

# MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

## A fröccsöntési technológia legújabb fejlesztési irányai

A cikkben különböző, kombinált fröccsöntési eljárásokat (szerszámban végzett dekoráció, préssel egybekötött fröccsöntés, ko-injektálás, hab-fröccsöntés), termeléstámogató, szimulációs és tervező programokat, egyedi termékjelölő eljárásokat, szerszámba és feldolgozó gépekbe építhető érzékelőket, valamint a piacra frissen bevezetett fröccsöntő gépeket mutatunk be a világ vezető gyártóitól.

*Tárgyszavak: intelligens fröccsöntés, háromdimenziós műanyag műszerfal, digitális asszisztenciarendszer, mesterséges intelligencia szenzorok, ko-injektálás*

A **Continental AG**, (Hannover, Németország) a Film Insert Molding (FIM– fóliabetétes fröccsöntés), az In-Mold Decoration (IMD – szerszámban belüli dekorálás) és a nagynyomású formázási technológiák kombinációjával hajlított előlapokkal kialakított háromdimenziós műanyag műszerfalat állított elő. A műszercsoportok és a központi kijelzők összevont megjelenítését egyedi esztétikai és rendszerintegrációs követelmény írja elő, ami a vezetés közbeni használhatóságot is befolyásolja. A műszerfal elkészítésénél a műszaki tulajdonságok mellett - figyelemmel a jármű vezetőterében a harmonikus előlap vonalvezetés integrálására - különleges fénytani követelményeknek, (mint például a fehér pont, színhőmérséklet, szín-koordinálás és a fekete szín-homogenitás szinkronizálási feltételek) is meg kellett felelni.

A Continental cég a háromdimenziós műanyag műszerfal projekt kivitelezését többféle fröccsöntő technológia összehangolásával valósította meg. Első lépésként a kétdimenziós nyomott fóliát HPF (High Pressure Forming – nagynyomású formázás) módszerrel 16 tonna tömegű fűtött szerszámba szorították, amelyben kialakították a formadarab háromdimenziós kontúrját. Ezt az előformázott alkatrészt a műanyag lágyulási hőmérséklet tartományában FIM eljárással, mögé fröccsöntéssel készítették, majd IMD technológiával vitték fel a műanyagfelületre a dekorációt. A díszítő bevonattal rétegzett formaelem „masszaként” került egy nem teljesen zárt nyomásmentes formába, amely a megszilárdulási folyamat során fokozatosan záródott le teljesen, miközben a háromdimenziós fröccsöntött műszerfal az egyenletesen kialakuló zárónyomás alatt nyerte el végleges formáját (lásd az 1. ábrát).



1. ábra. A háromdimenziós műszerfal képe.

A fröccsöntési eljárásban alkalmazott technológiai lépések kombinálásával a Continental cég világszerte egyedinek számító új módszert helyezett üzembe. A Continental projektjében kivitelezett komplex folyamatirányítás kiváló példa az intelligens fröccsöntési technológiai innovációra, amely a fröccsöntési technológia és a digitalizálás összehangolásával új termék,

adatszolgáltatás, vagy eljárásra vonatkozó ötlet megvalósítását jelenti. A sokrétű projekt intelligens folyamatfelügyeletet biztosító Speicherprogrammieren Steuerung (SPS – programozható tárolóval végzett vezérlés) memóriatárolós vezérlésre épül, amelynek kezelését okostelefon és a WLAN rendszer biztosítja. A szerszámba beépített SPS folyamatfelügyeletet több mint 60 érzékelő és végrehajtó szerv (aktuátor – mechanikus, elektromos, hidraulikus elven működő, vagy ezek kombinációjával létrehozott eszköz, amely a szenzor által érzékelt fizikai állapot megváltoztatására képes) látja el. Az intelligens robotmegoldás önállóan összehangolja a fröccsöntő gép működését két másik automatizált gyártási művelettel.

