forrás: (IoT enabled Intelligent Container & Cargo Trucks)

És egy másik a tengeri szállításhoz:



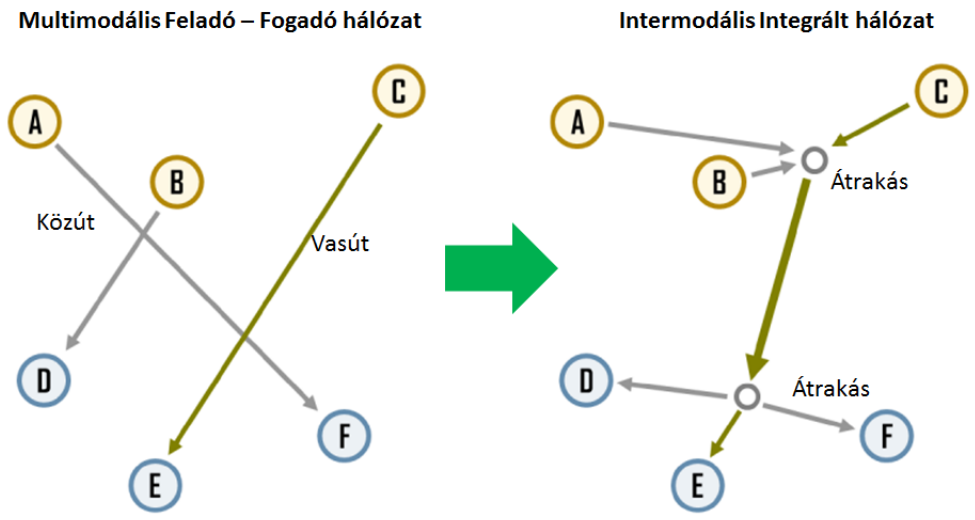
46. ábra Intelligens konténer a tengeri szállításban

Forrás: (Intelligent Container Research Center)

3.5.2 Intermodális szállítási módok terjedése

Kombinált árufuvarozás során a termékek, áruk mozgatása fuvarozási szerződés keretében, több fuvarozási ág szolgáltatásainak igénybevételével történik, amelynek során az áru a feladástól az átvevőnek történő kiszolgáltatásig ugyanabban fuvareszközben vagy konténerben marad. A szállítási távolság nagyobb részét környezetbarát vízi vagy vasúti szállítóeszközön teszi meg, az elő- és utófuvarozás rövidebb szakaszai pedig közúti járművel történnek, mivel annak sokkal nagyobb a hálózatsűrűsége.

Az intermodális integrált hálózatok kialakulását olyan trendek is támogatják, melyek elősegíti a szállítóeszközök megosztását legyen az autó, kerékpár, avagy teherautó.



47. ábra Intermodális szállítási módok fejlődése

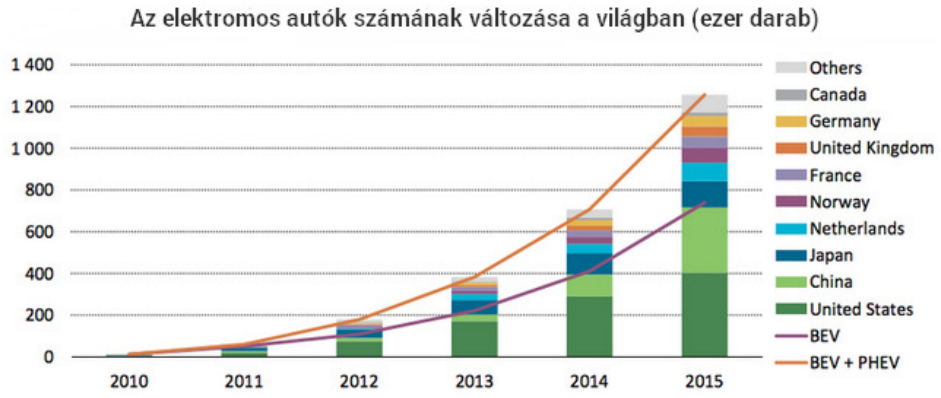
Forrás: (Intermodal Transportation as an Integrative Force)

Az európai kombinált szállítás teljesítményei, akárcsak az intermodális szállítási teljesítmények mindenütt a világon, várhatóan a következő évtizedekben is folyamatosan növekedni fognak. Az előrejelzések szerint az ún. "nem kísért" kombinált szállítási módok fejlődése lesz a meghatározó, ami az eddigi tapasztalatok alapján egyértelműnek látszik, hiszen a kísért technológiák korábban is a kombinált szállítási módok kényszermegoldásai közé tartoztak. Egy az UIC számára készített tanulmány szerint az európai kombinált forgalom 2015-re a 2002-es év forgalmához képest több mint kétszeresére növekedhet, 4,74 millió TEU-ról 10,2 millió TEU-ra (+113%). Igazán érdekes azonban, hogy a kísért és a nem kísért kombinált forgalom várható növekedése lényegesen különböző, azaz a kísért kombinált forgalom RoLa mindössze +13%-kal (1,26 millió TEU-ról 1,5 millió TEU-ra), a nem kísért forgalom +135%-kal (3,48 millió TEU-ról 8,7 millió TEU-ra) növekedhet. Mindez tehát előrevetíti azt, hogy a konténerek és cserefelépítmények szállítása mellett az európai kombinált forgalom legfontosabb feladata a nem daruzható közúti félpótkocsik nem kísért szállítása lesz. (A kombinált szállítás jövője, 2016)

3.5.3 Alternatív üzemanyagok felhasználása

A globális felmelegedés elleni harc nevében a párizsi klímaegyezmény kimondja, hogy az átlagos hőmérséklet változása +2 Celsius fok alatt maradjon az iparosodás előtti időkhöz képest. Az egyes országok ezt különböző ösztönzőkkel segítik, például adókedvezményekkel. Ennek köszönhetően pedig az elektromos autókra eső átlagos költségek csökkennek, így egyre nagyobb a kínálat a járművekből a piacon és a belépési korlátok enyhébbek lettek.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) becslése szerint 2015-ben mintegy 1,26 millió elektromos autó közlekedett az utakon a világban. A legtöbb az Egyesült Államokban és Kínában. USA-ban jelenleg mintegy 400 ezer elektromos autó rója az utakat, ami bár szignifikáns növekedés 2010 óta, ugyanakkor jelentősen elmarad attól, az 1 millió darabos céltól, melyet Barack Obama 2015 végére célzott meg korábban. (portfolio.hu, 2016)

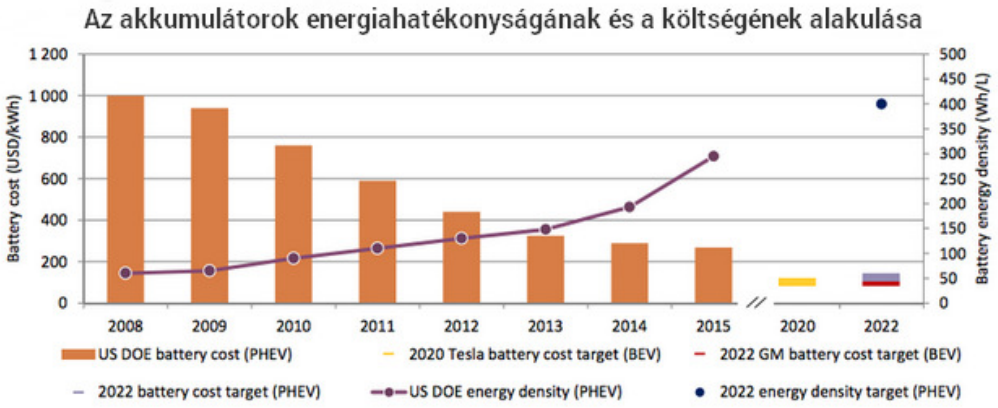


48. ábra Az elektromos autók számának változása a világban (ezer db)

Forrás: (portfolio.hu, 2016)

Vajon mi az a katalizátor melynek hatására még jobban felgyorsulhat az elektromos autók elterjedése?

Az elektromos autózás költségeiben nagy tételt jelent az akkumulátor ára, így az elektromos autózás költségeinek csökkenése nagyban függ attól, hogy miként alakul az akkumulátorok költsége. Volt időszak, amikor még az elektromos autók költségének egészen a harmadát jelentette. Hogy ez tovább csökkenjen, kritikus kérdés az elektromos autók elterjedésében.



49. ábra Az autóakkumlátorok hatékonyságának és költségének alakulása

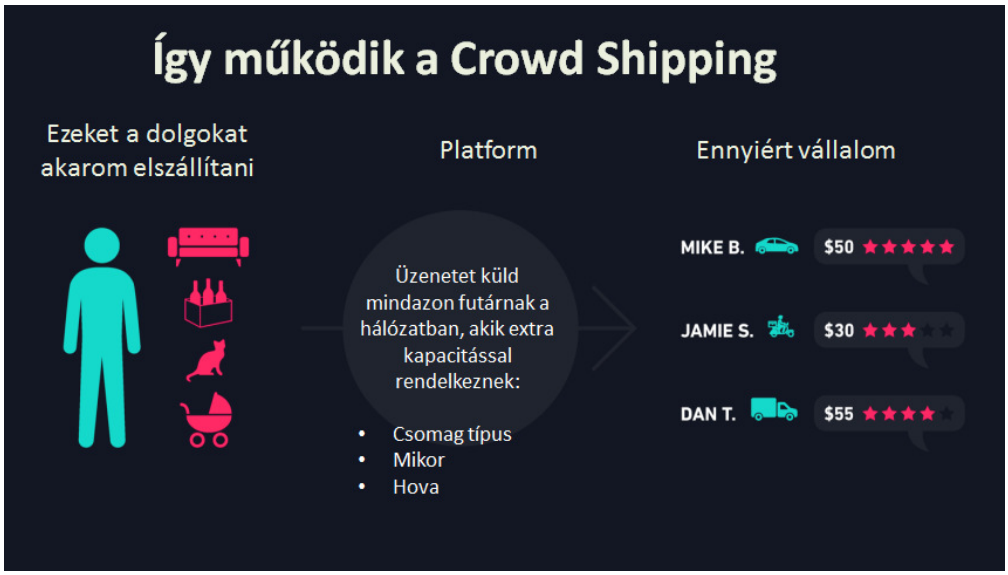
Forrás: (portfolio.hu, 2016)

Az akkumlátorok költségének elvárt csökkenése mellett hatékonyságuk ugrásszerű javulása is elvárt a közeljövőben nemcsak az autózás, hanem bármely mobiltechnológia esetén, hogy egyre vonzóbb alternatívát jelentsenek a hagyományos, "környezetszennyező" technológiákkal szemben.

