

# Digitalizáció a textil- és ruhaiparban

Lázár Károly

**Kulcsszavak/Keywords:** Textilipar, Ruhaipar, Digit, Digitizálás, Digitalizálás, Adatfeldolgozás, Dolgok internetje, Virtuális valóság, Kiterjesztett valóság, Mesterséges intelligencia  
Textile industry, Clothing industry, Digit, Digitization, Digitalization, Data processing, Internet of things, Virtual reality, Augmented reality, Artificial intelligence

A digitalizáció manapság már kulcsszó, a negyedik pari forradalom (közismert rövid nevén: Ipar 4.0) alapját képezi. Digitalizált formában folyt az oktatás a Covid-járvány idején, digitalizált formában folynak munkaértekezletek távmunkában dolgozó munkatársak között, digitalizált formában zajlik az e-kereskedelem, digitalizált formában készül az adóbevallásunk, digitalizált iratokat, leveleket, képeket küldünk egymásnak, digitalizált adatok működtetnek automata berendezések – és így tovább.

## Az Európai Bizottság kezdeményezése



A digitalizációs folyamat azonban sokkal több ennél. Az Európai Bizottság 2016-ban indította el az európai ipar digitalizálására irányuló kezdeményezést, a Digitális Európa Programot, amelynek célja, „hogy a digitális technológiák terén megerősítse az Unió

versenyképességét és biztosítsa azt, hogy minden európai vállalkozás teljeskörűen élvezhesse a digitális innovációk által nyújtott előnyöket.” Ennek a programnak az értelmében a Bizottság kiadta az Európai Digitális Innovációs Központok (European Digital Innovation Hubs, EDIH) létrehozásáról szóló munkaanyagát, „amelyben új finanszírozási programmal, 26,8 millió eurós keretösszeggel fejleszti a 2021 és 2027 közötti időszakban a tagországok gazdaságainak és társadalmainak digitális fejlődését.”[1]

Egy az Európai Unió Bizottsága számára készült jelentés szerint „a Covid-világjárvány utáni korszakban a digitális, a környezetvédelmi és az újrahasznosítási technológiák elterjedése az iparág túlélése és megújulása szempontjából kritikus jelentőségűvé válnak. Különösen a mesterséges intelligencia (MI) technológiák alkalmazása kínálja a készletelemzés forradalmasításának és az ellátási lánc jobb szervezésének lehetőségét. A három dimenziós (3D) tervezés és a vizuális valóság/kiterjesztett valóság (VR/AR) alkalmazások új utat biztosítanak majd a vállalatoknak, hogy megkönnyítsék működésüket és kapcsolatba lépjenek az ügyfelekkel a korlátozott mozgásszabadságú világban.”[2]

A magyar Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal közleménye megállapítja: „A digitalizáció elengedhetetlen a versenyképesség megtartásához, üzleti folyamatokba, termékekbe és szolgáltatásokba történő

integrálása pedig nagymértékben hozzájárul a cégek, valamint a közszeaktor szereplőinek hatékonyság-növeléséhez. A kezdeményezés célja, hogy az európai kapacitások megerősödjének a nagyteljesítményű számítástechnika, a mesterséges intelligencia, a kiberbiztonság és a korszerű digitális készségek terén, valamint, hogy támogassa elterjedésüket a gazdaságban és társadalomban. Annak érdekében, hogy ezeket a képességeket a vállalatok és a közigazgatás ténylegesen fel tudják használni, az EDIH-ek szorosan együttműködnek az illetékes szakosodott központokkal és gondoskodnak arról, hogy a vállalatok és a közigazgatás kísérletezzen ezen technológiákkal és alkalmazza azokat a konkrét igényeik szerint.”[3] Ennek értelmében a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal 2020-ban hazánkban is kezdeményezte ilyen EDIH központ létrehozását, amire már van is több példa egyetemek és szakmai szervezetek együttműködésével.[4][5][6]

## Néhány alapvető fogalom

### Digitalizálás

A digitalizálás az a folyamat, amely során az analóg folyamatokat és a fizikai objektumokat digitális formátumba konvertálják. Más szavakkal: a digitalizálás az az eljárás, amellyel bizonyos műveleteket meg lehet kezdeni digitális médian keresztül, például számítógépeken vagy okostelefonokon, általában egy internetkapcsolat segítségével.[7]

A **digitalizálás** szó eredete a latin *digitus* szó jelentése: ujj. Az ebből származtatott angol *digit* szó az informatikában számjegyet, egész számot ábrázoló írásjegyet jelent [8], feltehetőleg azért, mert a rómaiak ujjjaikkal mutatták a számokat (ebből erednek a római számok) (1. ábra).

Az informatikában az *analóg* szó folyamatosan változó/változtatható fizikai mennyiséget jelent.[8] Ha például egy fonalszakító gépen a nyúlás növekedését egy mutató forgása (*analóg folyamat*) szemlélteti, akkor *analóg* műszerről beszélünk. Ha azonban a műszeren a nyúlás előrehaladását egy például százalékonként megjelenő újabb és újabb számjegy felvillanása mutatja, akkor a nyúlás változását *digitális* műszer szemlélteti. Ennek az analóg-digitális átalakító műveletnek az elnevezése: **digitizáció**.

A **digitalizáció** az a folyamat, amikor egy fizikai mennyiséget valamilyen módon számítógéppel feldolgozhatóvá teszünk. Azoknak a műveletnek az együttese, amelyeknek elvégzése a digitizált adatok és a technológiai eszközök együttes alkalmazásával történik.[8] Ilyen például az, amikor egy begépelte szöveget digitizálva beviszünk a számítógép memóriájába és onnan egy másik



1. ábra. A római számok eredete

számítógépre kódolt formában továbbítjuk, ahonnan az ismét kiolvasható.

