

Nyomonkövetési események nyílt ellátási láncokban – egy lehetséges fejlesztési irány a Smart Shop Floor Laborban

Szerzők: Budai László¹ – Horváth Annamária²

DOI: [10.29180/978-615-6342-74-4_2](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-74-4_2)

ABSZTRAKT

Az ellátási láncok egyre hosszabbak és összetettebbek lettek az elmúlt évtizedekben, ezért működésükben kritikussá vált az átláthatóság, amelynek két fontos pillére a nyomonkövetés megvalósítása és a láthatóság biztosítása. Ebből kiindulva tanulmányunk fókuszja az ellátási láncban belüli átláthatóság megvalósítása lesz laborkörnyezetben, rámutatva arra, hogy milyen megoldások állnak rendelkezésre a termékek azonosítására, ellenőrzésére, végrehajtott műveletek követésére, valamint életútjának időbeni és térbeli meghatározásra rögzített információk alapján. Bemutatjuk azokat az azonosítási-, adatgyűjtési-, adatmegosztási megoldásokat az ellátási lánc folyamataiban, melyek alkalmazásával az adatcsere integrációja megvalósítható. Ennek alapján javaslatot teszünk a Budapesti Gazdasági Egyetem (BGE) Smart Shop Floor Logisztikai Labor (SSFL) továbbfejlesztésére, amely középpontjában az ellátási lánc átláthatóságának növelése áll a GS1 szabvány lehetőségeinek felhasználásával. Javaslatunk alapján az SSFL alkalmas lesz szakmai továbbképzésekre vállalati partnerek számára.

Kulcsszavak: ellátási lánc, ellátási lánc átláthatóság, nyomonkövetés és láthatóság, GS1 szabvány, EDI (Electronic Data Interchange - elektronikus adatcsere)

1. Bevezetés

A hatékony és eredményes ellátási lánc megvalósításához elengedhetetlen az ellátási lánc tagok közötti koordináció és együttműködés kialakítása, amelynek alapja a megfelelő információáramlás biztosítása és a vállalatok közötti információ megosztása. Az ellátási láncok hosszabbak és összetettebbek lettek, ezért a teljes ellátási lánc átláthatósága kritikus fontosságú vált az ellátási láncok működésében. Az ellátási lánc átláthatóságának növeléséhez elengedhetetlen a megfelelő információ rendelkezésre állása, annak feldolgozása és az ebből adódó elemzések elvégzése. Az átláthatóság az ellátási láncban a végső felhasználók és az ellátási láncban részt vevő vállalatok számára elérhető információkra vonatkozik, amelynek két alapvető pillére a nyomonkövethetőség és az információk megosztása az ellátási lánc érintettjei között (Xu et. al., 2021).

¹ Budapesti Gazdasági Egyetem, Külkereskedelmi Kar, Nemzetközi Kereskedelem és Logisztika Tanszék, Jövő Értékláncai Kiválósági Központ, budai.laszlo@uni-bge.hu

² Budapesti Gazdasági Egyetem, Külkereskedelmi Kar, Nemzetközi Kereskedelem és Logisztika Tanszék, Jövő Értékláncai Kiválósági Központ, horvath.annamaria@uni-bge.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6621-4605>

Az átláthatóság tehát egyrészt jelenti az ellátási láncban belül mindazon megoldásokat, amelyek rendelkezésre állnak a termékek azonosítására, ellenőrzésére, végrehajtott műveletek követésére, a termék életútjának időbeni és térbeli meghatározásra rögzített információk alapján, valamint azokat a megoldásokat, amelyek képesek a folyamatok és az adatok közötti kapcsolatot létrehozni és az ellátási láncban lévő folyamatok között a kommunikációt és riportálást megvalósítani (Bischoff – Seuring, 2021).

Tanulmányunk fókuszában az ellátási lánc átláthatóságát helyezük annak tükrében, hogy azt hogyan lehet megvalósítani a Budapesti Gazdasági Egyetem és a Bosch Elektronika Kft. által közösen kialakított Smart Shop Floor Logisztika Laborjában (SSFL), amely jelenleg egy teljes gyártási folyamatot fed le 7 munkaállomással, és rendelkezik Ipar 4.0 eszközökkel. Az ellátási lánc átláthatóság kialakításának kettős célja van: egyrészt szeretnénk az SSFL-ben már rendelkezésre álló folyamatokat és megoldásokat fejleszteni, másrészt pedig mind az oktatás, mind a kutatás területén alkalmazni azokat az eljárásokat, amelyek az ellátási lánc átláthatóságát kívánják segíteni. Az ellátási lánc átláthatóság kialakításának egyik alappillére a SSFL-ben a GS1 szabvány lehet, amelyet 2,5 millió felhasználó használ szerte a világban és működtetője egy nonprofit szervezet (www.gs1hu.org).