## Új fejlesztés a termoplaszt habfröccsöntési technológia optimalizálásához

Ma már nem számítanak különlegességnek a három rétegből készült habosított alkatrészek, amelyekben a porózus magot két tömör héj veszi körül. A TSG (Thermoplast-Schaumspritzgießen – hőre lágyuló hab fröccsöntés) eljárással készült termékeknel hagyományosan 10% sűrűségcsökkentést értek el, ám az új fejlesztések akár 50%-kal könnyebb, előnyösen recikálható, a könnyűépítészetben sikeresen hasznosítható alkatrészek előállítását is lehetővé tették.

A habfröccsöntés során, közvetlenül a formadarabhoz vezetett gáz – akár 50%-kal is redukálva a viszkozitást – egyfajta lágyítóként oldódik fel a műanyagban. Az **Institut für Polymer-Spritzgießtechnik und Prozessautomatisierung (IPIM)**, a **Johannes Kepler Universität Linz**, a **Competence Center CHASE** és az **Engel** közös fejlesztéssel új módszert dolgozott ki a hatékony gázoldódás in line meghatározásához. Az Engel cég az 2. ábrán bemutatott speciális geometriájú PFS (Physical Foaming Screw – fizikai habosító csiga) plasztifikáló csigát kifejezetten szerkezeti habformázáshoz, a fokozott homogenitású habinjektálás javítása céljából fejlesztette ki. Az új anyagösszetétellel és speciális csavargeometriával készült csiga biztosítja a gázzal töltött olvadék még jobb homogenitását és növeli a termelékenységet.



2. ábra. Az Engel cég által kifejlesztett speciális geometriájú plasztifikáló csiga a fokozott homogenitású habinjektálás javítása céljából.

A habfröccsöntési eljárás során a nyomásváltozás miatt lényeges tényező a minden irányból egyforma nagyságú nyomással szembeni ellenálló képességet jellemző kompressziós modulus ismerete. A selejt és az energiafelhasználás csökkentéséhez, valamint a termelékenység javításához szükséges folyamatoptimalizálást a dinamikus nyomás műszakilag még megengedhető minimum értékre való automatikus redukálásával kísérelték meg. A TSG habosítási technológiai folyamat optimalizálásában az egyenletes felületű alkatrész létrehozásához még nagyobb lehetőséget kínál az IPIM által kifejlesztett és kipróbált Convolutional Neural Networks (CNN – konvolúciós neurális hálózat) mesterséges intelligencia. A cél az volt, hogy a még ismeretlen eljáráshoz költséges kísérletek lefolytatása nélkül megfelelő paramétereket találjanak.

## Fröccsöntési folyamatszabályozás szerszámhoz integrált asszisztenciarendszerekkel

A Continental cég a **Schneider Form GmbH** és a **Hochschule Schmalkalden** projektpartnereivel a rendkívül összetett és igényes fröccsöntött formaspecifikációk előállításához a gépi tanulási algoritmusokon alapuló termelési felügyelet biztosítását a fröccsszerszámhoz integrált asszisztenciarendszerrel oldotta meg. A digitális asszisztencia a fröccsöntési folyamat során folyamatosan ellenőrzi a szerszám szellőzését. Az időben ellenőrzött folyamat előkészített minősítésének tartalmaznia kell a rendszer termelési hozamát olyan módon, hogy a folyamatstabilitás tapasztalatlan személy számára is értékelhető legyen. A rendszer lerövidíti a betanulási időtartamot a szerszám ismételt felszerelésekor, állandó felügyeletet biztosít, regisztrálja a szükségtelen terheléseket, óvja a szervizelő munkatársakat.

A fröccsöntési folyamatszabályozó rendszer tovább fejlesztéséhez bonyolult és színvonalas munkadarabként személygépkocsi lökhárítót választottak. A két szerszámfélben a készítendő alkatrész referenciapontjain mért értékek (belső szerszámnyomás, áramlási front, szerszámhőmérséklet, elmozdulás mérése, szerszámszellőzés) rögzítését 26 szenzorral biztosították. A paraméterek és a minőségi kritériumok közötti összefüggést, valamint a köztük fellépő kölcsönhatást speciálisan ehhez a feladathoz illesztett program alkalmazásával dolgozták ki a gépi tanulásban az algoritmusok jeléhez.