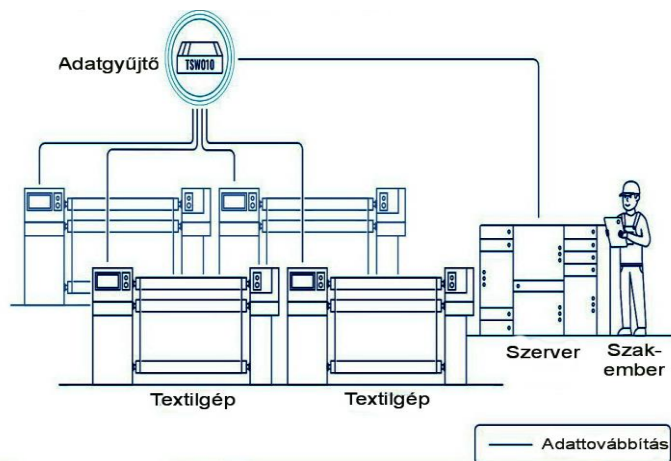
A digitalizáció fogalma azonban ma már nem csak egy szöveg, kép vagy hang számítógéppel olvasható, kódolt formába való átvitelét jelenti, hanem azt is, ahogyan megalkotjuk a gépek, adatok, folyamatok és emberek egy újfajta, összetettebb és magasabb szintű, automatizált egységét.[9]

A **digitális átalakulás** az üzleti és munkafolyamatokat helyezi teljesen új perspektívába. Kihasználja a technológiai eszközöket és az automatizációt, amelyek segítségével növeli az eredményes munkavégzést, új üzleti/bevételi lehetőségeket teremt, kezeli és minimalizálja a kockázatot. Kitér a vállalat működésének minden aspektusára. Abban különbözik a digitizációtól és a digitalizációtól, hogy középpontjában sokkal inkább az ember áll. Olyan változásokról szól, amelyek ügyfélközpontúak, támogatja a munkavállalók és a vezetők munkáját, egyszerűbbé és gyorsabbá teszi azt.[10]

A digitalizáció alapja az **adat**, amit valamilyen számérték (digit) fejez ki. Ez lehet egy szöveg betűinek kódja, egy ábra pontjainak síkbeli vagy egy tárgy térbeli elhelyezkedésének pillanatnyi koordinátája, egy megszólaló hang frekvenciája, egy megjelenő szín hullámhossza, egy műszerrel mért mennyiség pillanatnyi értéke – mind-mind adat, ami tárolható, módosítható, feldolgozható, továbbítható, újra megjeleníthető. Az adatokkal folytatott műveleteket a digitalizáció során a szoftverek által vezérelt számítógépek végzik. A számunkra látható, hallható, érzékelhető mennyiségeket a számítógép a digitizáció műveletével olyan fizikai mennyiségekre (elektromos vagy mágneses jelekre) alakítja át, amelyekkel azután maga a gép az előre betáplált program (szoftver) segítségével elvégzi a kívánt műveleteket – a digitalizálást.

### Gépek egymás közötti kommunikációja – M2M

A hálózatba kapcsolt gépek egymás közötti – angolul: *Machine to Machine*, elterjedt rövidítéssel: *M2M* –, emberi közreműködés nélküli kommunikációja olyan érzékelők alkalmazásán alapul, amelyek folyamatosan továbbítják – természetesen digitális – adataikat egy központi rendszerhez, majd onnan egy másik géphez. Így két vagy több gép közvetlenül cserél információkat egymással, akár vezetékeken, akár vezeték nélküli módon (2. ábra). Az M2M rendszer felhasználható gépek, berendezések vezérlésére, adatgyűjtésre, hiba jelzésére, karbantartási igény bejelentésére, a feldolgozott anyag mennyiségének fogyására (mielőtt az még teljesen elfogyna) stb. Az ilyen gépeket nevezik *intelligens gépeknek* (smart machine).

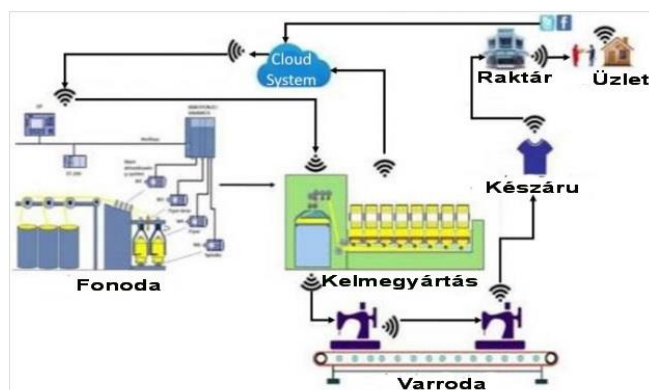


2. ábra. M2M alkalmazása egy textilüzemben [26]

Számos informatikai cég foglalkozik – gépgyárakkal együttműködve is – ilyen rendszerek fejlesztésével és minden bizonnyal alkalmazhatók lehetnek a textil- és a ruházati iparban is.[11]

### Dolgok internetje – IoT, IIoT

A „dolgo internetje” (*Internet of Things, IoT*) hálózatba kötött „intelligens” eszközöket jelent, amelyek beépített érzékelők révén képesek adatokat gyűjteni és az internet hálózat segítségével más eszközökhöz továbbítani és azokat szükség esetén automatikusan valamilyen beavatkozásra utasítani. A textil- és ruháiparban ennek ipari változata, az ún. *Industrial Internet of Things (IIoT)* felel meg, amely alkalmas nagyon nagy adattömegek (big data) feldolgozására, gépi tanulásra és a „felhő alapú” számítástechnika alkalmazására. (A „felhő alapú” szolgáltatást nem egy meghatározott hardvereszközön üzemeltetik, hanem a szolgáltató eszközein elosztva, annak üzemeltetési részleteit a felhasználótól elrejtve. A szolgál-



3. ábra. IIoT a textilgyártási folyamatban [27]

atásokat a felhasználók hálózaton keresztül érhetik el, az interneten keresztül.[12]

Az IIoT az intelligens gépek és a valós idejű adat-elemzés kombinációját használja ki és ezért az intelligens gépek gyorsabban és pontosabban közölnek fontos információkat, amelyek felhasználhatók az üzleti döntések gyorsabb és pontosabb meghozatalához.