2. Az átláthatóság jelentősége az ellátási láncban

Az ellátási láncokban az átláthatóságra vonatkozó igény egyre növekszik, amelyet több tényezővel lehet indokolni. A következőkben – a teljesség igénye nélkül és nem fontossági sorrendben – soroljuk fel azokat az okokat, amelyek ezt előmozdítják:

- Digitalizáció lehetőségei és technológiai, az Ipar 4.0 bevezetése, Smart/digitális ellátási lánc kialakítása és ebből adódó technológia megoldások, valamint adatvezérelt döntések (Björkdahl, 2020, Ghadge et. al., 2020, Shao et. al., 2021, Zelbst et. al., 2019).
- Marketing szempontok elsődlegesen a fogyasztási termékek piacán (Bateman – Bonanni, 2019).
- Hamisítás és szürkegazdaság visszaszorítása (Boissieu et. al. 2021, Fetter – Zilahy, 2020).
- Eredetiség igazolása (eredetvédelem), területi meghatározottság (Sharma, 2023).
- Vallási előírások betartása az élelmiszeripar területén.
- Jogszabályi előírások (178/2002/EK rendelet, BIZOTTSÁG (EU) 2016/161 felhatalmazáson alapuló rendelet, BIZOTTSÁG (EU) 2016/161 felhatalmazáson alapuló rendelete).
- Fenntarthatóság / ESG (environmental, social, governance) biztosítása (www.bet.hu)

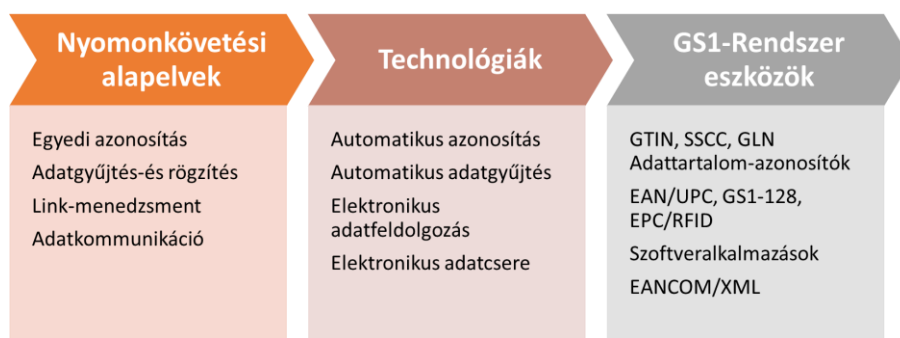
Az ellátási láncok átláthatóságának követelményét nem csak az előzőekben felsorolt szempontok határozzák meg, hanem egyes iparágak speciális jellemzői is, amelyek az ellátási láncban működő szervezeteket arra ösztönzik, hogy az átláthatóságot növeljék. Ezek közül az élelmiszeripar az egyik fontos terület, amelyhez kapcsolódóan számos tanulmány jelent meg napjainkban (Moysiadis et. al. 2022, Reddy et al. 2022, Xu, 2021, Rogerson-Parry, 2020, Astill et. al. 2019).