## Injekciós kompresszió fejlesztése

Az injekciós kompressziós fröccsöntést főleg nagy pontosságú, vagy nagyméretű műanyag alkatrészek gyártására használják. Intelligens alkalmazásokkal kombinálva, mint például az autók sportüléseinek hátsó megvilágítására szolgáló blende előállítása, a szakértők szerint nem tartozik a nagy kihívások közé. A sportülésbe szerelt blendét alacsony nyomású injekciós kompressziós fröccsöntési eljárással állították elő. Először a sokrétegű kondenzátor fóliát hőközléssel előformázták, majd a fröccsöntési műveletben alakították végső formára.

A **Lumitec** világítás-specialista az elektrolumineszcens (EL)-fólia, vagy más néven világító, illetve kondenzátor fólia paramétereit az **Arburg** cég injekciós kompresszió szakértőjével optimalizálta. Az 1 mm-nél vékonyabb sok rétegből képződő kondenzátor-fólia elektromos tér alkalmazásakor fényt bocsát ki. Az EL-film esetében egy speciális kondenzátor konfigurációjú félvezetőt váltakozó elektromos térrel gerjesztenek. Az elektródák között dielektrikumként indium-ón-oxidot (ITO), mint az egyik legszélesebb körben használt átlátszó vezető oxidot használják, amely az ülés háttámlájába „Welcome”-indikátorként beépítve a jármű kinyitásakor színesen világít.

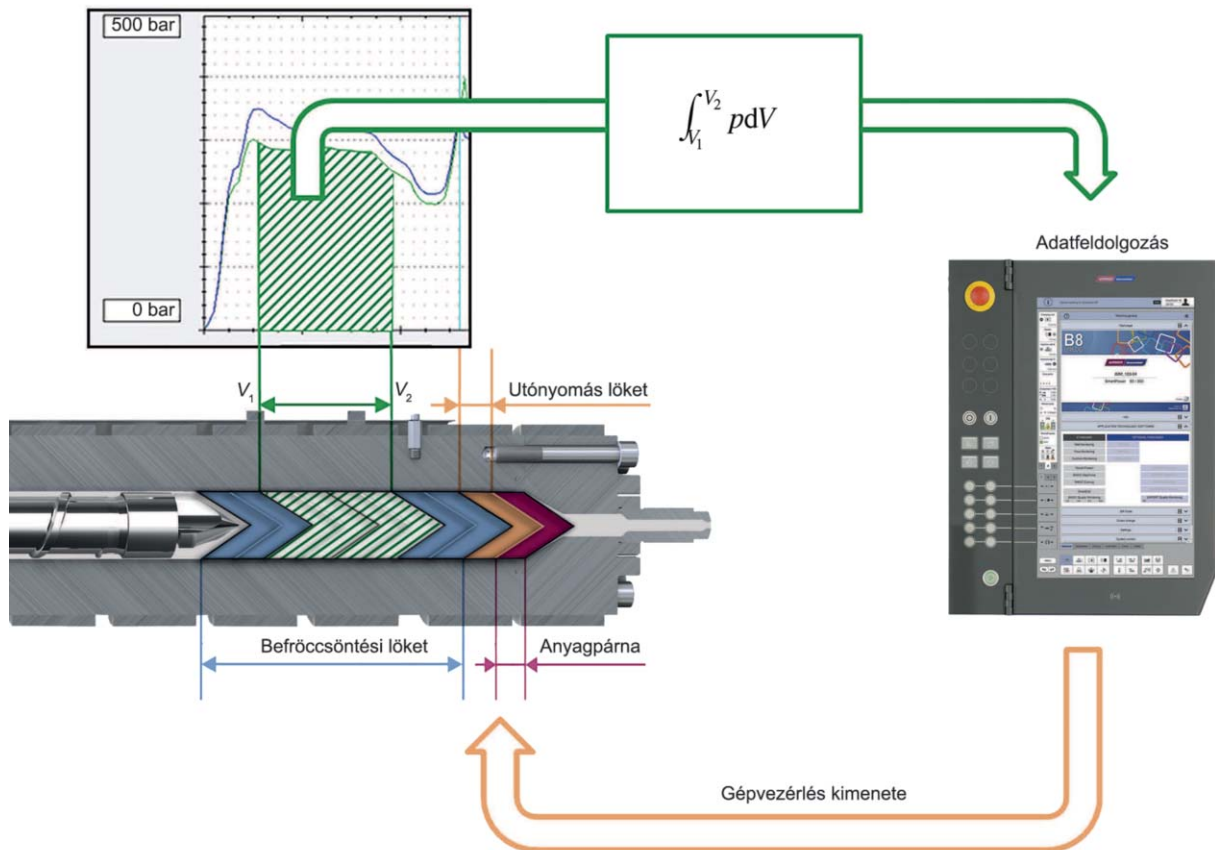
## Közismert fröccsgépgyártók asszisztenciarendszerei