### Virtuális és kiterjesztett valóság – VR/AR

A **virtuális valóság** (*virtual reality, VR*) akkor válik „láthatóvá”, amikor felveszünk egy szemüveget és ezzel – teljesen kizárva a valóságot – látszólag bekerülünk egy térbe, ahol egy esemény zajlik. Ez tulajdonképpen egy teljes egészében számítógép által létrehozott látszólagos világot jelent. Alkalmazásával elsősorban a számítógépes játékokban, a közlekedési szimulációkban (repülés-szimulátorok, gépkocsivezetési szimulátorok), bonyolult műveletek betanításában stb. találkozunk. A plasztikai sebészeten ilyen megoldások segítségével a műtét várható eredményét előre lehet egyeztetni a pácienssel. Ugyanakkor a műtétek megtervezésén túl az orvosok a betegek virtuális modelljein, még a tényleges beavatkozás előtt látszólagosan elvégezhetik a műtéteket, ezáltal csökkentve a valódi műtét kockázatait. Egy további lehetőség például, hogy megtervezett épületek, vagy az eladásra kínált ingatlanok virtuális modelljeit az ügyfelek testközelből tekinthetik meg, illetve járhatják be a VR-szemüvegek és -sisakok segítségével. Nagy szerepe lehet a virtuális valóság bemutatásának oktatási anyagok (pl. geometria, természettudományi tárgyak, művészettörténet) szemléltetésében.[13][14]



4. ábra. Ruhapróba a kiterjesztett valóságban [28]

A **kiterjesztett valóság** (angolul *augmented reality*, AR) a valóság egyfajta virtuális (látszólagos) kibővítése, amikor például egy erre a célra létrehozott eszközt használva a valós környezetbe virtuális elemeket vetítünk. Erre lehet példa a ruhatervezésnek az a módja, amikor egy valóságos modell képére rávetítik a tervezendő ruhadarabot, annak megállapítására, hogy az jól áll-e viselője alakjához (4. ábra). Ehhez hasonló eljárás az, amikor egy helyiség valóságos képébe belevetítik az ott felállítandó gépek, berendezések vagy dekorációk képét és így tervezik meg, hogy mi hova kerüljön a valóságos térben. A kiterjesztett valóság a **vegyes valóság** része: a valós és a virtuális környezetek összekapcsolását írja le. Valós pl. a személy (próbababa), virtuális a megtervezett ruha, vagy valós az üzemszarnok, virtuálisak pedig az ott elhelyezendő gépek.

E két területnek igen nagy jövőbeni jelentőséget tulajdonítanak. A VR/AR technológia alkalmazásával nagyobb biztonságot lehet elérni és időt lehet megtakarítani. Egyes beszámolók 46% időmegtakarítást és 32% termelékenység-emelkedést említene, ami természetesen pénzületi megtakarítást is jelent. [15][16]

## A digitalizáció szerepe a textil- és ruhaiparban

A világ textilipara 2022 és 2030 között évente várhatóan 4%-kal növekszik [17]. Ennek zavartalan ellátására elengedhetetlen egy jól szervezett, fenntartható értéklánc kialakítása, amelyben a digitalizációnak is fontos szerep jut. Ebben az értelemben a digitalizáció elvileg azt jelenti, hogy a textiltermék gyártásának teljes folyamatában, a tervezéstől az anyagbeszerzésen és a gyártás valamennyi fázisán át egészen a fogyasztóhoz való eljuttatásig, sőt esetleg azon túl is, az elhasználandó termék bármilyen módon való megsemmisítéséig nyomon lehet követni. Erre az ad lehetőséget, hogy a termék minden állapotát adatként rögzítik és adatként újra meg újra feldolgozzák, például rögzítik, hogy újra megkereshető legyen, vagy az előállítás ill. értékesítés művelet sorában következő fázishoz továbbítják, hogy segítségével az adott művelet optimális körülmények között legyen elvégezhető.

A digitalizáció az adminisztráció területén már nagymértékben elterjedt mindenütt, a textil- és ruhaiparban is. A személyi, munkaügyi, termelési, raktári, beszerzési, kiszállítási, pénzügyi stb. adatokat ma már mindenütt és szinte teljeskörűen digitális formában tárolják és számítógépeken dolgozzák fel. Ennek már házánkban is több évtizedes múltja van, az 1980-as

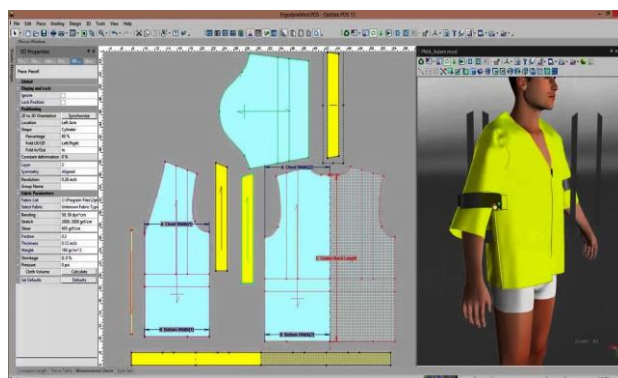
években kezdődött, amikor az első személyi számítógépek megjelentek a gyárakban.

Ezzel párhuzamosan jelentek meg és terjedtek el fokozatosan az elektronikus berendezésekkel vezérelt és számítástechnikai eszközökkel programozható termelőgépek, a textil és ruhaipar minden gyártási fázisában, már a termék (kelme, modell) tervezésétől kezdve, sőt, a textiltisztításban is, és jelentek meg az ennek a technikának az alkalmazására épülő automata gépek, berendezések és gyártósorok.

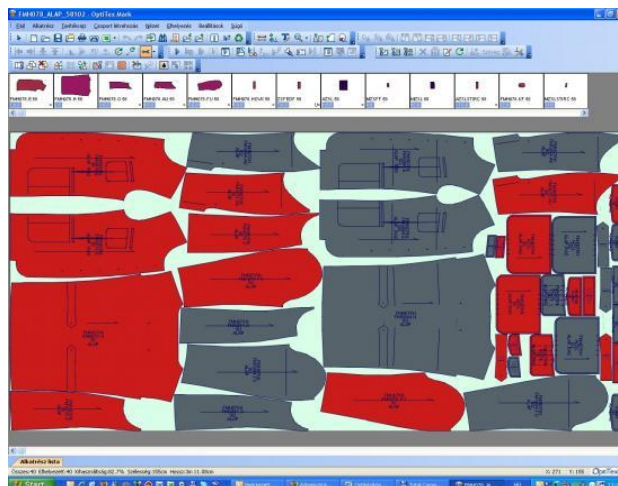
## Terméktervezés

Korábban mind a különböző textilmintázatok tervezése (legyenek azok akár a kelme szerkezetének módosításai, akár textilyomási technikával létrehozott felületi mintázatok) papírmunka volt: a mintát meg kellett rajzolni, ki kellett színezní, a kívánt szerkezet (kötés- vagy szövetszéma stb.) létrehozásához szükséges műszaki anyagot írásba kellett foglalni, a ruha formáját rajztáblán kellett megalkotni, az előállításához szükséges szabásmintákat rajztáblán meg kellett szerkeszteni stb. Ma már rendelkezésre állnak különböző szoftverek textiliák esztétikai és technológiai tervezésére.