A párizsi klímaegyezmény betartásához 2030-ra 100 millió darab elektromos autót kell forgalomba helyezni a világban, azonban amennyiben a globális hőmérsékletemelkedést 2 Celsius fok alatt szeretné tartani az emberiség, további 50 millió autóra lesz szükség, leváltandó a benzines és dízeles járműveket.

3.5.4 Crowd shipping

Crowd shipping jelentése: az árucikkek szállítását az utolsó kilométereken profi fuvarozócégek helyett magánszemélyek végzik díjazásért mobiltechnológia alkalmazásával. Különösen a csúcsidőszakokban lehet izgalmas az alkalmazása a cégek számára, amikor nem rendelkeznek elégséges saját kapacitással.



50. ábra Crowd shipping

Forrás: (Crowdshipping:using the crowd to transform delivery)

Példa: DHL teszt jelleggel bevezette a crowd shipping szolgáltatást „MyWays" néven azon vevői számára, akik online tranzakciókat hajtanak végre honlapján és szeretnének egy kis extra pénzt keresni „rugalmas szállítás" révén. A lényege röviden, hogy aki elhalad egy DHL

raktár előtt, akkor okostelefonján felugrik egy szállítási megbízás, s ha akarja, elvállalhatja azt némi fizetségért. (Beyond Supply Chains 2015)

A Magyarországon a taxisok által támadott Über üzleti modellje is hasonló alapokon nyugszik. E szolgáltatásról érdekes cikket közöl a www.szeretlekmagyarorszag.hu itt.

Vajon melyik pizza franchise lesz az első Magyarországon, amely kipróbálja ezt a technológiát?

3.6 Visszutas logisztika (reverse logistics)

Visszutas logisztika (angolul reverse logistics), az alapanyagok, félkész-, illetve késztermékek és a kapcsolódó információk áramlásának költséghatékony megtervezése és megvalósítása a végső fogyasztótól a kiinduló pontig normál esetben a termék élettartam végén, illetve visszahívás, vagy javítás esetén. Cél az érték visszaszerzése, illetve a hulladékról való megfelelő gondoskodás. (Fehér N. , Lean kontrolling, 2014)

A visszutas logisztika nemcsak a garanciális időn belül meghibásodott termékek javítását foglalja magában, valamint az Internetes kereskedelem terjedésén alapuló törvény által biztosított 14 napos vevői elállásból adódó anyagmozgást. Ide tartozik a többutas göngyölegek üres állapotban történő visszaszállítása a feladóhoz akár tervezett módon milkrun formában (például üres szikvizes ballonok), valamint az eseti módon történő, például üres hajókonténerek visszaszállítása a kínai feladóhoz a világ bármely pontjáról.

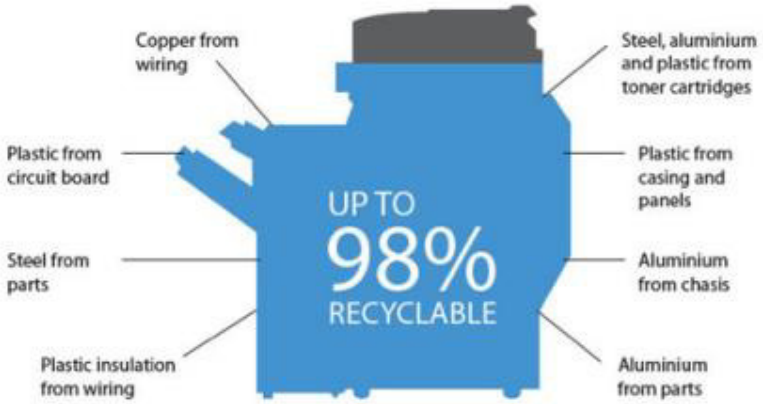
Az egyre szűkösebbé váló erőforrások iránti fokozott igény hatására erősödni fog a közeljövőben az a tendencia melynek során az életciklus végén a termékek egy központi raktárba (Hub-ba) kerülnek újrafelhasználásra, illetve szétbontásra.

Egy példa fénymásolók életciklus végi begyűjtésére, melynek lépései sorban:

1. Készletek begyűjtése végfogyasztóktól
2. Készletek közös depóba szállítása és bevételezése
3. Betárolásnál kategorizálják, csoportosítják a beérkező termékeket
4. Még működőképes készülék vizsgálata, hogy érdemes-e felújítani és használt eszközként értékesíteni (pl. használt fénymásoló)
5. Szétszerelés
6. Kopó alkatrészek cseréje
7. További inspekció és tisztítás
8. Használt fénymásolóként értékesítés

További lépések lehetnek:

- A használtként nem értékesíthető termékek újra felhasználható alkatrészeinek analízise (pl. fénymásoló ház) és szétválogatása beépítésre, értékesítésre
- Javíthatatlan alkatrészek komponensekre bontásra újrahasznosítása egyéb termékekben



51. ábra Fénymásolók visszaforgatása során kinyerhető alkatrészek aránya és típusa

Forrás: (Photo copier machine recycling)

3.6.1 7R stratégia a logisztikában

Manapság az ellátási lánc menedzserek számára a kihívást olyan zárt lánc kialakítása jelenti, mely biztosítja egyrészt, hogy semmiféle veszélyes hulladék ne károsítsa a környezetet, másrészt hatékonyabb újrahasznosítást tegyen lehetővé. James P. Womack, aki a magyarul is megjelent Lean Szemlélet könyv szerzője, szerint például az üdítős dobozok teljes körű visszaforgatásával egy doboz Coca Cola előállításának átfutási ideje az eredeti 1 évhez képest minimum 60 százalékkal csökkenthető lenne. (Jones, 2003)

Az előző alfejezetben bemutatott fénymásolókra vonatkozó példa jól bemutatja, hogy az újrahasznosítás csak az utolsó lépés, melyet megelőz 6 másik a 7R modell szerint. A 7 „R" betűvel kezdődő angol szó rövidítése:

- Reject - a biológiai úton nem lebomló anyagok visszautasítása már a vásárlásnál
- Reduce – a felhasznált erőforrások (különösen a biológiai úton nem lebomlók) csökkentése

- Reuse – erőforrások újrafelhasználása, különösen melyek nem esnek bele az első 2 kategóriába
- Reclaim – erőforrások visszanyerése (pl. víz, hő további felhasználásra)
- Repair – javítsa meg, ami elromlott ahelyett, hogy újat vásárolna
- Replace – váltsa ki azon erőforrásokat, amelyek nem környezetbarátok
- Recycle – hasznosítson újra mindent, hogy ne menjen veszendőbe

A hangsúly elsősorban azon van, hogy a megfelelő sorrendben haladjon végig az egyes lépéseken, s csak legvégül gondoljon az újrahasznosításra!

A 3D nyomtatás technológiának elterjedésével kiemelkedő feladat lehet visszutas logisztika számára a nyomtatás során keletkező hulladékok kezelése.

3.6.2 Új típusú tartalék alkatrész ellátási stratégiák

A pontos műszaki dokumentáció jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni. Minden termék, valamint gyártó berendezés megbízható ismertető információt igényel. Különösen fontos ez javítási, karbantartási műveletek esetében, ahol a pótalkatrész-ellátás gondos megszervezésétől függ az elkerülhetetlen állásidők lerövidítésének lehetősége.

A korábban nyomtatott formában a felhasználó rendelkezésére bocsátott szolgáltatási vagy pótalkatrész-katalógus előállítása rendkívül munkaigényes, költséges, sokszor nehézkesen használható és általában hibákkal terhes, ráadásul a verziókezelés meglehetősen munkaigényes volt. Ez különösen azoknál a vállalatoknál érezheti hatását, amelyeknél igen széleskörű termékválasztékról kell információt szolgáltatni. Ilyen esetekben nehézségeket okoz a termékek sajátosságainak, specifikációinak, karbantartási utasításainak és a módosításoknak az átvezetése, nyilvántartása. A tartalék alkatrészek nyilvántartása is folyamatosan digitalizálódik, s a korábbi CD alapú terjesztést szinte már teljesen felváltották az online módon elérhető és folyamatosan frissített adatbázisok.

A karbantartási stratégiák változása, mint például az egyre olcsóbbá váló szenzorok és a „dolgok Internete" technológiának köszönhetően előtérbe kerülő prediktív karbantartási stratégiák hatására az egyes gyártó berendezések közvetlen online kapcsolatban állnak majd a jövőben a gyártó, vagy a szervizszolgáltató hálózatával intenzív adatkapcsolatot folytatva, ahol az egyes jelzések online módon kerülnek kiértékelésre digitális SPC kártyák segítségével, s szükség esetén a következő karbantartási feladatok között ütemezésre kerülhetnek az így visszacsatolt feladatok.

A növekvő energiatudatosság figyelembevételével például különösen a nagy fogyasztású berendezések karbantartását a fogyasztási csúcsokra fogják időzíteni.

Hogy vajon rendelkezésre állnak-e majd minden alkatrészről digitális rajzok, amelyek alapján egyszerűen 3D-s nyomtatóval kinyomtatják azokat a vállalatok? Ez valószínűleg nem fog bekövetkezni az elkövetkező 10 évben, azonban részleges megoldások már bizonyára kísérleti jelleggel létezni fognak, mint például nemzetközi űrállomás esetén, ahova nem lehet minden pótalkatrész felszállítani. Még időre és további innovációkra lesz szükség ahhoz, hogy szükség esetén ki lehessen nyomtatni például egy 14-es kulcsot és használatát követően azt újra granulálják és más eszközt, vagy alkatrészt készítsen abból helyben a karbantartó.