3. Az átláthatóság kialakítása az ellátási láncban

Az ellátási láncban az átláthatóság kialakításához egyrészt ki kell alakítani a nyomkövetési rendszert, másrészt a keletkező adatokat az érintettekkel meg kell osztani (Xu et. al., 2021). Az ellátási láncban a nyomkövetési események arra adnak választ, hogy az ellátási lánc mely tagja (ki?), milyen egységről (mi?), milyen időpontban (mikor?), milyen lokáción (hol?), milyen indokkal (miért?) gyűjti az adatokat (Moysiadis et. al., 2022). A nyomkövetési rendszer kiépítésének kiindulópontja tehát egyrészt a „követendő” objektum meghatározása (pl. termék, raklap, dokumentáció), másrészt a kapcsolódó adatok rögzítése, amely történhet manuálisan és valamilyen IT (Információs Technológiák) eszköz közbeiktatásával, emberi beavatkozás nélkül. A manuális adatgyűjtés során az adatbevitellel keletkező hibák, a bevitel időigényessége és annak pontatlanságainak kiküszöbölésére fejlesztették ki az automatikus azonosítási és adatgyűjtési rendszereket, amelyek képesek további feldolgozásra alkalmassá tenni az adatokat. Ennek két jól ismert és alkalmazott megvalósítása a vonalkód (bar code) és az RFID (Radio Frequency Identification) rendszer. Az elmúlt évtizedekben a vonalkód rendszerek terjedtek el leginkább a vállalati működés során (Lam et. al., 2015), de az Ipar 4.0 és a digitalizáció elterjedése következtében az RFID rendszerek jelentősége megnövekedett. A láthatóság biztosítása érdekében a keletkező adatokat meg is kell osztani az ellátási lánc szereplői között. A rendszer működéséhez szükségesek szenzorok, RFID rendszerek, Internet of Things (IoT) technológiák, valamint alkalmazhatóak blockchain megoldások is (Reddy et. al., 2022, Astill et. al., 2019). Fontos kiemelni, hogy a nyomkövetés és az adatok megosztásához kapcsolódó technológiák szorosan kapcsolódnak egymáshoz. Az RFID használata önmagában csak az adatgyűjtést teszi lehetővé, de ha más technológiákkal – pl. az IoT-vel, amely továbbítja az adatokat, és a blokklánc technológiával, amelyen keresztül az adatok hozzáférhetővé válnak – integráljuk, akkor egy teljes rendszer jön létre az ellátási lánc átláthatóságának támogatására (Zelbst et. al., 2020).

Számos olyan rendszer áll rendelkezésre, amely az ellátási láncban az átláthatóság kiépítését teszi lehetővé. A komplex, sokszereplős ellátási láncokban kritikus és kihívást jelent az, hogy minden szereplő képes legyen a rendszerhez csatlakozni és a keletkező adatokat felhasználni. A megfelelő rendszer kialakításának egyik lehetősége szabvány alkalmazása, mint például a GS1 szabvány (Moysiadis et. al., 2022). Ezt a szabványt a GS1 fejlesztette ki és a GS1 tartja fenn világszerte, amelyet jelenleg 2,5 millió vállalkozás használ. A szabvány lehetővé teszi megfelelő minőségű adatok gyűjtését és megosztását a termékek teljes életútján keresztül. A GS1 szabvány négy pillére épül: az azonosításra, az adatgyűjtésre, az adat megosztásra és az üzleti folyamatokra (<https://gs1hu.org>).

A GS1 három szabványkészletet biztosít az átláthatósági adatok vállalkozások közötti megosztásához: egyrészt az objektumok (termék, helyszínek és eszközök) azonosítására vonatkozó szabványokat, a pontos és automatikus rögzítésre vonatkozó szabványokat és az adatmegosztásra vonatkozó szabványokat (Moysiadis. et. al., 2022). A GS1 a láthatóság biztosítása érdekében összekapcsolta a nyomkövetési elveket a technológiákkal és a GS1 rendszer eszközeivel, amelyet összefoglalóan az 1. sz. ábra mutat be.

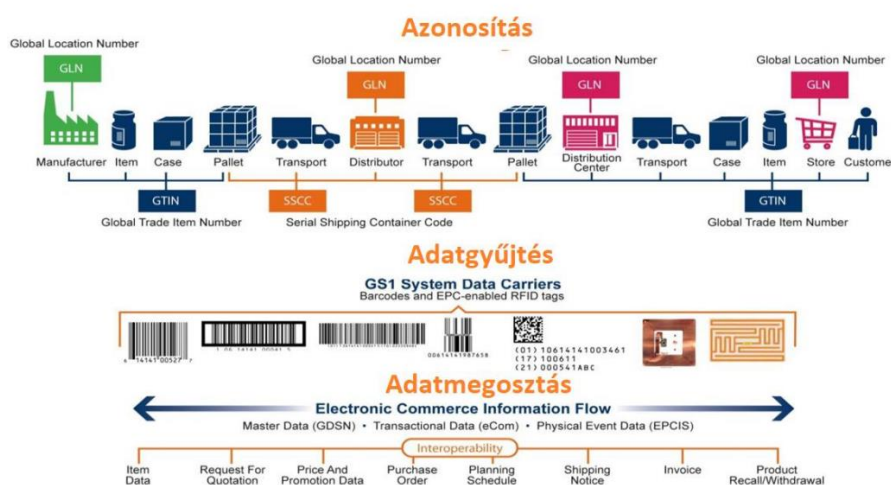


1. ábra: GS1 alapú ellátási lánc átláthatósági megoldások - Forrás: <https://www.gs1hu.org/nyomonkovetesi-szabvanyok>

Összefoglalóan a GS1 Globális Nyomonkövetési Szabvány (GS1 Global Traceability Standards (GTS)) célja, hogy segítse az ellátási láncban működő vállalatok nyomonkövetési rendszerének kialakítását függetlenül attól, hogy az ellátási láncban hány érintett vállalkozás van, azoknak milyen a mérete, és milyen technológiát alkalmaznak (<https://www.gs1hu.org/nyomonkovetesi-szabvanyok>).