A **ruhatervezés** – és általában a konfekcionált termékek, pl. bútorhuzatok stb. tervezése – képernyőn történhet, a hardver és a szoftver által biztosított rajzoló, színező eszközök segítségével (5. ábra), a szükségessé váló módosítások ugyancsak a képernyőn elvégezhetők és a kész terv akár térbelileg is megjeleníthető, végül egyszerűen a számítógépből kinyomtatható. Vannak szoftverek, amelyek segítségével elvégezhető a szabászati előkészítési munkája: a szériázás, a szabászati felfektetési rajz megtervezése (6. ábra) és olyan állapotban való, digitizált



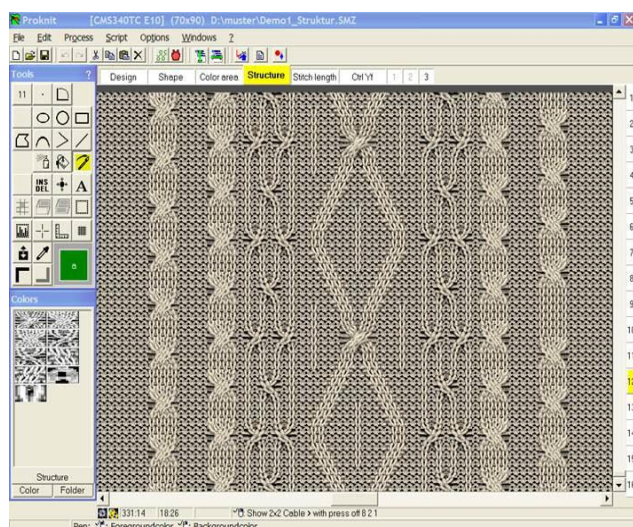
5. ábra. Ruhatervezés képernyőn (Assyst Bullmer)



6. ábra. Szabászati felfektetési rajz készítése képernyőn [29]

rögzítése, hogy az az automata szabásgépre valamilyen adathordozó segítségével átvihető legyen, a varratokhoz szükséges cérna mennyiségének automatikus kiszámítása, amivel megtakarítható egy csomó számítási és írásbeli munka és ezzel elkerülhetők tévedések, hibák is. Erre az egész folyamatra különböző, de egymással többnyire kompatibilis, azaz egymás adatait felhasználni képes szoftverek léteznek. Így tehát a ruhagyárnak módja van arra, hogy a ruhadarab tervezésétől a szabásminták elkészítéséig a gyártáshoz szükséges minden tervezési, nyilvántartási, adatfeldolgozási művelet számítógépen legyen elvégezhető. Ez nagy pontosságot és ezzel a minőség javítását, az átfutási idő rövidítését, munkaráfordítás megtakarítását teszi lehetővé.

A modern kelmegyártó – szövő-, kötő-, fonatoló- vagy csipkeverő – gépekhez a készítendő **szerkezeti**



7. ábra. Kötöttkelme-tervezés képernyőn [30]

**minta megtervezése** számítógépen, képernyő előtt végezhető (7. ábra). A modern gépek ma már nagy részben elektronikus vezérlésűek, így a számítógép képernyőjén megtervezett minta digitizált adatait közvetlenül vagy adathordozó segítségével át lehet vinni a gép vezérlőművére, így a gép a mintát ennek megfelelően készíti el. Ezzel a módszerrel a minta gyorsabban, kevesebb hibával tervezhető meg, az új mintára való átállítás gyorsabb lehet, ami nagyobb termelékenységet jelent. A legújabb fejlesztések arra irányulnak, hogy a vállalati központban megtervezett mintákat a „felhőben” (egy külső, idegen helyen, szolgáltatásként működő hardveren) tárolják és onnan irányítják mintaváltás esetén közvetlenül a megfelelő termelő géphez.



8. ábra. Digitális textilnyomógép [31]

táplálják be a digitális textilnyomtatókba, amely apró cseppekben viszi fel a különböző színű színezékeket



9. ábra. Szövőgép digitális vezérlőtáblája (Dornier)

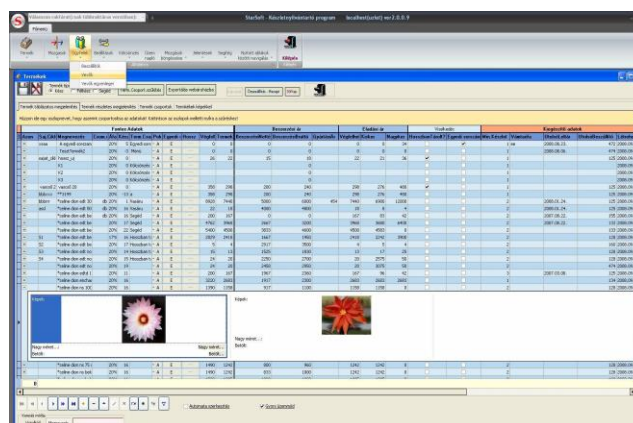
(„tintákat”) a kelmére, a beprogramozott minta szerint (ez az ún. **digitális nyomtatás**) (8. ábra).

## Gépvezérlés

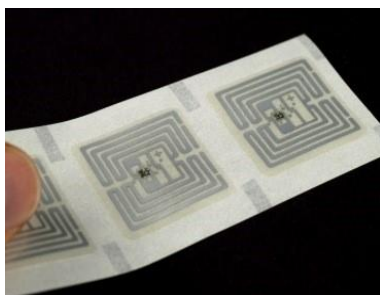
A különböző kelmegyártó gépeken, hímzőgépeken alkalmazott jacquard-rendszerű mintavezérlések korábban többnyire lyukkártyákat, lyukszalagokat alkalmaztak. A mai korszerű, egyre magasabb szinten automatizált gépeken ezt a szerepet számítógéppel vezérelve, digitális úton látják el: a mintázásban részt vevő szerkezeti elemek (lűk, platinák stb.) működését elektronikus úton vezérlik. Ugyanez vonatkozik azokra a műveletekre is, amelyek valamely szerkezeti elem különböző ki-bekapcsolását, mozgásának sebesség- vagy irányváltoztatását igénylik: ennek vezérlése is digitális programozást igényel (9. ábra).