52. ábra Jay Leno egy saját maga által gyártott szerszámmal oldtimer kollekciója számára

Forrás: (Amazing Science: 3D printers, 2013)

3.6.3 Fejlett diagnosztika

A gyártóberendezéseket még több szenzorral látják el, hogy azok működéséről, állapotáról online módon információ kerüljön gyűjtésre, majd kiértékelésre fejlett algoritmusok segítségével. Negatív trend, vagy toleráncián kívüli mérések esetén pedig automatikus teszt algoritmusok futnak le a háttérben és szükség szerint üzenet küldésére kerül sor a karbantartó részére sms-ben, vagy más mobil módon, amennyiben azonnali beavatkozást igényel a probléma. Nem sürgős probléma esetén viszont az adott alkatrész vizsgálata bekerül az esedékes preventív karbantartási feladatok közé, vagy akár megrendelést indíthat tartalék alkatrész igénylésére a raktár felé, vagy közvetlenül kérheti le azt a beszállítótól:

53. ábra Adatgyűjtés minden kritikus gyártási paraméterről

Forrás: (The next step on the road to Industry 4.0, 2016)

Ez a technológia messze túlmutat a lean módszer által hangoztatott hiba esetén leállás (jidoka) alapelvén.

Természetesen a szenzorokkal való felszerelés nemcsak vállalaton faltól falig fokozódik, hanem az egész ellátási láncban (lásd. 3.5.1 Intelligens szállítóeszközök)

További érdekes hatása lesz az intelligens szenzorok alkalmazásának, valamint a „dolgok Internetének" a biztosítási piacra, hiszen mind több biztosító ismerheti fel ezen adatok gyűjtéséből, elemzéséből kockázati szintjét csökkentheti. Hajlandó lenne Ön okos karórájának adatait megosztani biztosítójával, ha az díjkedvezményt ajánl cserébe? És mit szólna ahhoz, ha munkáltatója írná ezt elő, s azt elemezné milyen gyorsan továbbítja az anyagot a megfelelő helyre, vagy gépel laptopja billentyűzetén?

54. ábra megosztaná az így gyűjtött adatokat biztosítójával, vagy munkaadójával?

Forrás: (Huawei Talkband B1 - Fülbemászó karperec, 2015)

3.7 Keresztfunkcionális gyakorlatok

Az alábbi alfejezetekben néhány olyan témakör szerepel gondolatébresztő gyanánt, mely az Ipar 4.0 hatására kialakuló új üzletmodell szerves képét képezik, s említésük célja az elgondolkoztatás, valamint a figyelem felhívása.

3.7.1 Nyomonkövethetőség fejlesztése

A termék nyomonkövethetőség különösen fontossá válik komplex gyártási folyamatok során, hiszen az alacsony volumen, növekvő termékmix hatására éppen időben kell „összeérniük" az alkatrészeknek a gyártócsarnokban.

A nyomonkövetésre jelenleg általánosan a papír alapú, vagy digitális könyvelést alkalmazzák a vállalatok könyvelési pontok beiktatásával. Ez egyben poka yoke megoldás is arra vonatkozóan, hogy addig ne kezdődhessen meg egy adott folyamatlépés, amíg az eggyel előtte lévő be nem fejeződött és megfelelt státuszt nem kapott a termék.

Sok lépcsőből álló gyártás esetén, ahol a munkahelyek elrendezése nem áramlás optimalizált, gyakori a keresgélés a fizikális, valamint a rendszer szintű készletek különbsége nyomán. A rádiófrekvenciás technológiák fejlődésével az RF azonosítók hamarosan mini számítógépként funkcionálhatnak, amelynek segítségével lehet a termék útját irányítani gyártócsarnokon, sőt akár üzleteken, valamint országhatárokon keresztül.

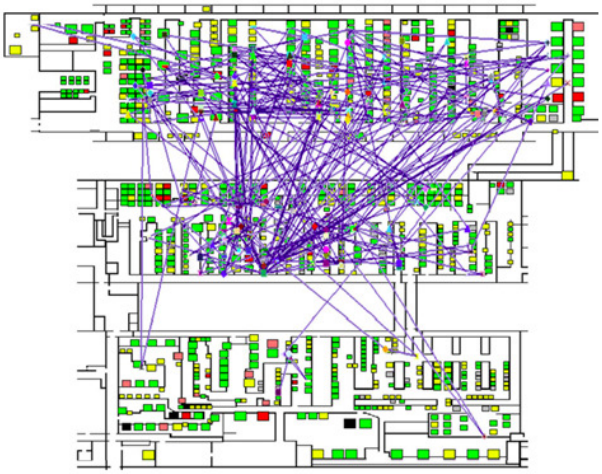
A termékek mozgásának nyomonkövetésével lean zsargonból származó afféle spagetti grafikonok is rajzolhatóak, hogy a vállalatok még tovább racionalizálhassák anyagmozgatási folyamataikat.

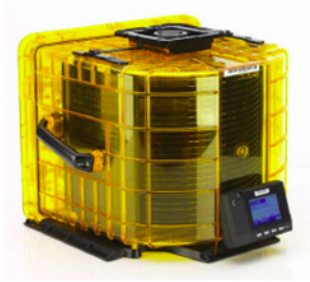
A futballban már jelenleg is működik a nyomonkövetés technológiája, hogy a gyűjtött adatok alapján még jobb stratégiákat találjon ki az edző az ellenfél legyőzéséhez. Hamarosan a jövő vállalatánál is hasonló eszközökkel lesznek a termékek, valamint az anyagtároló rekeszek ellátva:

55. ábra A német labdarúgó válogatott játékosai ilyen szenzorokkal voltak felszerelve a legutóbbi labdarúgó világbajnokságon

Forrás: (IT Embedded in a Soccer Ball and Flying across the Field!, 2014)

Spagetti analízis minta a termék útvonalának elemzéséhez:





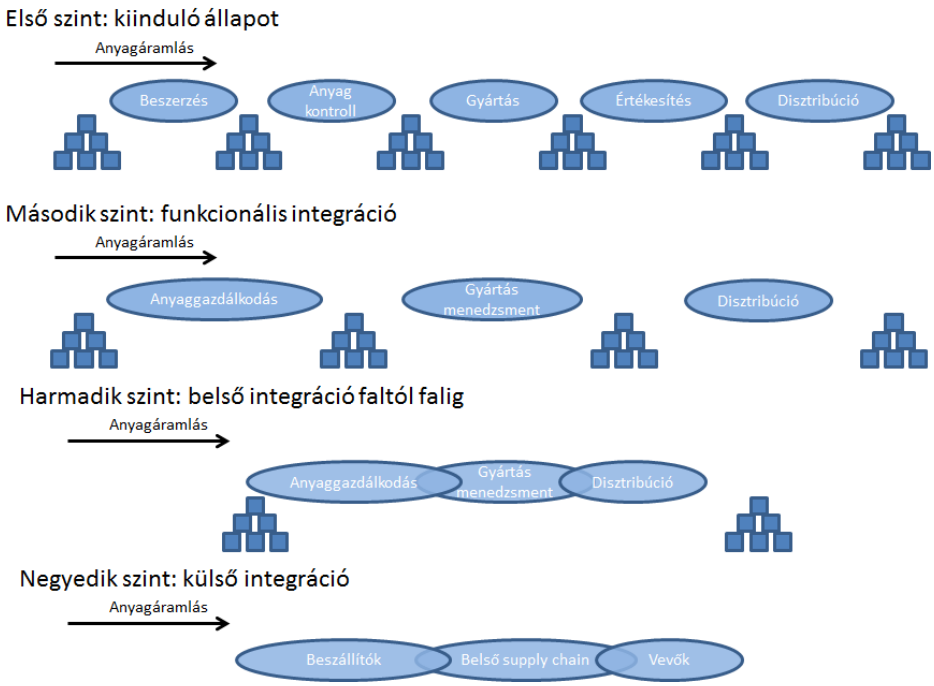
56. ábra Intelligens Lot követés a jövő gyárában

Forrás: (Manufacturing and Industry, 2015) és Infineon Technologies AG

3.7.2 Integrált ellátási lánc stratégia kialakítása

Manapság logisztika számára a legnagyobb kihívást nem a cégkapun belüli készletek és a szállítás optimalizálása jelenti, hanem hogy mely csatornákon keresztül milyen feltételekkel és költséggel érkeznek be az inputok, illetve mi történik az outputtal, amely közvetítőkön keresztül eljut a végső fogyasztóhoz.

Nem mindegy, hogy ún. „húzó" (pull), vagy „toló" (push) csatornába kerül a termék, s a szereplők közül melyik dominál, azaz szabja meg a feltételeket. Az integrált ellátási lánc megvalósításának 4 lépését az alábbi ábra foglalja össze:



57. ábra Integrált ellátási lánc megvalósításának lépései

Forrás: (Christpher, 2011)

A negyedik legfejlettebb szint elérése jelenti a legnagyobb kihívást a vállalatvezetők számára, hiszen, mint látható volt a korábbi fejezetekben a technológia már ma is rendelkezésre áll, azonban az abban való részvételhez nagyfokú bizalomra van szükség az üzleti partnerek között. E bizalom megszerzése azonban rendkívül időigényes és költséges, elvesztése pedig akár egy rossz döntésen is múlhat.