A nagy hírnevű fröccsgépgyártók a fröccsöntési ingadozások kiküszöbölésére eredményesen működő intelligens és automatikus vezérléssel rendelkeznek:

- Az Engel cég *iQ weight controll*-ja a fröccsöntött formadarab súlykontrolljára kínál megoldást.
- A **KraussMaffei** a gyártás során a stabilan magas alkatrészminőséget, precizitást és költséghatékonyság állandóságát *APC plus* intelligens és automatikus vezérlésével biztosítja.
- Az Arburg *aXw Control Pressure Pilot* rendszere szabályozott tartási nyomást biztosít kifogástalan színvonalú öntött alkatrészek gyártásához. A *Reference Pilot* rögzíti a jó

minőségének ítélt fröccsöntött alkatrész belső formaüreg nyomását és ezt a továbbiakban céljellemezőnek használva tartható a permanens termék-minőség. Az olvadék viszkozitás-ingadozásnak ezért nincs befolyása az alkatrész minőségére.

- A **Wittmann Battenfeld** a *HiQ Flow* szoftvermegoldásokkal a hőmérséklet és anyagviszkozitás ingadozásainak ellensúlyozására intelligens módon szabályozza a fröccsöntési folyamat viszkozitásingadozásait. A terv szerinti formaprofil viszkozitásnak a befroccsöntés fázisában és részben az utánnomás ideje alatt is állandó értéken kell lennie. Opcionális szoftvermodul figyeli a befroccsöntési nyomásgörbét és kompenzálja a viszkozitási eltéréseket.



3. ábra. A Wittmann Battenfeld HiQ Flow programjának működési elve.

Tekintettel az egyre gyarapodó bioműanyag és reciklátum feldolgozásokra, amelyek elkerülhetetlenül nagyobb folyamatingadozásokat generálnak, időszerűvé vált az újfajta termelésfelügyeletet biztosító, a megszokottól eltérő anyagtulajdonságokra is reagáló, alkalmazkodó képes szabályozás megteremtése. Az asszisztenciarendszer nem csupán a technológiai folyamat szabályozására korlátozódik; sok alkalmazási területen, mint az tervszerű megelőző karbantartás, gép szervizelés folyamatosan bővül. Az Engel szemléletében a technológiai folyamat beállításkor alkalmazott magas szintű precizitás a maximalizálható tökéletesség és egyszerűsítés betartásával a későbbi korrekció kiküszöbölésére koncentrálnak.

A mérés technikára szakosodott nemzetközileg aktív svájci **Kistler Group**, (Winterthur) új funkciókkal egészítette ki *ComoNeo* fröccsöntési technológia ellenőrző rendszerét. A Kistler szenzorok könnyen integrálhatók különféle technológiai folyamatokba, így 100% -os minőségbiztosítást tesznek lehetővé. A K 2019-en a Kistler csoport szakértői bemutatták a mesterséges intelligencia használatát a fröccsöntött alkatrészminőség prognosztizálására a mért technológiai



adatok összehangolásával. A modern szenzorok által mért adatokat a központi vezérlőegység jellé alakítva dolgozza fel, amelyre a szükséges beavatkozások digitálisan, másodperc töredéke alatt történnek.