## Készletnyilvántartás

A készletnyilvántartó rendszerek rögzítik az áru eredetét, fajtáját, mennyiségét, beérkezésének, majd a raktárból való kiadásának mennyiségét és dátumát (10. ábra). Hagyományos eszközökkel ezt papírokon, táblázatokon való kézi nyilvántartással (az adatok felírásával) végezték és a változásokat (például a mindenkori készletet) a be- és kimenő adatok különbségének számításával állapították meg. (Nem meglepő, ha véletlen elírások vagy számítási hiba következtében helytelen adatok kerültek a nyilvántartásba.) Az adatok nyilvántartása és a változások kiszámítása e célra alkotott szoftverekkel ma már számítógéppel végezhető és a pillanatnyi állapot bármikor rendelkezésre állhat és megtekinthető, akár papírra kinyomtatható. A különböző nyilvántartások adatai egymásba automatikusan átvihetők, ami egyrészt meggyorsítja a műveleteket, másrészt csökkenti a hibalehetőségeket.



10. ábra. Készletnyilvántartó program egy oldala [32]



11. ábra. RFID jeladó címke

megállapítja és az elhelyezés koordinátáit a számítógépbe továbbítja, akkor ez a hely bármikor kiolvasható, a termék könnyen megtalálható. Ha elviszik onnan, akkor ezt a körülményt és az új helyet (például a felhasználás helyét) a terméken lévő jel leolvasásával ismét érzékeltetni lehet – vagyis a termék mozgása mindig nyomon követhető.

Mindennek feltétele tehát, hogy a terméken legyen valamilyen jel, amit az érzékelő észlelni tud. Erre szolgálhat például egy optikailag leolvasható címke (vonalkód vagy QR-kód), vagy egy RFID jeladó címke (a rövidítés a Radio Frequency IDentification, azaz rádiófrekvenciás azonosítás elnevezésből származik) (11. ábra) a termékre vagy annak csomagolására rögzítve, és aminek át-haladását bizonyos pontokon egy érzékelő megállapítja és mint adatot a számítógépbe továbbítja. Így a termék helye, mozgása – mindenkor egyéb, a számítógépbe eredetileg betáplált adatával együtt – megállapítható, rögzíthető, adatként továbbfeldolgozható.

## Termelésirányítás

Léteznek szoftverek, amelyek a számítógép útján kapcsolatban állnak az egyes termelőgépek olyan jeladóival, amelyek – a gép alapadatainak (gyártmány, típus stb.) megadásával együtt – a gép teljesítményét és a folyamat paramétereit jellemző pillanatnyi adatokat (fordulatszám, sebesség, hőmérséklet stb.) közlik. Így – az IIoT technológia alkalmazásával – bármely pillanatban megjeleníthető az üzem valamennyi gépének állapota, és gyűjthetők az időegységre eső összesített adatok is. Az ilyen szoftverek segítséget nyújtanak az üzemvezetőnek ahhoz, hogy állandóan figyelemmel kísérhesse az adott géppark működését és intézkedhessen, ha beavatkozásra van szükség (pl. egy gép leállása következtében). A gép még a hiba okát is közölheti, például egy fonalszakadás vagy kelmehiba esetén, ha a fonalórtól ill. a hibaérzékelőtől érkező leállító jelet nem csak a gép vezérlőegységébe (a működtető áramkör megszakítójába), hanem a számítógépbe is továbbítják és ott megjelenítik. Ilyen esetben a hibaokok gyakoriságának statisztikai feldolgozására is lehetőség nyílik. A termelésirányító szoftverek általában összekapcsolhatók a készletnyilvántartással is, hogy látható legyen a folyamatos anyagellátás biztosítása ill. az esetleges várható anyaghiány. Korszerű üzemekben a termelésirányító szoftver online (internet kapcsolattal) hozzáférhető, tehát az üzemvezető akár távollétében is ellenőrizni tudja a folyamatot.

## Vállalatirányítási szoftverrendszerek

Ma már rendelkezésre állnak komplett vállalatirányítási (Enterprise Resource Planning, ERP) szoftverrendszerek a textil- és ruhaipar számára is, amelyek magukban foglalják az anyagbeszerzéstől a gyártás teljes folyamatán keresztül a kiszállításig az összes tervezési, irányítási, ellenőrzési, nyilvántartási, pénzügyi, személyzeti

és egyéb adminisztrációs feladat digitalizált formában történő feldolgozását. Az ERP rendszer egy integrált üzleti folyamatot kezelő szoftver, amely a rögzített szervezeti adatok elérését valós időben teszi lehetővé. Több szervezeti egység te-



12. ábra. e-kereskedelem [33]

vekenységeire is kiterjed, az egyes területeken keletkező adatok gyűjtését, tárolását, kezelését, feldolgozását és értelmezését teszi lehetővé összvállalati, vagy akár vállalatcsoport szinteken is. Alkalmazásával folyamatosan frissített és integrált képet kaphatunk a cég folyamatairól, amelyeket egy közös adatbázisban tárolódnak.[38]

## Ruházati kereskedelem

Az az interneten át folytatott kereskedelmi tevékenység (*e-kereskedelem*) tipikus esete a digitalizációnak és az IoT rendszerek alkalmazásának. A kereskedő a raktárkészletén lévő termékek képét és fő tulajdonságait digitalizált formában tölti fel honlapjára és maga az adásvétel is – a termék vevő által történő kiválasztása, megrendelése, árának kifizetése – az internet segítségével bonyolódik (12. ábra). Ehhez természetesen az szükséges, hogy a vevő minden számára fontos információt megkaphasson, a termék (esetleg több irányból mutatott) képén és árán kívül a méretnagyságról, a minőségről és a használhatóságra vonatkozó különböző adatokról.

Terjed az ún. **digitális polc-címke** (electronic shelf label, ELB – elektronikus tinta, „e-ink” alapú digitális kijelző) alkalmazása is a kereskedelemben, logisztikában, sőt az iparban is (13. ábra). A digitális



13. ábra. Digitális polccímke [34]

árucímke az üzlet pénztárgép-rendszerének adatbázisa alapján jeleníti meg az árakat, ez biztosítja, hogy a vásárlók mindig azt az árat látják a polcokon, ami a pénztárgépben is szerepel. A pénztárgépes informatikai rendszer a polccímkékkel rádiófrekvenciás jelek használatával kommunikál.[18] A németországi ruházati kereskedelemben bevezetett ún. *fashion-TAG*-címkéken elektronikus formában jeleníthető meg az aktuális készlet és ár. A divatipar-cikk-kereskedelemben ez a digitális árcédula vonzó formatervezésével és kivitelezésével még ösztönzőleg is hat a vásárlási kedvre.[19]