A GS1 szabvány

Az ellátási láncok hatékony működéséhez és a vállalatok versenyképességének növeléséhez elengedhetetlen a pontos és megbízható adatok gyűjtése, kezelése és megosztása. A GS1 azonosítási rendszer és az ahhoz kapcsolódó adatgyűjtési és adatmegosztási folyamatok kritikus szerepet játszanak ezen a területen (2. ábra):



2. ábra: GS1 szabványrendszer - Forrás: saját szerkesztés (<https://gs1hu.org> alapján)

A GS1 rendszer az egységes termékazonosítást teszi lehetővé a világ különböző pontjain. A GS1 azonosítási kódok, mint például a GTIN (Global Trade Item Number) lehetővé teszik a termékek és csomagolásaik egyedi azonosítását. Ez segít a termékek nyomonkövetésében az ellátási lánc minden szakaszában, beleértve a gyártást, a raktározást, a szállítást és a

kiskereskedelmet is (www.gs1hu.org).

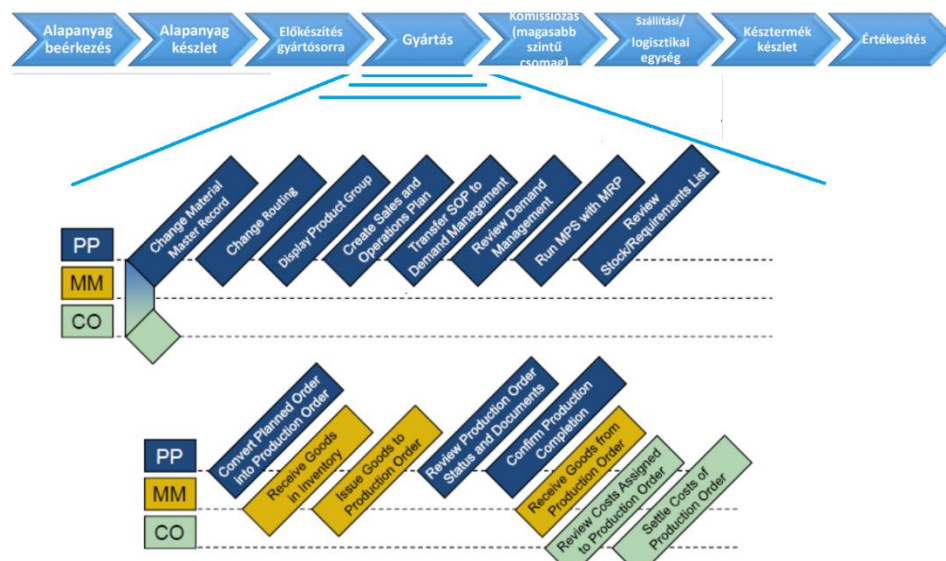
A GS1 rendszer lehetővé teszi a termékekkel és csomagolásaikkal kapcsolatos adatok gyűjtését és rögzítését. A vonalkódok és RFID címkék segítségével könnyen olvashatóvá válnak a termékadatok, amelyek tartalmazzák az alapvető információkat, például a termék nevét, súlyát, méretét, valamint a gyártási és lejárat dátumokat. Az adatgyűjtés automatizált folyamatai segítenek minimalizálni a humán erőforrásból eredő hibákat és növelik a pontosságot és a hatékonyságot (<https://logisztika.hu/2023/05/19/gs1-szabvanyok-a-gyakorlatban/>).

Az adatmegosztás kiemelkedő fontossággal bír az ellátási láncban. A GS1 rendszer lehetővé teszi az adatok egyszerű és hatékony megosztását a különböző érintett felek között, például a beszállítók, gyártók, logisztikai szolgáltatók és kiskereskedők között. Az elektronikus adatcserére szolgáló XML (Extensible Markup Language, vagyis „kiterjeszhető jelölőnyelv”) alapú üzenetek (EDI) és a Globális Kereskedelmi Elemzőrendszer (GDS) segítségével az adatok gyorsan és pontosan továbbíthatók a partnercégek között. Ez javítja a kommunikációt, csökkenti a hibák lehetőségét és felgyorsítja az üzleti folyamatokat.