A ComoNeo szolgáltatásai lehetővé teszik a technológiai folyamatfelügyeletet a hagyományos és a többkomponensű fröccsöntéshez. A folyamatfelügyeleti rendszer tehát az intelligens termelés kiindulópontja. A Kistler újonnan forgalomba hozott ComoNeo Predict szoftverével időigényes metrológiai tesztek nélkül automatizált minőség-ellenőrzés végezhető el.

A fröccsöntési technológiában a ComoNeo 4.0 jövőképe már konkrét formát öltött. A most folyamatban lévő fejlesztés során a következetes digitalizáláson alapuló termékminőség javulását és ezáltal a jövedelmezőség növelésének biztosítását tűzték ki célul. A magas szintű követelmények teljesítése érdekében a teljes termelési lánc folyamatos monitorozása szükséges. A Kistler portfóliójában a ComoNeo és a ComoDataCenter ellenőrző programjában két rendszerkomponens is jelen van, amelyekkel hatékonyan figyelhetik és irányíthatják a technológiai folyamatokat.

2021-ben a Kistler cég új miniatűr nyomásérzékelővel bővítette folyamatfelügyelő rendszerét a melegcsatornás beömlő egységgel működő fröccsöntéshez, valamint a 3D nyomtatáshoz. Az új funkciókkal gazdagított ComoNeo 4.1 technológiafelügyelő a piaci kereslet figyelembevételével a feldolgozók egyszerű és hatékony működésű fröccsöntő gépek iránti igényére reagált.

Az új fejlesztéssel a ComoNeo „WLAN-képessé” vált, amely megbízható, kibővített kapcsolódási pontot eredményez a biztonságos adatátvitelhez. Az új 6196 A, 6197 A és a 6198 A jelű hőmérséklet-érzékelők a különböző geometria formájú fröccsöntő szerszámokhoz is egyszerűen csatlakoztathatók.

A Kistler 2022 közepétől a melegcsatornás beömlő egységgel működő fröccsöntéshez és az additív gyártáshoz – amely területen a legnagyobb kihívást a 3D nyomtatott alkatrészek tökéletes megbízhatóságának ellenőrzése jelenti – újfajta, 4004 A jelű nyomásszenzort is tartalmazó miniatűr érzékelőt alkalmaz. A +350 °C-ig terjedő üzemi és mérési tartománnyal, valamint a miniatűr mérettel rendelkező szenzor új biztonságos technológiai opciókat jelent a mérés technikában. A mindössze 3 mm átmérőjű miniatűr érzékelőt három mérési tartományra tervezték. A melegcsatornás fröccsöntő rendszer mérés technikai fejlesztési célkitűzése a fröccsöntési technológiai folyamat és a gazdaságosság összekapcsolása volt. A felelős szakemberek gyorsan felismerték a melegcsatornás beömlő egységgel működő fröccsöntés műszaki előnyeiből fakadó nagyobb gazdasági hozam lehetőségét, amely az intelligens technológiafelügyelettel csúcsra fejleszhető.

## **A berendezéshez kapcsolódó szimulációk gyakorlati alkalmazása**

A szimulációk felgyorsítják a gép beállítását, a beállítási folyamatokat és a folyamatok optimalizálását, ezáltal jelentősen növelik a termelékenységet. Ezért egyre megfizethetőbb versenyelőnyt jelentenek a kisebb fröccsöntő cégek számára is.

Az Engel bejelentette, hogy a 2D és 3D-s tervezőszoftverek terén a világ vezetőjének számító **Autodesk** (California) céggel a fröccsöntési folyamat digitalizálásában új szemlélet kialakítására törekszik. A cél az, hogy a szimulációt összekapcsolják a valós technológiai folyamattal a feldolgozó hatékonyabb támogatása céljából a termék teljes életciklusa során – a termékfejlesztéstől a szerszámtervezés bekapcsolásával a gyártásig, amely lényegében 80%-ban a feldolgozó saját döntési hatáskörébe tartozik. Az iQ weight controll intelligens asszisztens rendszer

alkalmazásával az injektálás során minden egyes fröccsöntéskor a feldolgozó egyedileg állíthatja be a minőséggel kapcsolatos folyamatparamétereket.