Amerikai tapasztalatok szerint a kiskereskedők körében is egyre népszerűbbek azok a technológiák, amelyek minimális emberi beavatkozással képesek az árucikkeket (virtuálisan) „mozgatni” az ellátási láncban. Az ellátási lánc automatizálása és a munkaerő minimalizálása jelentős hatékonyságnövekedést hozhat. Ez a terület egyre fontosabbá válik, mivel a kiskereskedelmi értékesítés egyre inkább megkerüli a boltokat és a nagykereskedelmet, és közvetlenül a fogyasztóhoz kerül. Az üzletekben vagy raktárakban található intelligens polcok, kamerák és a termékeken elhelyezett rádiófrekvenciás



14. ábra. Méretvétel testszkennerral [35]

azonosító (RFID) chipek segítségével a kiskereskedelmi áruk leltári nyilvántartása azonnal frissíthető. Emellett gyorsabb koordinációt tesznek lehetővé a kiskereskedők között a készletfeltöltés során.[20]

A ruhakereskedelmi és méretszabósági tevékenység egy kapcsolódó területe a **digitális méretvétel**. A megrendelő számára készítendő ruhadarabhoz szükséges a fő testméretek megállapítása, ami történhet térbeli fényképezéssel, ún. testszkennerek alkalmazásával (14. ábra) és a fényképek megfelelő számítógépes szoftver alkalmazásával történő kiértékelésével, vagy egyszerűbben, a test elől- és oldal-nézeti képeinek szintén számítógépes kiértékelésével.[21][22]

## Digitális termékútlel

Az Európai Unió Bizottsága a környezeti szempontból fenntarthatóbb, körforgásos termékek előállítására, forgalmazására érdekében tervezet hozott nyilvánosságra 2022 márciusában az európai Zöld Megállapodás keretében. Az ebben foglalt javaslatok arra irányulnak, hogy az Európai Unióban a fenntartható termékek jelentsék a normát, teret nyerjenek a körforgásos üzleti modellek, a fogyasztók pedig tudatosan és tevékenyen segíteni tudják a zöld átállást. Ezt segítené az ún. **digitális termékútlel** (Digital Product



15. ábra. Digitális termékútlel [41]

Passport, DPP), amely a forgalomba kerülő és a fenntarthatóság és a körforgásos gazdaság szempontjából kritikus termékeken megtalálható lenne, ideértve a textiliákat, ruházati cikkeket is. Ez egy vonal- vagy QR-kód lehetne a termék címkéjén (15. ábra), amelynek megnyitására olvashatóvá válnának a termék anyag-összetételével kapcsolatosan mindazok a legfontosabb információk, amelyek elősegíthetik a termék javítását, újrahasználatát vagy újrahasznosítását, vagy hogy a hulladékkezelő létesítményekben megfelelően kezelhessék azokat, továbbá elősegítené az aggodalomra okot adó anyagok nyomon követését az ellátási láncban. Az elképzelés szerint 2030-ig kellene végrehajtani az EU fenntartható és körforgásos textiliparra vonatkozó uniós stratégiájának célkitűzéseit, benne a digitális termékútlel használatának elterjesztését.[23]

## Intelligens ruházat

Az intelligens ruházatok is jellegzetes példái a textil- és ruhaiparban található digitalizálási és IoT

megoldásoknak [24]. Az intelligens ruházatok olyan termékek, amelyek a beépített különböző érzékelők segítségével folyamatosan, vezeték nélkül, Wi-Fi vagy Bluetooth használatával információt továbbítanak egy külső megfigyelő erre alkalmas készülékére a ruhadarab viselőjének fizikai állapotáról, egyes szerveinek (pl. szívének, tüdejének, izmainak) működéséről, hőmérsékletéről, izzadságáról stb. (16. ábra). Tartalmazhatnak ezen kívül szórakoztató elektronikus készülékeket, telefont, fényforrást is. Az intelligens ruházat gyakran beépített napelemmel is rendelkezik.

A legújabb fejlesztésekben a ruha anyagába nagyon vékony, hajlékony érzékelőket, működtető elemeket, elektronikát, mobil csatlakozási lehetőségeket, sőt, a működtetésükhöz még nanogenerátorokat is alkalmaznak. Ezek kombinációja új funkciókat biztosít az intelligens ruháknak.

Kísérletek folynak textil anyagú napelemek kifejlesztésére is, éppen intelligens ruházatokon való alkalmazásra.

Az intelligens ruházatok fejlesztésének egyik legfontosabb kihívása a különböző tulajdonságok (rugalmasság, a viselési kényelem



16. ábra. Intelligens ruházat a szervezet állapotát figyelő beépített érzékelőkkel

és az alkatrészek miniatürizálhatóságának, esetleg divatosságának) elérése és kombinálása. Ennek érdekében a kutatók különböző anyagokat, például nanoanyagokat, polimereket, dielektromos elasztomereket és kompozitokat használnak. Ezeket a különböző ingerekre adott eltérő jellemző viselkedésük függvényében az adott alkalmazáshoz igazítják.[25]

Az intelligens ruházatoknak elsősorban a különböző sportruhákban, munkahelyi védőruhákban, katonai öltözékekben van jelentős szerepe, bár egyes alkalmazások a divattervezők fantáziáját is megmozgatják (pl. fény- és hanghatások előállítására bizonyos külső körülmények hatására).

## A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségei

Manapság sok szó esik a *mesterséges intelligenciáról* (MI) és annak alkalmazási lehetőségeiről a legkülönbözőbb helyeken, egyebek között a textilgyártásban és -kereskedelemben is. A szakemberek nagy reményeket fűznek hozzá, óriási mértékben fejlődik.

A mesterséges intelligenciát a textilgyártás és a divatipar folyamataiban a következő területeken ajánlják: [36][37][39][40]

- Kelmehibák azonosítása. – A kelmék bármely hibája átkerül a végtermékbe, ami selejtet eredményezhet. Ezért nagyon fontos, hogy a továbbfeldolgozást megelőzően ellenőrizzük a kelme minőségét. A szemrevételezéssel végzett kelmeellenőrzés (átnézés) lassú és gyakran nem elég megbízható. Mesterséges intelligencia alkalmazása erre a célra gyorsabb és megbízhatóbb eredményt mutat, mert felhasználja a kelmét alkotó fonál és a kelmesterkezet adatait.

• A mintázat ellenőrzése. – A kelme szerkezeti vagy színes mintázatának vizuális ellenőrzésére az elemzendő kelmeképet a képgyűjtő rendszerben gyűjtik össze és a rendszer ezekből a képekből „tanulja meg” a mintázatot, a színeket és a még megtűrt eltéréseket. Az ezektől való bármilyen eltérést azonnal automatikusan jelzi.