A GS1 azonosítási rendszer és az adatgyűjtés, adatmegosztás folyamatainak alkalmazása számos előnnyel jár az ellátási láncban. Az egyedi termékazonosítás és a pontos adatok lehetővé teszik a termékek gyors nyomonkövetését, azaz megkönnyítik a raktárkészlet kezelését, minimalizálják a veszteségeket és optimalizálják a folyamatokat. Az adatmegosztás révén a vállalatok hatékonyabban tudják tervezni és szervezni tevékenységeiket, valamint reagálni az üzleti lehetőségekre és változásokra (<https://hirlevel.egov.hu/2020/12/14/a-nyilt-adatok-es-az-adatmegosztas-gazdasagi-hataselemzese-2-resz/>).

4. SSFL implementáció

A BGE – Bosch közös fejlesztésű logisztikai szimulációs laborja (SSFL – Smart Shop Floor Logisztikai Szimulációs Labor) lehetővé teszi a szabvány implementálását adott technológiai, illetve eszköz rendszerbe, lefedve az ellátási lánc fontosabb nyomonkövetési eseményeit (3. ábra).



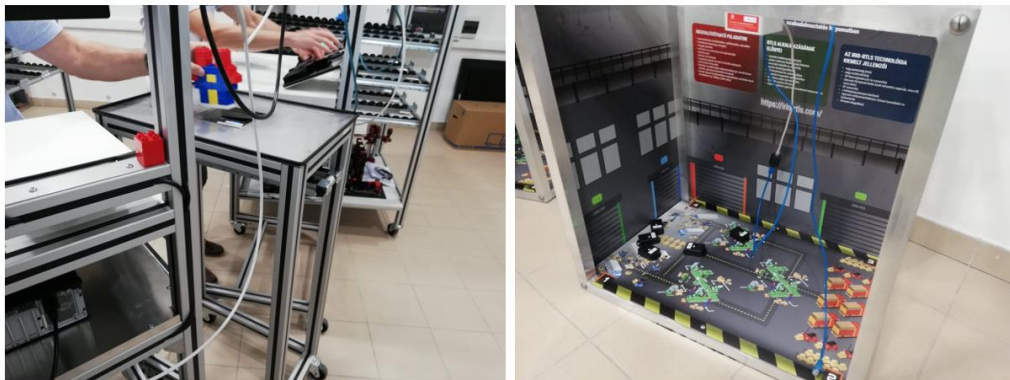
3. ábra Ellátási lánc nyomonkövetési eseményei - Forrás: saját szerkesztés

Az SSFL-ben a főbb lépések további mikrolépésekre bonthatók, melyet a gyártás esetében a 3. ábra is szemléltet, így az ellátási lánc több mint 150 eseményét tudjuk szimulálni.

A nyomonkövetési eseményekhez tartozó adatok jellemzően egy adatbázisban tárolódnak, és a következők lehetnek:

- törzsadat,
- tranzakciós adat,
- láthatósági esemény.

Az SSFL-ben a fenti adatok a kifejezetten szimulációs tevékenységekre dedikált BOSCH SAP R72-es integrált vállalatirányítási rendszerében jönnek létre és tárolódnak. Az adatok beolvasása a rendszerbe automatikus módon történik, minden releváns nyomonkövetési esemény során. Ezen adatbevitel rádiófrekvenciás, illetve infravörös technológiával (IRID-RTLS: Infra Red Identification Real Time Location System) is megvalósítható a laboros környezetben (4. ábra).



4. ábra RFID és IRID-RTLS technológiák a Laborban - Forrás: saját szerkesztés

Fontos megjegyezni, hogy az azonosítást követő adatgyűjtés során a digitális implementációban – jelenleg a Bosch SAP ERP – a törzsadatok adatintegritására különös figyelmet kell fordítani, azaz például egy termék törzsrekordjában lévő paraméterek (magasság, mélység, hosszúság, ár, szállítás, rakodás, raktárkészlet stb.) tükrözzék a valóságot, és minden üzleti partner ugyanazt értse az adott paraméter, tulajdonsága alatt. Félreértés esetén sérülhet a teljes ellátási lánc folyamat.