Mivel az olvadék viszkozitásának változása az egyik legnagyobb kihívás az újrahasznosított műanyagok fröccsöntői számára, az újrahasznosított anyagok feldolgozása várhatóan nagyobb tételeltéréseket eredményezhet. Az elvégzett tesztek azonban megerősítették, hogy az iQ tömegkontroll még az újrahasznosított anyagok feldolgozásakor is állandó olvadéktérfogatot tart fenn a gyártási folyamat során. Ezzel a megoldással az újrahasznosított anyagok alkalmazásának lényegesen szélesebb köre előtt nyílik lehetőség a digitalizált feldolgozáshoz, nagymértékben hangsúlyozva a technológia fontosságát a körforgásos gazdaság kiszélesítésében.

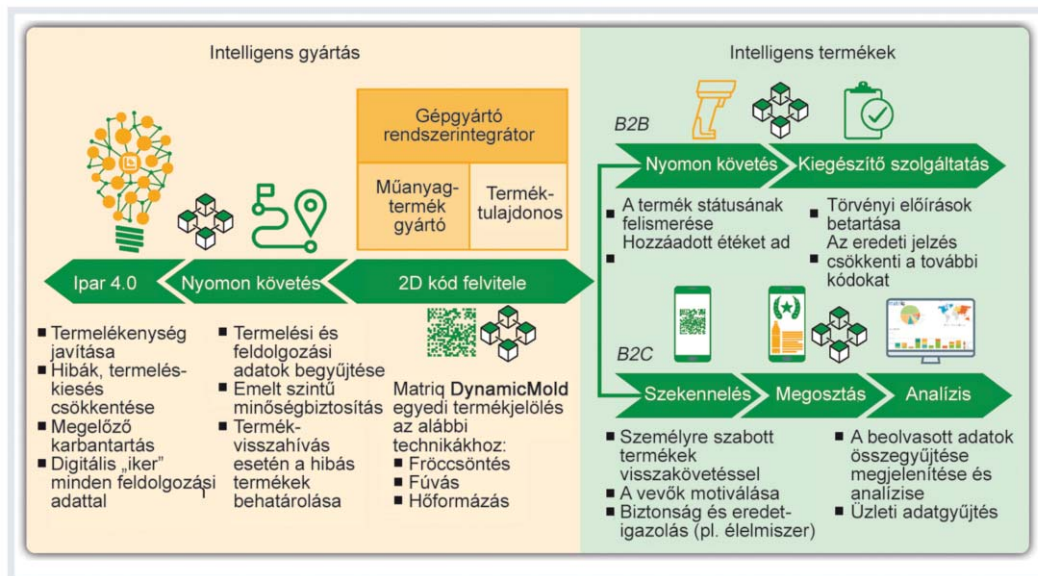
A töltési szimuláció a fröccsöntés valóságával való összefüggésbe hozása megterhelő feladat. Az Arburg a nagyobb biztonság és hatékonyság érdekében a szerszámtervezés elismert szimulációk szakértőjével, a **Simcon** (Würselen, Németország) céggel együttműködve két lépésben oldották meg fröccsöntési szimulációt. A gépkezelő az integrált töltésszimulációval a befecskendezési diagramok tanulmányozása helyett a vezérlőfelületen az üreg 3D-s ábrázolásában megtekintheti az előállítandó alkatrész töltési képét.

A műanyagok fröccsöntésében is megjelent az igény a negyedik ipari forradalom, az Ipar 4.0 legújabb eredményeinek felhasználására, a gépi technológiai műveletekhez kapcsolódó, vagy külső szolgáltatások részére készülő digitalizálási megoldásokra. Az *Arburg 4.0*, a *Krauss-Maffei 4.0*, az *Engel 4.0* injekciós, a *Wittmann 4.0*, a **Sumitomo** (SHI) programjai, ma már egyszerűen elérhetők. Valamennyi technológia folyamatszabályozó asszisztenciarendszer a jövő termelékenység hatékonyságának fokozására irányuló fejlesztés, vagy technológiai folyamatok átláthatóbb kialakításának és egyszerűsítésének alapját képezi.