• Színegyeztetés. – A textília színét szemre-vételezéssel „elfogadhatónak” vagy „nem megfelelőnek” ítélik meg, esetleg részletesebben „túl világosnak” vagy „túl sötétnek”, vagy még pontosabban pl. „túl pirosnak” vagy „túl zöldnek” minősítik. A mesterséges intelligenciát „tanuló képessége” alkalmassá teszi arra, hogy ezeket a minőségjelzőket optikai megfigyelés alapján automatikusan jelezze.

• Festődei alkalmazás. – A receptben alkalmazott színezékek között, azok kombinációi esetében kölcsönhatások léphetnek fel, vagy egy bizonyos anyagot vagy egy kicsit más eljárást használnak, ami miatt a létrejött szín kissé eltér a kívánttól. A színérés adatai alapján a mesterséges intelligencia ilyenkor az adat-bázisban megkeresi a hasonló színeket ugyanazon az anyagon és javaslatot tesz a recept módosítására.

• Szabászat. – A mesterséges intelligencia segíthet a szabászati felfektetés során a szabászati hulladék keletkezésének csökkentésében, azáltal, hogy optikai úton megfigyelve a teríték mozgását, a kelme esetleges deformációit, módosítja az eredetileg betáplált alkatrész-elhelyezési programot.

• Termelésstervezés és -irányítás. – A gyártás-tervezés és -irányítás koordinálja a gyártás különböző részlegei közötti együttműködést, hogy a szállítási határidők betarthatók legyenek és a vevői megrendeléseket időben lehessen teljesíteni. A mesterséges intelligencia használható a gépelrendezés, a műveletkiosztás, a gyártási lánc egyes elemei teljesítményének kiegyensúlyozására stb.

• Minőségirányítás. – A minőségirányítást azáltal segítheti a mesterséges intelligencia, hogy a gyártási folyamat szenzorokkal való folyamatos érzékelése révén adatokat gyűjt, és ha azokban a korábban gyűjtött adatokhoz képest bárminemű eltérést észlel, jelzést és egyúttal utasítást ad a szükséges módosításra, annak automatikus végrehajtására.

• Végso termékellenőrzés. – A kész és félkész textiltermékek gyártás közbeni ellenőrzése elengedhetetlen a kevesebb selejt elérése érdekében. A kész ruházati termékek végso minőségellenőrzését általában képzett szakemberek végzik szemre-vételezéssel, esetleg mérésekkel. Az eredményt az ellenőr fizikai és mentális állapota is befolyásolhatja. Automatizált, mesterséges intelligencia segítségével végzett ellenőrzés javítja a hatékonyságot és a pontosságot. Ehhez a képfeldolgozás és a mesterséges intelligencia kombinált alkalmazása használható.

• Az ellátási lánc irányítása. – Ez a tevékenység magában foglalja a gyártás folyamatában előforduló minden anyag és félkésztermék áramlását a különböző gyártási pontok között, egészen a kiskereskedelemig. Integrálja a különböző üzleti folyamatokat, tevékenységeket, információkat és erőforrásokat. A mesterséges intelligenciával támogatott ellátási lánc-menedzsment képes kezelni a költségek alakulását és a versenyképességet.

• Ruházati kiskereskedelem. – A ruházati kiskereskedelemben, különösen az e-kereskedelemben a mesterséges intelligencia segít azonosítani a képeket és ajánlani azokat az online módon megrendelhető termékeket, amelyeket a vásárló nagyobb valószínűséggel vásárol meg. Képes kihasználni a vásárlókról rendelkezésre álló információkat, valamint a vásárlók hajlamait, hason-

lóságait és különbségeit az általuk keresett alkalmazások és termékek típusaiban. Ily módon a mesterséges intelligencia ténylegesen személyre szabott vásárlási élményt hozhat létre.

A mesterséges intelligencia megkönnyíti a változó trendek azonnali felismerését. A divatcikkekkel foglalkozó e-kereskedők számára a mesterséges intelligencia, a vizuális felismerés eszközt kihasználva, lehetővé teszi, hogy hasonló kinézetű termékeket ajánljanak fogyasztóknak, mint amit korábban már kerestek. A keresések és az oldalon tett látogatások száma alapján azonosíthatják, kik azok a fogyasztók, akikről feltételezhető, hogy hamarosan vásárolni fognak. Az így gyűjtött adatokat arra használják, hogy ezeket a reménybeli fogyasztókat ismételteljen megelőzzák hirdetésekkel és a termékre vonatkozó emlékeztetővel és ezzel döntésüket befolyásolják.

• Piaci adatelemzés. – A mesterséges intelligencia beavatkozása nemcsak a nagy adatmennyiségek elemzésében, hanem a fogyasztói trendek előrejelzésében is segítheti az iparágat, hibamentessé téve a kereskedelmi tevékenységet, és jobban igazodva a vásárlói igényekhez.

• Divattrendek előrejelzése. – A ruhaiparban nagy előnyre tehet szert az, aki előre tudja, mi lesz a divat a következő szezonban. Egy francia cég olyan mesterséges intelligenciát fejlesztett ki, amely az interneten található képek alapján, gépi látás segítségével meg tudja jósolni, milyen szoknyatrendek várhatóak. A hírek szerint e program előrejelzésének köszönhetően az egyik nagy nemzetközi ruhagyártó cég 12%-os bevételnövekedést könyvelhetett el.