Az adatok megosztása a GS1 EDI XML szabvánnyal történik. A GS1 EDI XML előnye az, hogy lehetővé teszi az adatok strukturáltabb és egységes formában történő átvitelét. Az XML egy általános célú jelölőnyelv, amely lehetővé teszi a strukturált adatok leírását. A GS1 EDI XML specifikus sémákat és szabványokat tartalmaz a GS1 szervezet által meghatározott adatok

és üzleti folyamatok kezelésére (<https://www.b2be.com/company/standards-memberships/gsl-united-kingdom/>).

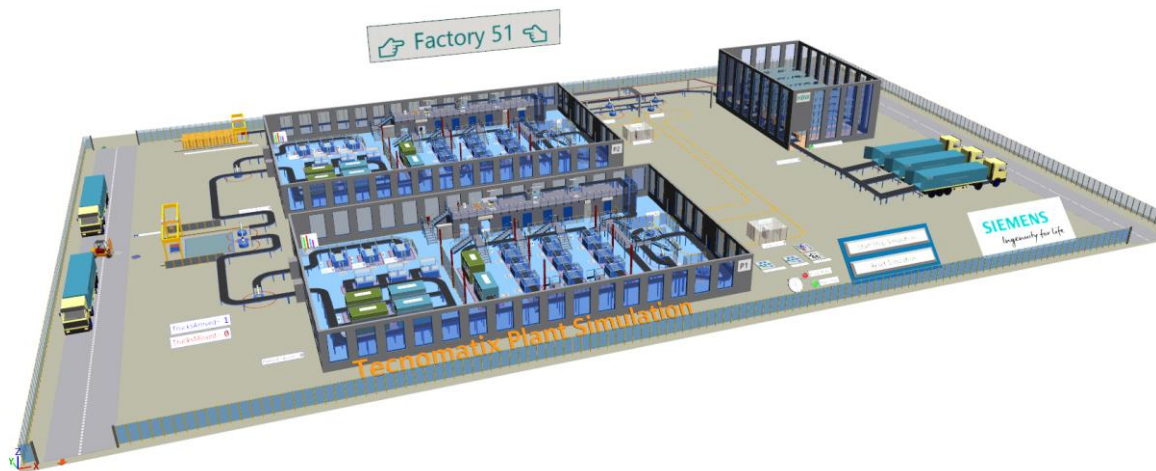
A GS1 EDI XML-t széles körben alkalmazzák az üzleti világban. Az elektronikus adatcserén keresztül történő adatátvitel számos területen előnyös lehet, például a beszállítók és a kiskereskedelmi üzletek közötti tranzakciók során. Az EDI lehetővé teszi a megrendelések, a szállítások és a számlák elektronikus formában történő cseréjét, ami hatékonyabb és pontosabb üzleti folyamatokat eredményez (5. ábra).