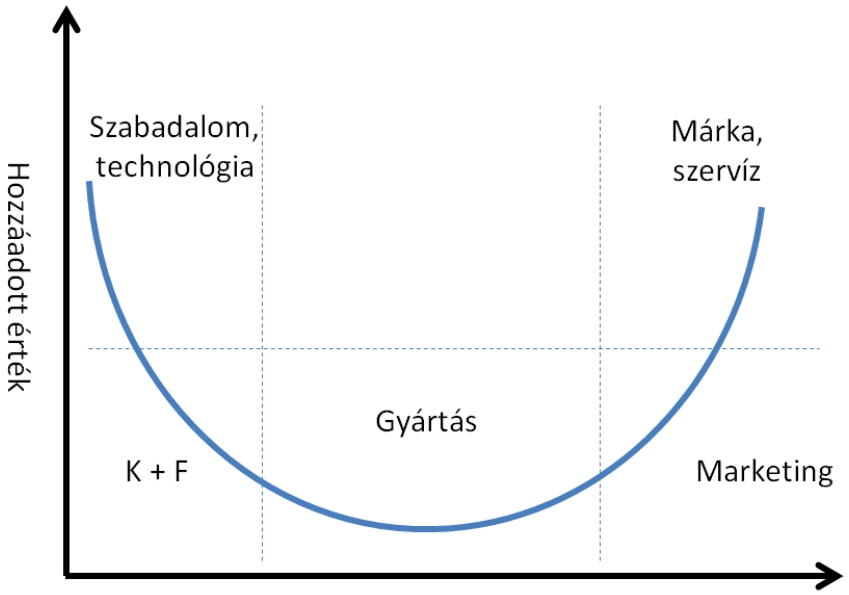
4PL logisztikai szolgáltatók partnerek általi közös kijelölése nagyban gyorsíthatja az egész ellátási lánc integrációját ahelyett, hogy a szereplők egymással versenyezve önmagukat jelölnék ki e feladat ellátására.

3.7.3 Fair bérek az ellátási lánc minden szereplőjénél

Ipar 4.0 hatására átrendeződik a munkaerőpiac, s mint korábbi ipari forradalmak esetén megfigyelhető volt, várhatóan rengetegen veszítik el munkájukat a közeljövőben. Elsősorban

azokon a területeken történik mindez, ahol alacsony képzettséget igénylő, vagy relatíve könnyen algoritmizálható munkákat végző személyek dolgoznak.

Természetesen keletkeznek új, kreatív munkahelyek is, azonban ezek ott jönnek létre majd elsősorban, ahol a hozzáadott érték keletkezik az értékáramlás „mosoly" görbéjén:



58. ábra Az értékteremtés mosoly görbéje

Forrás: (Smiling curve, 2016)

Két további tendencia is megjelenik a munkaerőpiacon a negyedik ipari forradalom előrehaladásával:

- Bár a fejlett nyugati országokban valóban keletkeznek új munkahelyek a gyártás hazatelepítését követően, azonban először Kínában szűnnek meg állások a gyártószektorban, majd következő lépcsőben Indiában a kiszervezett szolgáltató tevékenységek automatizálását követően.
- A jövedelemkülönbségek rövidtávon inkább növekedni fognak, hiszen egyrészt munkaerőhiány van automatizálási, stb. szakemberekből, s őket csak versenyképes fizetéssel lehet majd megtartani, másrészt az alacsony képzettségű munkások, ha nem tudják felvértezni magukat olyan képességekkel, amely a digitális jövőben hasznos, akkor a munkanélküliek táborába kerülnek tartósan.

A fenti feladatok jelentős kihívást jelentenek a jelen és a közeljövő politikusai számára. (Brynjolfsson, 2016)

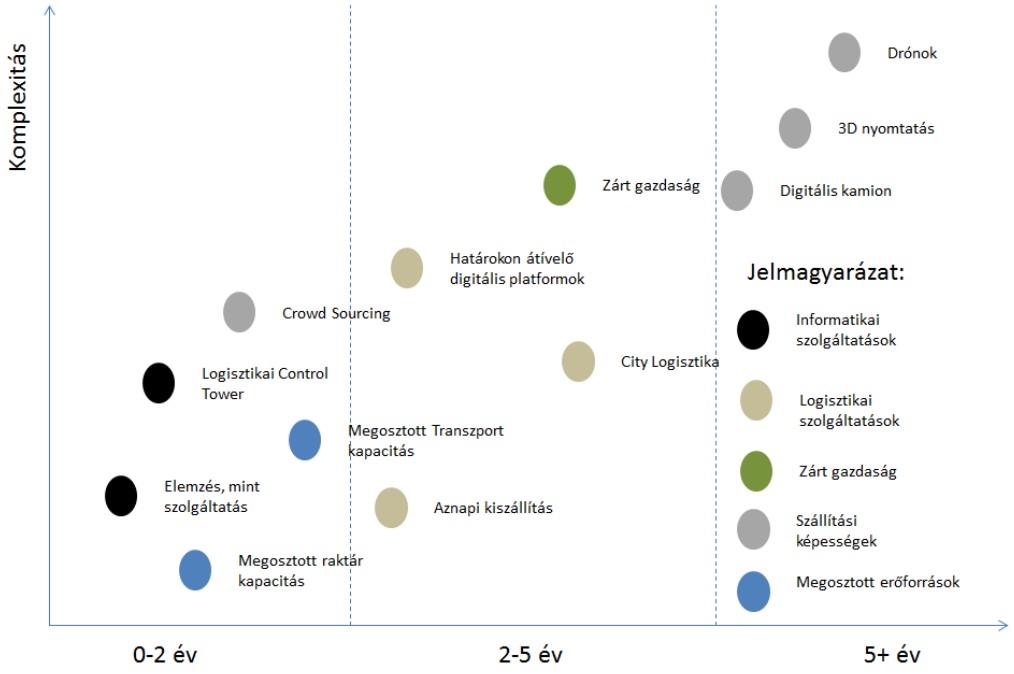
3.7.4 Növekvő egészség-, környezet-, valamint munkabiztonság

A növekvő transzparencia hatására sokkal gyorsabban derül fény olyan környezetvédelmi, jogi aggályokat keltő gyakorlatokra, amelyek nemcsak az abban érintett vállalatokra vetnek rossz fényt, hanem az ellátási lánc összes szereplőjére nézve. Ilyen esetek voltak a közelmúltban:

- 2013-ban textilipari munkások sérültek és haltak meg Bangladeshben a fokozott szállítói auditok ellenére, ugyanis arra már nem volt rálátása a megrendelőknek, ha az adott cég tovább outsourcingolja az elnyert munkát (Savar building collapse, 2013)
- Toxikus és veszélyes hulladékok nem megfelelő szállítása miatti környezetszennyezés, mint például az Exxon Valdez tartályhajó balesete 1989. március 24-én
- Gyermekmunkások illegális alkalmazása a távol keleten, valamint a rossz munkakörülmények miatt bekövetkezett öngyilkosságok (Foxconn, 2013)
- Ólomtartalmú toxikus festékekkel bevont Kínában gyártott játékok forgalomba hozatala 2011-ben

4 Logisztika 4.0 megvalósítása – Koncepciótól a cselekvésig

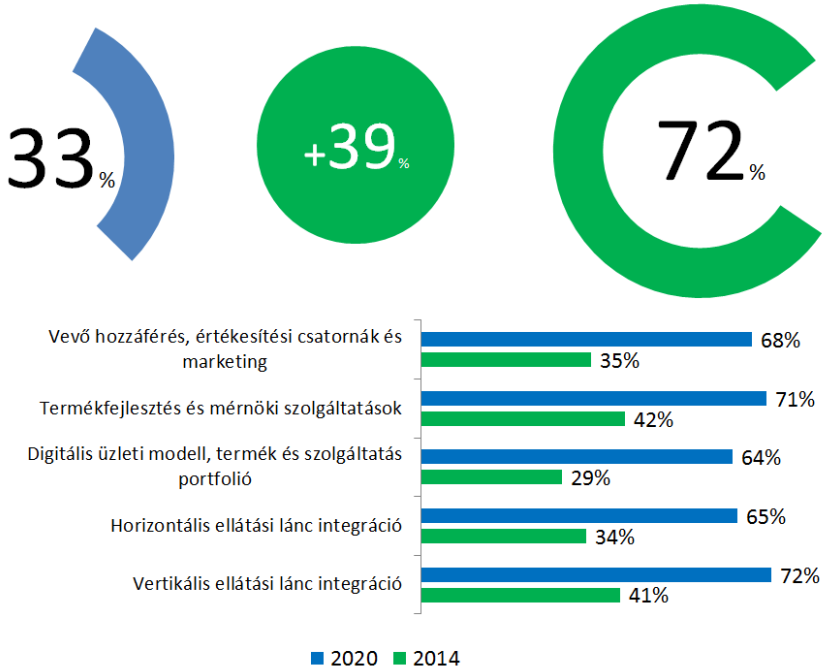
Maga a logisztika szakma és az ellátási lánc menedzsment folyamatos változásban van. Bár jelenleg is vannak meghökkentőnek számító újítások, azonban az ellátási lánc teljes digitalizációjának, valamit ipar 4.0 vívmányainak robbanásszerű elterjedésének nem is inkább technológiai, hanem üzletmodellbeli, valamint jogi akadályai vannak. Moavenzadeh úr 2015 októberében Accenture elemzése alapján az alábbi jövőképet vázolta hallgatósága elé az új technológiák ellátási lánc menedzsmentben való elterjedésére vonatkozóan:



59. ábra Technológiák várható elterjedése az ellátási lánc menedzsmentben érettség és széleskörű adaptáció alapján

Forrás: (Moavenzadeh, 2015. október 7.)

Az ipar 4.0 kifejezésről már egyáltalán nem beszélhetünk úgy, mintha csak a jövő trendje lenne, hiszen itt van körülöttünk, s amely vállalat nem akar lemaradni versenytársaihoz képest ideje, hogy beruházások terén is „kötelezettséget vállaljon" ne csak szóban támogassa a trendet. PWC 2014-es jelentése alapján ipar 4.0 felmérésükben résztvevő vállalatok 2/5-e már jelenleg is élvezi a digitalizáció, valamint az ellátási lánc integrációja nyújtotta előnyöket. 2020-ig ezek a trendek tovább folytatódnak:



60. ábra PWC felmérésben résztvevő vállalatok növekvő digitalizációt, illetve ellátási lánc integrációt várnak 2020-ig

Forrás: (Industry 4.0: Building the digital enterprise)

További megállapítása a jelentésnek, hogy saját területükön az ipar 4.0-ba elsőként invesztáló vállalatok „mindent vittek" a piacon nemcsak árbevétel növekedés, hanem költségcsökkentés tekintetében is.