## **Automatizálás, mesterséges intelligencia, társadalmi visszajelzések**

A társadalomban, a gazdaságban zajló digitális infrastruktúra kialakulása digitális technológiákon alapuló vásárlói elvárásokat vált ki a fröccsöntéssel készült öntvények, fűvott- és hőformázott műanyag alkatrészek gyártási folyamatával szemben is. A tömegtermeléssel előállított műanyag termékek, alkatrészek, fogyasztói cikkek előállításának azonosíthatósága jogos vásárlási igénnyé vált. Ezért a felhasználó megalapozott elvárása, hogy a gyártott készítmények nyomon követhető előállítása céljából az utólagos lézerrel, nyomással, vagy ragasztással történő megjelölésével szemben a gyártó az elkészített terméket az előállítási folyamatban a gyártási művelet reprodukálhatóságára jellemző beazonosító jellel kódolja. A modern, mesterséges intelligencia alkalmazásával zajló termelésben ma már a gyártási folyamat során minden egyes darabon ciklusonként a későbbiekben megmásíthatatlan egyedi vízjelet tüntetnek fel, amely hamisítást kizáró biztonságos védelmet jelent mind a terméket gyártó cégnek, mind a felhasználónak.

A korszerű műanyag gyártási technológia digitális kommunikáció tematikájához csatlakozik a műanyagok tartóssága, mint napjaink egyik súlyponti kérdése. A jövő a fenntartható műanyagoké, ami alatt általánosságban a megújuló és az újrahasznosítható műanyagokat értjük. A műanyagiparban zajló második forradalom hulláma a bioműanyagok és a biológiailag lebomló műanyagok fejlesztését érintette, azonban a műanyag előállítók körében még nem igazán vált népszerűvé. A European Bioplastics felmérése szerint a bioműanyagok a világ összes műanyaggyártásának mindössze 1% -át teszik ki, jelenleg semmi nem utal a jövőben várható növekvő tendenciára.



4. ábra. A svájci **matriq** cég *DynamicMold* termékjelölés rendszere.

A globális környezetvédelmi fenyegetettség, az egyre aggályosabbá váló magas légek szennyezettség, az alacsony szintű háztartási hulladék újrahasznosítási kapacitás miatt egyre nagyobb figyelmet fordítanak az újrafeldolgozás gyártási folyamatba való integrálására. A hulladékhasznosítás napjaink sarkalatos kérdésévé vált, hiszen a tendenciózusan növekvő környezetszennyezés a tágabb ökoszisztémára is jelentős átalakító hatást gyakorol. Világszerte egyre inkább trendivé válik a hulladékmentes életmódra való törekvés, amelynek kapcsán gyakran használják a *recycling* és *upcycling* kifejezéseket. De mi a különbség a két fogalom között? A *recycling* újrafeldolgozás, mint újrahasznosítási folyamat a körkörös gazdaság egyik lényeges eleme, az *upcycling* pedig mint újra felhasználó szemléletmód értéknövelő szerepet tölt be az elhasználandó, vagy maradékként tárolt hulladékdarabok újra, azaz ismételt felhasználásában. Például a „redizajn” művészek a fenntarthatóság és környezetvédelem jegyében az általuk használhatónak ítélt maradék alapanyagból, vagy elhasználandó kész használati tárgyiból új alkotásokat készítenek.

A KraussMaffei a reciklálás körkörös gazdaság területén betöltött fontos szerepének bemutatását *upcycling* példával kapcsolta össze. Egy újrahasznosított alapanyagból színezék és 20% talkum hozzáadásával műszakilag értékes granulátum állítható elő, amelyből a digitalizált Ipar 4.0 fröccsöntéssel textilfelület bevonatú, magas műszaki tartalmú autópárban használatos elem készítését reprezentálta.

A **Lego** az építőjáték elemek gyártási történelme során hulladék PET palack reciklátumból is állított elő építő kocka prototípusokat. Egy darab egy literes palackból átlagosan 10 fröccsöntési művelethez elegendő újrafeldolgozott anyagot nyertek. A cég adatai szerint a szabadalmaztatáshoz benyújtott receptúrában szereplő PET tartóssági adataként például azt a magasabb értéket jelölték meg, amelyet a Lego építőelemmel szemben szigorú minőségi- és biztonsági követelményként támasztanak. A prototípusoknak legalább egy éves tesztelési időtartam alatt a velük szemben támasztott követelményeknek meg kellett felelniük ahhoz, hogy a próbaüzemelési folyamatba kerüljenek.