RECADV XML (RECEIVING ADVICE)	INVOICE
<pre>[...] <receivingDateTime>2023-04-30T17:04:10</receivingDateTime> [...] <buyer><gln>599998200019</gln></buyer> <seller><gln>5990806169009</gln></seller> [...] <sscc>0599998200000002</sscc> [...] <quantityReceived>288</quantityReceived> <quantityAccepted>288</quantityAccepted> <transactionalTradeItem> <gtin>0599998200200</gtin> <tradeItemQuantity>288</tradeItemQuantity> <transactionalItemData> <manufactureDate>2022-09-17</manufactureDate> <lotNumber>19840901</lotNumber> </transactionalItemData> </transactionalTradeItem> [...]</pre>	<pre><invoice> <digitalSignature>[...]</digitalSignature> <invoiceType>INVOICE</invoiceType> <invoiceCurrencyCode>HUF</invoiceCurrencyCode> <countryOfSupplyOfGoods>HU</countryOfSupplyOfGoods> <buyer><gln>599998200019</gln></buyer> <seller><gln>5990806169009</gln></seller> <invoiceTotals> <totalInvoiceAmount> <currencyCode>HUF</currencyCode><totalInvoiceAmount> </totalInvoiceAmount> </invoiceTotals> <invoiceLineItem> [...] <invoicedQuantity>288</invoicedQuantity> <amountInclusiveAllowancesCharges> <currencyCode>HUF</currencyCode><amountInclusiveAllowancesCharges> </amountInclusiveAllowancesCharges> <currencyCode>HUF</currencyCode><itemPriceInclusiveAllowancesCharges> </currencyCode><itemPriceInclusiveAllowancesCharges> <transactionalTradeItem> <gtin>0599998200200</gtin></transactionalTradeItem> </transactionalTradeItem> </invoice></pre>
DESADV XML (DESPATCH ADVICE)	INCOMING ORDER XML
<pre>[...] <creationDateTime>2023-04-30T17:04:10</creationDateTime> [...] <receiver><gln>599998200019</gln></receiver> <shipper><gln>5990806169009</gln></shipper> [...] <actualShipDateTime>2023-04-30T17:04:10</actualShipDateTime> <purchaseOrder>PC202318_3</purchaseOrder> <despatchAdviceLogisticUnit> <logisticUnitIdentification> <sscc>0599998200000002</sscc> </logisticUnitIdentification> [...] <despatchedQuantity>288</despatchedQuantity> <countryOfOrigin>HU</countryOfOrigin> <transactionalTradeItem> <gtin>0599998200200</gtin> <transactionalItemData> <lotNumber>19840901</lotNumber> <bestBeforeDate>2022-09-17</bestBeforeDate> </transactionalItemData> </transactionalTradeItem> [...]</pre>	<pre>[...] <creationDateTime>2023-04-30T17:04:10</creationDateTime> <orderIdentification>PC202318_3</orderIdentification> [...] <orderTypeCode>220</orderTypeCode> <buyer><gln>599998200019</gln></buyer> <seller><gln>5990806169009</gln></seller> [...] <requestedDeliveryDateTime> <date>2023-05-10T00:00:00</date> </requestedDeliveryDateTime> <requestedDeliveryDateTime> <date>2023-05-10T00:00:00</date> </requestedDeliveryDateTime> <requestedQuantity> <requestedQuantity>288</requestedQuantity> </requestedQuantity> <requestedQuantity> <requestedQuantity>288</requestedQuantity> </requestedQuantity> <transactionalTradeItem> <gtin>0599998200200</gtin></transactionalTradeItem> </transactionalTradeItem> [...]</pre>

5. ábra GS1 EDI XML példák - Forrás: saját szerkesztés

Az 5. ábrán látható XML dokumentumokat természetesen nem ilyen formájában látják az ellátási láncban részt vevők, hanem egy átláthatóbb, grafikus felhasználói felületen.

Az ellátási lánc szimulációt a laborban digitális ikrekkel is meg tudjuk valósítani. A digitális iker egy olyan fogalom, amelyet a digitális technológia és mesterséges intelligencia terén használnak. A digitális iker egy virtuális másolat vagy reprezentáció valós időben egy valós világi entitásról, például egy fizikai termékről, folyamatról vagy rendszerről (6. ábra).



6. ábra Digitális iker - Forrás: saját szerkesztés

A digitális iker létrehozása során adatokat gyűjtenek és érzékelőkön keresztül folyamatosan monitorozzák a valós világi entitást. Ezután az adatokat digitális formában modellezik és szimulálják, hogy pontosabb képet kapjanak a valós világban történő eseményekről és viselkedésekről, és lehetővé teszik az elemzéseket, a prediktív modellezést és a kísérletezést virtuális környezetben anélkül, hogy a valós világban történő beavatkozást igényelnének. Ez segít az innovációban, a tervezési folyamatok optimalizálásában, a hibák és problémák előrejelzésében, valamint a hatékonyság és a termelékenység növelésében. A digitális ikrek alkalmazása széles körű lehet, például a gyártásban, az iparban, a városfejlesztésben, az egészségügyben és sok más területen, ahol fontos a valós időben történő adatgyűjtés, elemzés és a rendszerek optimalizálása (<https://graphit.hu/digitalisiker-gyartasban-termelesben-es-logisztikaban/>).

5. Összegzés

Az azonosítási rendszerek, szabványok, illetve az adatgyűjtés és adatmegosztás kulcsfontosságúak az ellátási láncban. A megbízható és pontos adatok segítségével a vállalatok hatékonyabban tudják kezelni raktárkészleteiket, optimalizálni folyamataikat és növelni a versenyképességüket. Az egyedi termékazonosítás és az adatmegosztás lehetővé teszi a termékek nyomon követését az egész ellátási láncban, amely bizalommal tölti el a fogyasztókat és elősegíti a biztonságos és hatékony kereskedelmet.

A BGE-Bosch logisztikai szimulációs laborjában (SSFL) lehetőség van az ellátási lánc nyomonkövetési eseményeinek szimulálására a jelenleg már működő technológiai környezetekben. Ennek egyik eszköze lehet a GS1 szabványalapú rendszer bevezetése és alkalmazása. Mindez alapot képez arra, hogy az ellátási lánc főbb eseményeit további mikrolépésekre lehessen bontani, ezzel is hozzájárulva a minél realisztikusabb modell megvalósításához.