Azonban, hogy elkerülje a pénzfaló, légvárakat építő mamutprojekteket íme egy 6 lépésből álló terv vállalata felkészítésére logisztika 4.0 kihívásaira:

1. Dolgozza ki vállalata logisztika 4.0 stratégiáját!
2. Pilot projektek végrehajtásával szerezzen mielőbb tapasztalatokat!
3. Definiálja a szükséges logisztikai képességeket!
4. Váljon bajnokká adatok elemzésében!
5. Digitalizálja vállalata minden szegmensét!
6. Aktívan alkalmazza az újításokat az egész ellátási láncra vonatkozóan

Tekintsük át az egyes lépéseket bővebben a következő alfejezetekben!

4.1 Logisztika 4.0 stratégia kidolgozása

Értékelje logisztikai szervezetének digitális érettségét, valamint határozza meg az 5 éven belül elérendő célokat!

A digitalizáció a legtöbb vállalatnál már megkezdődött ugyan, azonban gyakran hiányzik az ellátási lánc szintű stratégia. Fontos elgondolkozni azon vajon milyen további előnyök származnak a vevőkkel, valamint szállítókkal történő szorosabb együttműködésből. Érdemes elvonatkoztatni a jelenlegi technológiai korlátoktól, de kövesse kiemelt figyelemmel versenytársai lépéseit, valamint a technológia fejlődési irányait!

Logisztikai stratégia tekintetében 7 fő területre koncentráljon:

1. Digitális üzletmodell és vevői hozzáférések kialakítása
2. Kínált termékek, szolgáltatások digitalizálása
3. Értéklánc horizontális, valamint vertikális digitalizációja és integrálása
4. Adatgyűjtés és analízis, mint alapvető vállalati kompetencia kialakítása
5. Rugalmas IT architektúra megteremtése
6. Adózási, biztonsági, valamint jogi megfelelőség
7. Szervezet, dolgozók szerepe a digitális kultúrában

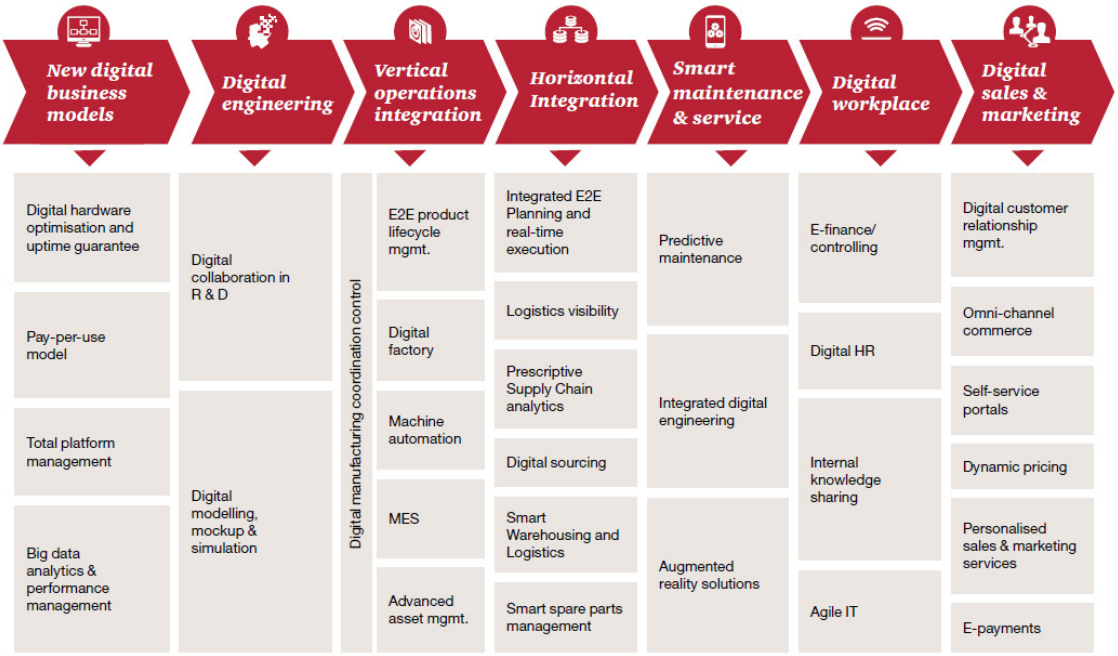
A sorrend nem véletlen, ugyanis először az üzletmodellt kell kialakítani, melynek része a logisztikai stratégia, s bár manapság technológia terén jelentős az előrehaladás, a jogszabályi környezet kialakítása jókora elmaradásban van.

Mely területen ítéli vállalatát digitális amatőrnek, vertikális integrátornak, horizontális együttműködőnek, avagy digitális bajnoknak?

Törekedjen a bizalom megteremtésére és megerősítésére vállalata stakeholdereivel, hiszen logisztika 4.0 kialakítása nagyfokú változásmenedzseri képességekkel rendelkező vezetőket kíván!

4.2 Tapasztalatszerzés pilot projektek megvalósításával

Stakeholderek megnyerésében kiemelkedő fontosságú néhány gyors, egyértelmű eredményeket produkáló pilot projekt végrehajtása közvetlenül az üzletmodell kialakítását követően. A 3. fejezetben bemutatott SCOR modell példák mellett PWC tanulmánya is számos területet említ közvetlen, valamint közvetett logisztikai hatásokkal:



61. ábra Ipar 4.0 pilot projekt lehetőségek közvetlen, illetve közvetett hatással a vállalati logisztikai tevékenység ellátására

Forrás: (Industry 4.0: Building the digital enterprise)

A pilot projektek vezetését minden esetben üzleti oldalról szabad elsősorban megközelíteni, ugyanis IT csak végrehajtó szerepet játszhat a keresztfunkcionális projekt team keretében. Habár a vállalati IT megoldások egyre megbízhatóbbá, gyorsabbá és olcsóbbá váltak, az IT projektekkel kapcsolatos komplexitás és kockázatok évről évre egyre inkább növekednek, amely többek között megjelenik a The Standish Group International által rendszeresen közzétett ún. Chaos jelentésekben. Ez a jelentés ma már 18 év összesen 90 000 IT projektjének analízisét tartalmazza ajánlásokat megfogalmazva a sikeresség növelésére:

Sorsz.	Sikeres projektek jellemzői	Problémás projektek jellemzői	Bukott projektek jellemzői
1	Felhasználók bevonása	Hiányzó felhasználói inputok	Nem megfelelően kidolgozott specifikációk
2	Felső vezetés támogatása	Nem megfelelően kidolgozott specifikációk	Felhasználók bevonásának hiánya
3	Követelmények világos megfogalmazása	Változó követelmények és specifikációk	Erőforrás hiány
4	Megfelelő tervezés	Felső vezetés támogatásának hiánya	Teljesíthetetlen elvárások
5	Reális elvárások	Technológiai inkompetenciák	Felső vezetés támogatásának hiánya
6	Kisebb mérföldkövek a projektben	Erőforrás hiány	Változó követelmények és specifikációk
7	Kompetens csapattagok	Teljesíthetetlen elvárások	Tervezés hiánya
8	Felelősségtudat	Célok nem világosak	Nem szükséges a jövőben a fejlesztés
9	Világos vízió és célok	Teljesíthetetlen határidők	IT menedzsment hiánya
10	Fókuszált, keményen dolgozó csapat	Új technológia	Technológiai "tudatlanság"

2. táblázat Sikeres és bukott projektek legfontosabb jellemzői

Forrás: (Standish_Group_Chaos_Report, 2015)

4.3 Definiálja a szükséges logisztikai képességeket

A pilot projektek végrehajtása során megszerzett tapasztalatok alapján dolgozza ki vállalata logisztikai architektúrájának részleteit, s minden egyes fejlesztést amilyen gyorsan csak tud vigye a piacra hogy mielőbb:

- vevői visszajelzéseket kapjon, valamint
- tulajdonosi értéket növelő vállalati profittá konvertálja.

Az új vállalati szervezet magába foglalhat olyan innovatív inkubátorházakat, center of excellence irodákat, amelyek mentesek a korábbi vállalati berögződésektől, megszokásoktól.

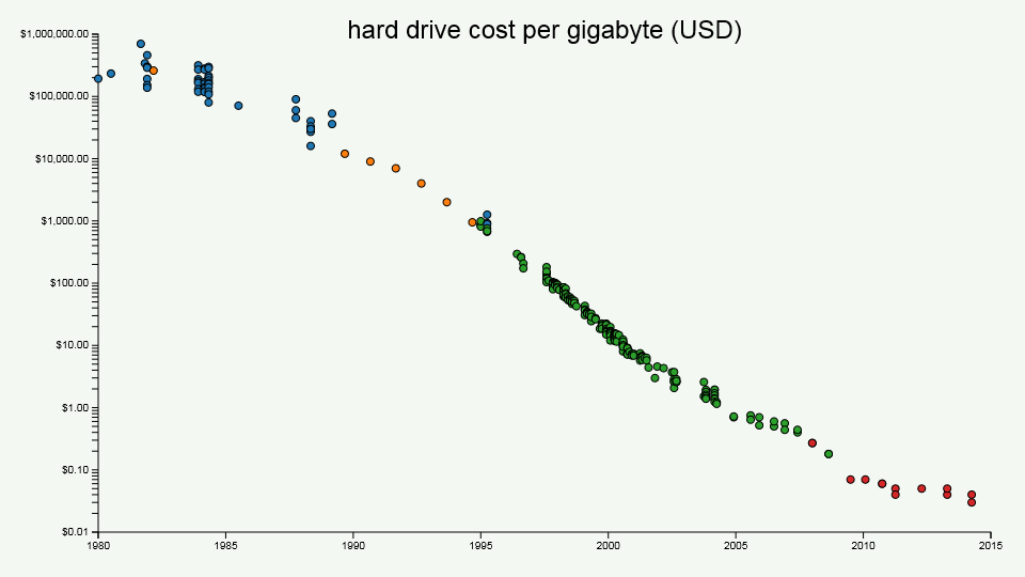
Fókuszáljon azon kollégák megnyerésére, akik szükséges informatikai képességek mellett megfelelő nyitottsággal is rendelkeznek a változás végrehajtására! Talán a legnehezebb azoknak az embereknek a megtalálása lehet, akik a „kritikus tömeg" elérését és képzését el tudják végezni.