## Források

- [1] Különjelentés 19/2020: Az európai ipar digitalizálása: nagyratörő kezdeményezés, amely az Unió, a kormányok és a vállalkozások folyamatos szerepvállalása nélkül nem juthat sikerre. <https://www.eca.europa.eu/hu/Pages/DocItem.aspx?did=54619>
- [2] Advanced Technologies for Industry – Sectoral Watch Technological trends in the textiles industry. <https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-01/Technological%20trends%20in%20the%20textiles%20industry.pdf>
- [3] Elkészült az Európai Digitális Innovációs Központok létrehozásáról szóló előzetes jelentkezési felhívás tervezete. <https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/hazai-nemzetkozi-kfi-hirek/europai-digitalis-innovacios-kozpontok>
- [4] Digitális Innovációs Központ. <https://innoskart.digital/projektek/digitalis-innovacios-kozpont/>
- [5] Területi Információs Platform. <https://www.uni-miskolc.hu/teruleti%20innovacios%20platform>
- [6] Európa legjobb digitális innovációs központjának választották a szombathelyi központú am-LAB-ot. <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210127/europa-legjobb-digitalis-innovacios-kozpontjanak-valasztottak-a-szombathelyi-kozpontu-am-lab-ot-467086>
- [7] Digitalizálás. <https://hu.economy-pedia.com/11041145-digitization>
- [8] Zigány Judit: Idegen szavak és kifejezések kézisótára. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994.
- [9] Három fogalom, amely felforgatja a HR világot: Digitizáció, digitalizáció és a digitális átalakulás! <https://olm.hu/harom-fogalom/>
- [10] Kránitz Éva: Digitális átállás. <https://vezetofejlesztes.hu/digitalis-atallas/>
- [11] Machine to Machine (M2M) communication in knitting machines. <https://apparelresources.com/technology-news/manufacturing-tech/machine-to-machine-m2m-communication-in-knitting-machines/>
- [12] Classification of IoT in textile industry. <https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/textile-articles/application-of-iot-in-textile-industry/>
- [13] Lexiq. Virtuális valóság <https://lexiq.hu/virtualis-valosag>
- [14] Dr. Németh András, Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – polgári alkalmazási lehetőségek [http://real.mtak.hu/128625/1/HT\\_2021-4\\_cikk\\_01.pdf](http://real.mtak.hu/128625/1/HT_2021-4_cikk_01.pdf)
- [15] Kiterjesztett valóság. [https://hu.wikipedia.org/wiki/Kiterjesztett\\_val%C3%B3s%C3%A1g](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kiterjesztett_val%C3%B3s%C3%A1g)

- [16] Összeolvad a fizikai és virtuális valóság a következő évtizedben.  
<https://stylers.hu/osszeolvad-a-fizikai-es-a-virtualis-valosag-a-kovetkezo-evtizedben/>
- [17] Digitalization in the textile and apparel manufacturing industry.  
<https://dtamproject.eu/digitalization-in-the-textile-industry/>
- [18] Elektronikus polccímke.  
<https://srs.hu/kiskereskedelmi-it/elektronikus-polccimke/>
- [19] Divatos megjelenés: fashionTAG-címkek az Ön üzletében.  
<https://www.e-shelf-labels.hu/hardver/elektronikus-arcedulak/fashiontag.html>
- [20] Is the Internet of Things (IoT) the new fashion and retail disruptor?  
<https://www.just-style.com/features/is-the-internet-of-things-iot-the-new-fashion-and-retail-disruptor/>
- [21] Szabó Lajos: Képkalkotásra alapozott ruhaipari mérés technikák.  
<https://repositorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/736/ertekezes.pdf?sequence=1>
- [22] Szabóság – Digitális méretvétel egyedi ruha gyártásához  
<https://szabastechnologia.hu/szabosag-digitalis-meretvetel-egyedi-ruha-gyartashoz/>
- [23] Kiderültek a részletek Brüsszel új csomagjáról: digitális termékútlevélet kapnak a ruháink, okostelefonjaink.  
<https://www.portfolio.hu/uzlet/20220330/kiderultek-a-reszletek-brusszel-uj-csomagjarol-digitalis-termekutlevelet-kapnak-a-ruhaink-okostelefonjaink-536569>
- [24] Intelligens ruházat. Wikipédia szócikk.  
[https://hu.wikipedia.org/wiki/Intelligens\\_ruh%C3%A1zat](https://hu.wikipedia.org/wiki/Intelligens_ruh%C3%A1zat)
- [25] Smart Textiles and Smart Clothing – The New Black for the Internet of Things  
<https://www.nanowerk.com/smart/smart-clothing.php>
- [26] Bringing automation to the textile industry  
<https://teltonika-networks.com/use-cases/industrial-automation/bringing-automation-to-textile-industry>
- [27] Changing skills requirement in textile industries to meet industry 4.0  
<https://textilefocus.com/changing-skills-requirement-textile-industries-meet-industry-4-0/>
- [28] Augmented reality is going change how you update your wardrobe.  
<https://observer.com/2020/02/augmented-reality-retailers-asos-gap-smart-mirrors-mobile-apps/>
- [29] Presto Pilot – OptiTex  
<http://optitex.presto.hu/optitex-kepviseletunk/szoftverek.html>
- [30] Business software for the textile industry.  
<https://www.dokugmbh.com/>
- [31] An overview of digital textile printing technology.  
<https://textilefocus.com/overview-digital-textile-printing-technology/>
- [32] Star Soft készletnyilvántartó program.  
<https://nyilvantarto-program.hu/termek/keszletnyilvantarto-program/>
- [33] Trans Info.  
<https://trans.info/hu/az-e-kereskedelem-es-az-uj-technologiak-az-ellatasi-lanc-ujrameghatarozasara-kenyszeritenek-majd-70770>
- [34] e-shelf labels.  
<https://www.e-shelf-labels.com/hardware/electronic-shelf-labels/fashiontag.html>
- [35] 3D scanners are the future of bespoke tailoring.  
<https://www.gqindia.com/content/3d-scanners-are-the-future-of-bespoke-tailoring>
- [36] Applications of Artificial Intelligence in Textile Industry  
<https://www.textileblog.com/applications-of-artificial-intelligence-in-textile-industry/>
- [37] The Impact of AI on the Textile Industry – AATCC  
<https://www.aatcc.org/news2022-03a/>
- [38] ERP vállalatirányítási rendszer  
[https://www.progen.hu/erp-vallalatiranyitasi-rendszer/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=pmax-erp&gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMA-RIsAH9A0qUAMyN8AcaF7TGVwJ6n9fh\\_m8SJjS21bWjADK9JOfkVpidQAGot34IaAr2pEALw\\_wcB](https://www.progen.hu/erp-vallalatiranyitasi-rendszer/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=pmax-erp&gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMA-RIsAH9A0qUAMyN8AcaF7TGVwJ6n9fh_m8SJjS21bWjADK9JOfkVpidQAGot34IaAr2pEALw_wcB)
- [39] A mesterséges intelligencia ipari alkalmazásai I.  
<https://neuronsolutions.hu/20220209-a-mesterseges-intelligencia-ipari-alkalmazasa-i/>
- [40] Így kamatoztatja a divatipar a mesterséges intelligenciát.  
<https://computerworld.hu/uzlet/igy-kamatoztatja-a-divatipar-a-mesterseges-intelligenciat-302869.html>
- [41] PSQR Digital Product Passport  
<https://psqr.eu/digital-product-passport/>