Felhasznált Irodalom

Astill, J., Dara, R. A., Campbell, M., Farber, J. M., Fraser, E. D., Sharif, S., & Yada, R. Y.

- (2019). Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.024>
- Bateman, A., & Bonanni, L. (2019). What supply chain transparency really means. *Harvard Business Review*, 20, 2-8.
- Bischoff, O., & Seuring, S. (2021). Opportunities and limitations of public blockchain-based supply chain traceability. *Modern Supply Chain Research and Applications*, 3(3), 226-243. <https://doi.org/10.1108/MSRA-07-2021-0014>
- Björkdahl, J. (2020). Strategies for digitalization in manufacturing firms. *California Management Review*, 62(4), 17-36. <https://doi.org/10.1177/0008125620920349>
- de Boissieu, E., Kondrateva, G., Baudier, P., & Ammi, C. (2021). The use of blockchain in the luxury industry: supply chains and the traceability of goods. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(5), 1318-1338. <https://doi.org/10.1108/JEIM-11-2020-0471>
- Fetter, B. K., & Zilahy, G. (2020). Az Ipar 4.0 hatásai az ellátási láncok mentén—a gyógyszeripar példája. *Köz-gazdaság*, 15(4), 134-148.
- Ghadge, A., Er Kara, M., Moradlou, H., & Goswami, M. (2020). The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(4), 669-686. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2019-0368>
- Lam, H. Y., Choy, K. L., Ho, G. T. S., Cheng, S. W., & Lee, C. K. M. (2015). A knowledge-based logistics operations planning system for mitigating risk in warehouse order fulfillment. *International Journal of Production Economics*, 170, 763-779. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.005>
- Moysiadis, T., Spanaki, K., Kassahun, A., Kläser, S., Becker, N., Alexiou, G., ... & Karali, I. (2022). AgriFood supply chain traceability: data sharing in a farm-to-fork case. *Benchmarking: An International Journal*, (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2022-0006>
- Reddy, P., Kurnia, S., & Tortorella, G. L. (2022, September). Digital Food Supply Chain Traceability Framework. In *Proceedings* (Vol. 82, No. 1, p. 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/proceedings2022082009>
- Rogerson, M., & Parry, G. C. (2020). Blockchain: case studies in food supply chain visibility. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 601-614. <https://doi.org/10.1108/SCM-08-2019-0300>
- Shao, X. F., Liu, W., Li, Y., Chaudhry, H. R., & Yue, X. G. (2021). Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120354. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120354>

Sharma, M. G. (2023). Supply chain, geographical indicator and blockchain: provenance model for commodity. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(1), 92-108. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2021-0288>

Xu, P., Lee, J., Barth, J. R., & Richey, R. G. (2021). Blockchain as supply chain technology: Considering transparency and security. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(3), 305-324. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2019-0234>

Zelbst, P. J., Green, K. W., Sower, V. E., & Bond, P. L. (2020). The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(3), 441-457. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2019-0118>

Zelbst, P. J., Green, K. W., Sower, V. E., & Bond, P. L. (2020). The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(3), 441-457. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2019-0118>

178/2002/EK rendelet, AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 178/2002/EK RENDELETE (2002. január 28.) az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról

BIZOTTSÁG (EU) 2016/161 FELHATALMAZÁSON ALAPULÓ RENDELETE (2015. október 2.) a 2001/83/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az emberi felhasználásra szánt gyógyszerek külső csomagolásán elhelyezendő biztonsági elemekre vonatkozó részletes szabályok meghatározása tekintetében történő kiegészítéséről <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0161&from=LV>
https://www.bet.hu/pfile/file?path=/site/Magyar/Dokumentumok/Kibocsatok/esg/ESG_Jelentesi_Utmutato.pdf

<https://www.b2be.com/company/standards-memberships/gsl-united-kingdom/>

<https://www.gslhu.org/gsl-szervezet>

<https://www.gslhu.org/nyomonkovetesi-szabvanyok>

<https://hirlevel.egov.hu/2020/12/14/a-nyilt-adatok-es-az-adatmegosztas-gazdasagi-hataselemzese-2-resz/>

<https://graphit.hu/digitalisiker-gyartásban-termelesben-es-logisztikában/>
<https://logisztika.hu/2023/05/19/gsl-szabvanyok-a-gyakorlatban/>