Folyamatosan fejlessze kulcs logisztikai folyamatait elsősorban hatásosság (vevői igény maradéktalan kielégítése), másodsorban hatékonyság (alacsony költség) tekintetében! Szenteljen különleges figyelmet a digitális bizalom megszerzésére, mely magába foglalja az adatbiztonságot, a hozzáférési jogosultságok kontrollját, valamint vevői adatok kezelésével kapcsolatos standardok kialakítását az ellátási lánc egészére vonatkozóan!

Készítsen keresztfunkcionális értékáramlás térképet nemcsak faltól falig, hanem az egész ellátási láncra vonatkozóan azonosítva a szűk keresztmetszeteket, valamint a nem értékteremtő folyamatlépéseket. Szűntesse meg azokat és keresse azokat a pontokat, ahol megakad, vagy lelassul a termék, anyag, illetve az információ áramlása!

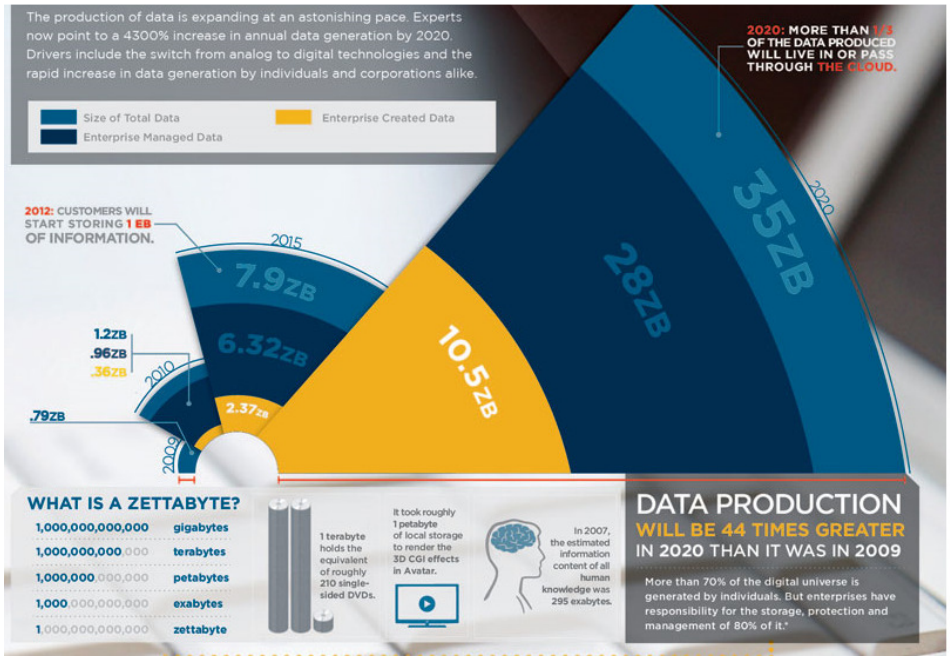
4.4 Váljon bajnokká adatok elemzésében!

Megfelelő vállalati adatok gyűjtéséhez szükséges a helyes kérdések megfogalmazása, hiszen rengeteg hozzáadott értéket nem jelentő adat tárolódik vállalati szervereken sokféle formátumban, s a „zajban" nehéz megkülönböztetni az igazán hasznos információt az értéktelentől. Globális méretekben számolva az elektronikus adatok mennyisége évente átlagosan 4300%-kal növekszik 2020-ig, s hiába csökken a tárolás költsége „Big Data"-ból az információ és tudás kinyerése kiemelkedő feladat lesz a közeljövőben:



62. ábra 1 GB adat tárolási költségének historikus alakulása

Forrás: (A history of storage cost)



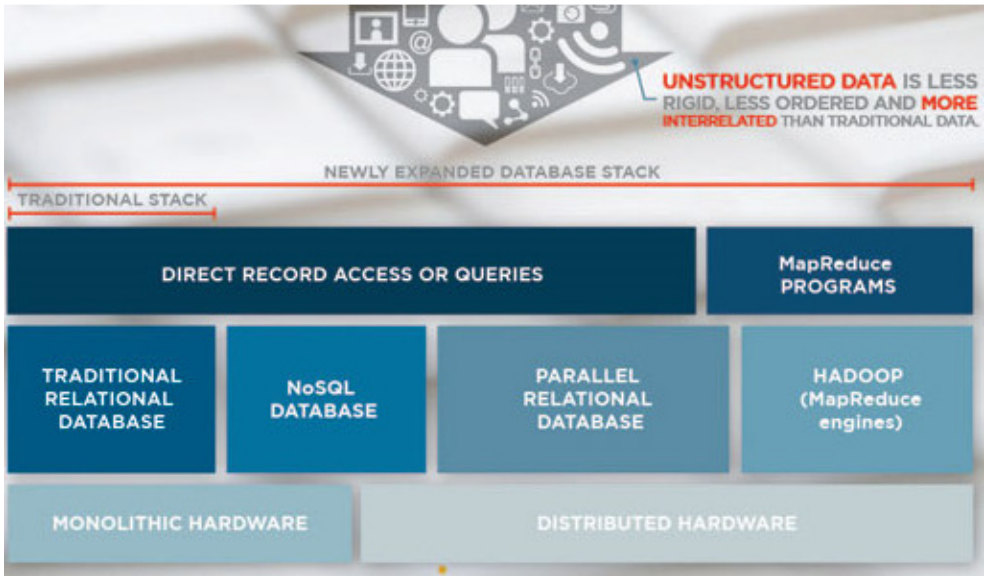
63. ábra Big data univerzum robbanás – 2020-ig évente 4300%-kal nő a globálisan előállított adatmennyiség

Forrás: (Big_data_universe_beginning_to_explode)

A hatékony adatelemzés stratégiájának kialakításához az alábbiakra kell fókuszálniuk a vállalatoknak:

- Prediktív elemzések, előrejelzések ellátási lánc szinten
- Leíró statisztikai módszerek alkalmazása (pl. Six Sigma)
- Autonóm döntési mechanizmusok kialakítása taktikai jellegű feladatok esetén
- Automata visszacsatolási mechanizmusok alkalmazása vevők, szállítók, valamint dolgozók felé

A jelenleg használatos ERP rendszereket szintén fel kell készíteni ennek a növekvő adatmennyiségnek a feldolgozására, valamint struktúrát kell vinni az „adatformátum káoszba”:



64. ábra Új adatbáziskezelési módszerek szükségesek a jövőben

Forrás: (Big_data_universe_beginning_to_explode)

4.5 Digitalizálja vállalata minden szegmensét!

A digitális képzettség növelése elengedhetetlen ipar 4.0, valamint logisztika 4.0 megvalósításához.

Az információs tények Davenport (Davenport, 1997)szerint:

- A szervezeteken belüli információ nagyobb hányada nem a számítógép hálózaton tárolódik
- A vezetők jobban szeretik, ha az információt emberektől és nem számítógépektől kapják, mivel az ember hozzáadott értéket képvisel azáltal, hogy kontextusba helyezi, illetve magyarázza azokat
- Minél komplexebb és részletesebb egy információs rendszer, a dolgozók annál kisebb hányadának viselkedését fogja befolyásolni
- Az információ pénzt jelent és hatalmat, ezért az emberek nem osztják meg könnyedén egymás között
- Az, hogy egy egyén mennyiben használ egy információs formát (jelentést) nagyban függ attól, hogy mennyire lett bevonva annak kialakításába
- Hogy ki tudjuk használni az elektronikus kommunikáció nyújtotta lehetőségeket, először meg kell tanulnunk a szemtől szemben való kommunikációt

- Az „információs térképeknek" tartalmazniuk kell az embereket is, mivel Ők az információk forrásai, integrátorai

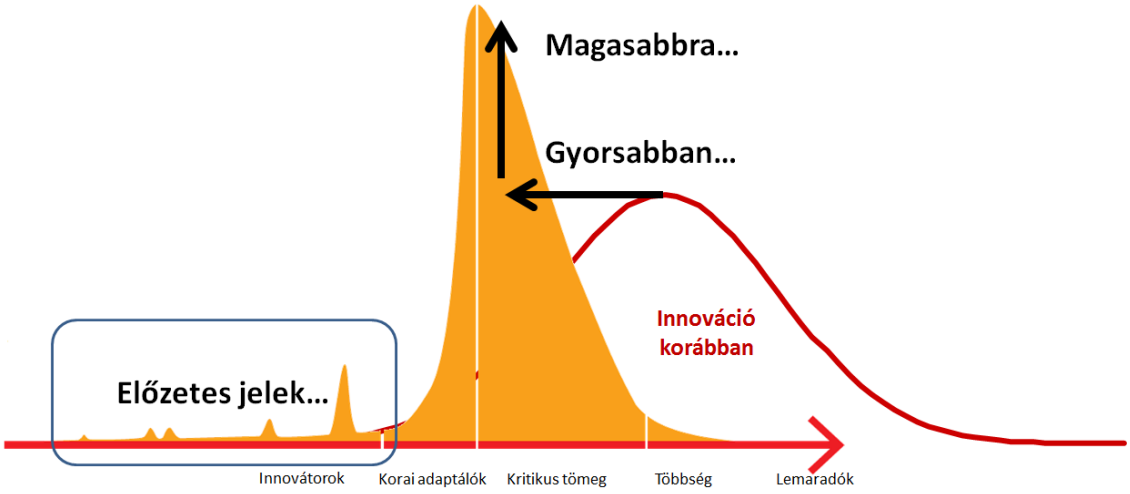
- Nem lehet információs túlterhelésről beszélni akkor, ha az információ hasznos és igényünket kielégíti

Ha egy összetett mondatban kívánjuk megfogalmazni Davenport úr megállapításait, akkor így fogalmazhatunk:

Egy vállalat vezetőjének fel kell ismernie a különbséget a vállalat információ megosztási szokásainak megváltoztatása, illetve az információs rendszer megváltoztatása között. Felelős vállalatvezetőként pedig a hardver, illetve szoftvertényezők mellett gondolni kell a manware tényezőre is!

4.6 Aktívan alkalmazza az újításokat az egész ellátási láncra vonatkozóan

Keresse és alkalmazza a „romboló" innovációkat (disruptive innovations), melyekkel vállalati folyamatait rugalmasabbá, hatékonyabbá tudja tenni.



65. ábra Cápauszony effektus a "romboló" innovációkban

Forrás: (Moavenzadeh, 2015. október 7.) és (Strategy in the Age of Big Bang Disruption, 2013)

Alakítsa vállalatát folyamatosan tanuló szervezetté! Ha nincs krízis, akkor generáljon mesterségesen olyan helyzeteket, amelyek felkészítik vállalata nemcsak a logisztikai szervezetét ipar 4.0 kihívásaira, hanem beszállítóit és vevői is erre sarkallja! Bátran alkalmazzon változásmenedzsment technikákat és módszereket, mint például John P. Kotter által leírt 8 lépéses modell (Kotter, 2012):

A Kotter modell 8 lépése:

1. A változás halaszthatatlanságának érzékeltetése
2. A változást irányítócsapat létrehozása
3. Jövőkép és stratégia kidolgozása
4. A változás jövőképének kommunikálása
5. Az alkalmazottak hatalommal való felruházása
6. Gyors győzelmek kivívása
7. Az eredmények megszilárdítása és további változások elérése
8. Az új megoldások meggyökereztetése a kultúrában

Minden egyes fejlesztési projekt lezárásakor végezze el kollégáival a „Mit tanultunk?" elemzést, valamint hozzon létre legjobb eljárások (best practices) gyűjteményét és ossza meg partnereivel!

5 Összefoglalás

A világ és ezen belül Magyarország jelentős változások előtt áll, s hogy milyenné válik életünk, hogyan fogunk dolgozni a következő 10-15 évben nemcsak a politikusokon, jogászokon, mérnökökön, vagy logisztikus szakembereken múlik. A negyedik ipari forradalom javában zajlik, s például a „dolgok internete" már most is itt van körülöttünk, hiszen nélküle például nem létezhet sem Budapesten, sem más nagyvárosban a tömegközlekedés.

Felgyorsult világunkban talán az elkövetkező 10-15 évben nem változnak meg olyan drámaian a jövő gyárai, hogy Magyarország, mint Európa egyik összeszerelő üzeme ne tudjon tovább fejlődni, prosperálni, azonban nagyon fontos, hogy a néhány fontos területen már jelenleg is krónikus szakemberhiányt pótolni lehessen és felkészüljünk a tanulmányban említett közelgő változásokra. Hazánkban ehhez szükséges többek között:

- A szélessávú internethez való hozzáférés kiterjesztése
- Digitális analfabetizmus elleni küzdelem fokozása minden korosztályban
- Telekommunikáció biztonságának javítása
- Intelligens városok működésével kapcsolatos pilot projektek végrehajtása és mint legjobb gyakorlat megismertetése a lemaradókkal
- Természettudományos ismeretek iránti érdeklődés felkeltése a fiatalokban, különösen matematika iránt
- Intenzív idegen nyelv oktatás különösen angol nyelvből, s valós nyelvtudás megkövetelése nemcsak a felsőfokú oktatásban

A negyedik ipari forradalom nem történhet meg hazánkban sem, ha az ahhoz kapcsolódó területek, mint például a logisztika nem fejlődik, s a hazai vállalatok, vállalkozások nem veszik át a betelepült multinacionális, elsősorban autóipari vállalatok legjobb gyakorlatait például azáltal, hogy részt vesznek beszállító fejlesztési programjaikon, workshopjaikon.

66. ábra Magyarország Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0

Forrás: Saját szerkesztés

6 Idézett forrásmunkák

(2016. június 7). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: portfolio.hu: http://www.portfolio.hu/vallalatok/4_abra_arrol_hogyan_terjed_az_elektromos_autozas.232970.html

A history of storage cost. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. június 7, forrás: www.mkmo.com: http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte-update

A kombinált szállítás jövője. (2016). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: wikipedia: https://hu.wikipedia.org/wiki/Kombin%C3%A1lt_fuvaroz%C3%A1s

A Villanykörte Összeesküvés A Tervezett Elavulás története . (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.youtube.com: https://www.youtube.com/watch?v=aM2SoPr9I7k

Amazing Science: 3D printers. (2013). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: www.newsnation.net: http://www.newsnation.net/3d-printers.shtml

Amazon.com's Kiva Robots Ready To Take Over Cyber Monday. (2015. december 1). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: www.bidnessetc.com: http://www.bidnessetc.com/30070-amazoncoms-kiva-robots-ready-to-take-over-cyber-monday/

Automobile plants make more with less. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: 2013: http://phys.org/news/2013-04-automobile.html

Beyond Supply Chains 2015. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: World Economic Forum: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_BeyondSupplyChains_Report2015.pdf

Big_data_universe_beginning_to_explode. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. június 7, forrás: www.csc.com: http://www.csc.com/insights/flxwd/78931-big_data_universe_beginning_to_explode

blog.robotiq.com. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: http://blog.robotiq.com/bid/69389/Software-Update-for-the-Collaborative-Robot-Baxter

Brynjolfsson, M. (2016). *The Second Machine Age*. W. W. Norton & Company; 1 edition (January 25, 2016).

Christpher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson Education Limited.

Corsten, D. a. (May 2004). 'Stock-outs cause walkouts'. *Harvard Business Review*.

Crowdshipping:using the crowd to transform delivery. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: http://rachelbotsman.com: http://rachelbotsman.com/work/crowdshippingusing-the-crowd-to-transform-delivery-australian-financial-review/

Davenport, T. H. (1997). *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment*. Amazon Digital Services LLC .

Epson. (2014). Letöltés dátuma: 2016. június 11, forrás: https://www.youtube.com/watch?v=7-JR2KDRnEY

Fehér. (2014). Lean kontrolling.

Fehér, N. (2014). Lean kontrolling. BGE GKZ elektronikus tananyag.

Fehér, N. (dátum nélk.). Logisztika folyamatmodellezés I-II. BGE GKZ egyetemi jegyzet.

Figyel, riaszt, beavatkozik - mitől intelligens egy autó? (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: www.hvg.hu: http://hvg.hu/cegauto/20131210_Mitol_intelligens_egy_auto

Ford, M. (2015). *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*.

GDP nominal per capita world map IMF figures for year 2007 - Wikipedia. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 24, forrás: Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/File:GDP_nominal_per_capita_world_map_IMF_figures_for_year_2007.png

Hétfőtől korlátozzák a nagy teljesítményű porszívókat. (2014. 08 30). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.origo.hu: http://www.origo.hu/itthon/20140829-hetfotol-betiltjak-a-nagy-teljesitmenyu-porszivokat.html

Holweg. (2004). *The Second Century*. MIT press.

How It Works: Internet of Things - IBM Think Academy. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 27, forrás: www.youtube.com: https://www.youtube.com/watch?v=QSIPNhOiMoE

http://media.transformanceadvisors.com. (dátum nélk.). Forrás: http://media.transformanceadvisors.com/misc-website/bullwhip-01.png

http://www.beergame.org/. (dátum nélk.). Forrás: http://www.beergame.org/

Huawei Talkband B1 - Fülbemászó karperec. (2015). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: www.pcworld.hu: http://pcworld.hu/tesztek/huawei-talkband-b1-fulbemaszo-karperec.html

Industry 4.0 - Challenges and Solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. (2015). Letöltés dátuma: 2016. június 11, forrás: www2.deloitte.com: http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf

Industry 4.0: Building the digital enterprise. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.pwc.com: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

Intelligent Container Research Center. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: http://www.icc.re.kr/114ICC_ENG/index.jsp

Intermodal Transportation as an Integrative Force. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: 2016: https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/multiintermodalnet.html

IoT enabled Intelligent Container & Cargo Trucks. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: 2015: https://www.linkedin.com/pulse/reducing-food-spoilage-using-iot-prashant-jhingran

IoT eszközök a logisztikában. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: http://techstorym2m.hu: http://techstorym2m.hu/iot-eszkozok-a-logisztikaban.html

Ipar 4.0 – a jövő gyára. (2013. április 14). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: gyartastrend.hu: http://www.gyartastrend.hu/informatika/cikk/ipar_4_0__a_jovo_gyara

IT Embedded in a Soccer Ball and Flying across the Field! (2014). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: http://www.lgcnsblog.com/features/it-embedded-in-a-soccer-ball-and-flying-across-the-field/

Jones, J. P.-D. (2003). *Lean Szemlélet - A veszteségmentes jól mûködõ vállalat alapja.* HVG.

Journey through the Googling Glass. (2013). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: Material Handling & Logistics Blog: http://mhlnews.com/blog/journey-through-googling-glass

Kotter, J. P. (2012). *Leading Change*. Harvard Business Review Press.

Levinson, M. (2006). *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger.*

Lightweight wine bottles: less is more. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.wrap.org.uk: http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/GlassRight%20Wine%20lightweighing%20-%20web%20version.pdf

LILY CAMERA OVERVIEW. (dátum nélk.). Forrás: www.youtube.com: https://www.youtube.com/watch?v=nUicJNCuXCU

Man builds 3D printer in garage, prints a lawnmower. (2015). Letöltés dátuma: 2016. június 11, forrás: www.stuff.co.za: http://www.stuff.co.za/man-builds-3d-printer-in-garage-prints-a-lawnmower/

Manufacturing and Industry. (2015). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: http://enterprise-iot.org: http://enterprise-iot.org/full-table-of-contents/

McDonalds - Fenntartható gazdálkodás politika. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: Magyarországi Üzleti Tanács a Fenntartható Fejlődésért: http://action2020.hu/uzleti-megoldas/fenntarthato-gyi-beszallitok/

Mi várható 2015-ben a (magyar) e-kereskedelemben? . (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 27, forrás: Weshopexperts.hu: http://www.webshopexperts.hu/labor/mi-varhato-2015-ben-a-magyar-e-kereskedelemben

Mining for Gold with Lean Design™ in Aircraft Interiors. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.munroassoc.com: http://www.sandymunro.net/articles/Sandy_Munro_-_Mining_For_Gold_With_Lean_Design_In_Aircraft_Interiors.pdf

Moavenzadeh, J. (2015. október 7.). The 4th Industrial Revolution: Reshaping the Future of Production. *World Economic Forum*.

Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain and Logistics Management*. McGraw-Hill Education.

New possibilities when robots move freely. (2014). Letöltés dátuma: 2016. június 12, forrás: www.oru.se: https://www.oru.se/english/news/new-possibilities-when-robots-move-freely/

Növekszik az internetes vásárlás 2008-ban. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 27, forrás: http://ujmediablog.sanomamedia.hu/altalanos/novekszik-az-internetes-vasarlas-2008-ban/

Perzenszki, J. S. (2012). *Logisztika menedzsment*. Kossuth.

Photo copier machine recycling. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2014. 10 15, forrás: www.pureadvantage.org: http://www.pureadvantage.org/blog/case-study/ricoh/media/machinerecycling-560x319.jpg

Samsung Invents A Screen On The Back Of Trucks To Show The Road Ahead. (2015). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: www.lifehack.org: http://www.lifehack.org/293053/samsung-invents-screen-the-back-trucks-show-the-road-ahead

Savar building collapse. (2013). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/2013_Savar_building_collapse

Scenario 4: Autonomous distributed warehousing. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. június 12, forrás: www.ec-safemobil-project.eu: http://www.ec-safemobil-project.eu/content/scenario-4-autonomous-distributed-warehousing

SCOR framework. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.apics.com: http://www.apics.org/sites/apics-supply-chain-council/frameworks/scor

Shipping Container Uses Composite Panels to Save 20% Weight. (2012). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: http://altairenlighten.com: http://altairenlighten.com/2012/11/shipping-container-uses-composite-panels-to-save-20-ercent-weight/

Smiling curve. (2016). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Smiling_curve

Standish_Group_Chaos_Report. (2015). *CHAOS report*. Letöltés dátuma: 2016. június 5, forrás: https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf

Strategy in the Age of Big Bang Disruption. (2013). Letöltés dátuma: 2015. június 7, forrás: Accenture: https://www.accenture.com/us-en/~/media/Accenture/Conversion-

Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Industries_18/Accenture-big-bang-disruption-strategy-age-devastating-innovation

Tengeri konténer típusok, méret- és súlyadatok . (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: https://sites.google.com/site/formentorkfthu/home/gyik/ctr

The End of the Population Pyramid - Blog.worldbank.org. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 24, forrás: worldbank.org: http://blogs.worldbank.org/futuredevelopment/end-population-pyramid

The Future of Factory Asia: A Tightening Grip. (2015. május 14.). Letöltés dátuma: 2016. május 23, forrás: The Economist: http://www.economist.com/news/briefing/21646180-rising-chinese-wages-will-only-strengthen-asias-hold-manufacturing-tightening-grip

The next step on the road to Industry 4.0. (2016). Letöltés dátuma: 2016. június 8, forrás: www.wire.de: http://www.wire.de/cipp/md_wiretube/custom/pub/content,oid,2352244/lang,2/ticket,g_u_e_s_t/~/Weidm%C3%BCller_demonstration_machine_-_On_the_road_to_Industry_4.0.html

The World's Smallest Computer. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 28, forrás: www.computerhistory.org: http://www.computerhistory.org/atchm/the-worlds-smallest-computer/

The World's First 3D-Printed Car Is a Blast to Drive. (2015). Letöltés dátuma: 2016. június 10, forrás: popularmechanics.com: http://www.popularmechanics.com/cars/a16726/local-motors-strati-roadster-test-drive/

Uber applikáció. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 27, forrás: uber.com: https://apkpure.com/uber/com.ubercab

Waze. (2016). Letöltés dátuma: 2016. május 29, forrás: https://www.waze.com/hu/

What is Peak Oil? - peakoilbarrel.com. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 24, forrás: peakoilbarrel.com: http://peakoilbarrel.com/what-is-peak-oil/

Wikipedia - World Population. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 23, forrás: Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/World_population

World's population increasingly urban with more than half living in urban areas - www.un.org. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2016. május 23, forrás: www.un.org: http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html

7 Ábrajegyzék

1. ábra Elképesztő ütemben nőnek a bérek Kínában 6
2. ábra A világ népességének várható alakulása 8
3. ábra Piramistól a harangon át a hordóig, avagy a világ várható korösszetétele 8
4. ábra Növekvő urbanizáció -> mega városok létrejötte 9
5. ábra Nominális 1 főre jutó GDP adatok 2007 és a vagyoni helyzet várható átrendeződése (USD) 9
6. ábra Olajcsúcs után 10
7. ábra Internetes vásárlások aránya korcsoportonként Magyarországon 11
8. ábra Online kiskereskedelmi forgalom trendje Magyarországon 12
9. ábra A jövő ellátási lánca 14
10. ábra Rugalmas ellátási lánc kialakításának feltételei 15
11. ábra A 4. Ipari forradalomhoz vezető lépcsők 16
12. ábra Ipar 4.0 keretrendszere, valamint a kapcsolódó technológiák 17
13. ábra Logisztika 5 fő menedzsment folyamata - a SCOR modell 18
14. ábra Logisztika 4.0 főbb hatásai a SCOR modellre 19
15. ábra Már a tervezés során eldől mekkora költséggel állítható elő a termék 19
16. ábra Számítógépek térfogatának evolúciója 20
17. ábra Hagyományos tengeri konténer méretei és tömege 21
18. ábra Repülő drón előzetes áttekintés egy Youtube csatornán 22
19. ábra Az új, egységes porszívó címke 23
20. ábra Az átfutási idő rés probléma a logisztikában 24
21. ábra Fogyasztói viselkedés készlethiány esetén 25
22. ábra Autóipari ellátási lánc készletprofil 25
23. ábra A tervezés pontosabbá tétele helyett az átfutási idő rés minimalizálására kell törekedni 26
24. ábra Általános ellátási lánc stratégiák 28
25. ábra Az ostorcsapás effektus 28
26. ábra Az ostorcsapás oka halmozott rendelés 29
27. ábra Kiva robot amazon raktárában 30
28. ábra Vision picking folyamat Google okosszemüveg támogatásával 31
29. ábra Baxter munkában 32
30. ábra Már hamburgert készítő robot is létezik 32
31. ábra Logisztikai szolgáltató fejlődése 35
32. ábra Készlet és kapacitás egyensúly a postponement állomásnál 37
33. ábra Hibrid gyártási rendszer postponement koncepció alkalmazásával 38
34. ábra Értékáramlás térkép elkészítésének lehetséges szintjei 39

35. ábra Faltól falig értékáramlás térkép az anyag, a termék, valamint az információ áramlásának feltérképezésére 39
36. ábra dél afrikai férfi saját 3D nyomtatót épített, mellyel fűnyírót készített 41
37. ábra 3D nyomtatás fedezeti pont elemzés 42
38. ábra Autógyári robotok munkában 43
39. ábra A jövő gyára ipar 4.0-ban 44
40. ábra Az első 3D nyomtatási technológiával készült autó prototípusa 44
41. ábra Technológiák a vezető nélküli autózás megvalósításához 45
42. ábra Néhány kihívás, melyeknek meg kell felelniük az autonóm anyagmozgató eszközöknek a jövő gyárában 46
43. ábra 3D-s térkép alapján tájékozódnak a jövő targoncái 47
44. ábra Tovább javul a közlekedésbiztonság 48
45. ábra Intelligens kamion 48
46. ábra Intelligens konténer a tengeri szállításban 49
47. ábra Intermodális szállítási módok fejlődése 50
48. ábra Az elektromos autók számának változása a világban (ezer db) 51
49. ábra Az autóakkumlátorok hatékonyságának és költségének alakulása 51
50. ábra Crowd shipping 52
51. ábra Fénymásolók visszaforgatása során kinyerhető alkatrészek aránya és típusa 54
52. ábra Jay Leno egy saját maga által gyártott szerszámmal oldtimer kollekciója számára 56
53. ábra Adatgyűjtés minden kritikus gyártási paraméterről 57
54. ábra megosztaná az így gyűjtött adatokat biztosítójával, vagy munkaadójával? 57
55. ábra A német labdarúgó válogatott játékosai ilyen szenzorokkal voltak felszerelve a legutóbbi labdarúgó világbajnokságon 59
56. ábra Intelligens Lot követés a jövő gyárában 59
57. ábra Integrált ellátási lánc megvalósításának lépései 60
58. ábra Az értékteremtés mosoly görbéje 61
59. ábra Technológiák várható elterjedése az ellátási lánc menedzsmentben érettség és széleskörű adaptáció alapján 63
60. ábra PWC felmérésben résztvevő vállalatok növekvő digitalizációt, illetve ellátási lánc integrációt várnak 2020-ig 64
61. ábra Ipar 4.0 pilot projekt lehetőségek közvetlen, illetve közvetett hatással a vállalati logisztikai tevékenység ellátására 66
62. ábra 1 GB adat tárolási költségének historikus alakulása 68
63. ábra Big data univerzum robbanás – 2020-ig évente 4300%-kal nő a globálisan előállított adatmennyiség 69
64. ábra Új adatbáziskezelési módszerek szükségesek a jövőben 70
65. ábra Cápauszony effektus a "romboló" innovációkban 71

66. ábra Magyarország Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0.....73