A tartós versenyképesség megőrzése céljából a **Vorwerk** webáruház kezdeményezte, hogy a **Duisburg-Essen Egyetem Institut für Product Engineering** intézetével együttműködve 100%-os in line minőségregisztrálással rögzített folyamatadatok felhasználásával készült formadarab

minőségét prognosztizáló – többletértéket képező – közös szakvéleményt készítsenek. Az elképzelés bemutatásához a porszívó filterfedélen hiánytalanul körbefutó TPE-ből készült tömítő ajak vizsgálatát javasolták. A gyártás pillanatában a tömítés épségének korrekt vizsgálatát – a TPE hibátlan kontúr ellenőrzése céljából – közelről egy 21 megapixeles felbontású fekete-fehér érzékelőt tartalmazó szenzor alkalmazásával tervezték. A webáruház elképzelése az volt, hogy első lépésben a vizsgált formadarabot, mint az elterjedten alkalmazott Ipar 4.0 követelményei szerint gyártott terméket, a porszívó fedélen szabályosan körbefutó TPE tömítéssel definiálják és a megállapítást pecséttel hitelesítik.

Ezt követően az in line minőségadat-rögzítés kontrollálását ütemezték be annak megállapítására, hogy az érzékelővel végzett átvizsgálás valóban megfelelő a feladatként szemlélt tárgyról készíthető véleményalkotásra. Ehhez tervezték a 7 „State of the Art” anterioritás alkalmazását, amelynek mottója szerint „A jelenlegi legkorszerűbb körülmények között ez minden, amit meg lehet tenni” „szakszerű kifejezéssel” – mind a szabadalmi jogban, mind a reklámban, marketingben, károkozási felelősség tekintetében elterjedt „korszerű” módszerrel validálják a prognózis deklarálására elfogadható ellenőrző módszerként.

A vázolt túlbonyolított eljárási mód megvalósulása igen érdekes toldalék lenne, amely ellen a szakmának következetesen tiltakoznia kell. A kamerarendszerű vizsgálat folyamán például nem vették figyelembe a formadarab (a TPE tömítő ajak) zsugorodását, a sok adat között erre nem is figyeltek. A Vorwerk webáruház azonban rámutat arra, hogy magas minőség csak az anterioritás ellenőrzésben részt vett formadarabról feltételezhető.

A korszerű gazdaság fejlesztéséért megkezdett, intelligens asszisztenciarendszerekkel felügyelt folyamatszabályozás, az egyszerűsítésre való törekvés még csak a klímavédelem és a fenntartható műanyagipar kiindulópontjainak tekinthetők. Az újrahasznosított anyagok feldolgozása során a mesterséges intelligenciák alkalmazásával a hulladék műanyagok egyre szélesebb köre előtt nyílik lehetőség a digitalizált feldolgozáshoz, nagymértékben hangsúlyozva a technológia fontosságát a körforgásos gazdaság kiterjesztésében.

## **Ko-injektálással magasabb újrahasznosított tartalom érhető el**

A **Mold Masters** (Georgetown, Kanada) vezető szerepet tölt be a műanyagiparban. Forrócsatornák, hőmérséklet-szabályozók, kiegészítő befecskendező- és társbefecskendező rendszerekkel kimagasló teljesítmény érhető el az öntött alkatrészek minőségének javításával, a termelékenység növelésével és az alkatrészki költség csökkentésével.

A Mold-Masters ko-injekciós melegcsatornás rendszerek az iparág vezető technológiáját használják az egyrétegű rendszerek többretegűvé alakítására oly módon, hogy összességében megőrzi a meglévő alkatrészminőséget és termelékenységet. A fogyasztás utáni újrahasznosított PCR (Post-Consumer Recycled) anyagból készülő magréteg elérheti a teljes tömeg 50%-át is. A Mold-Masters a 20 literes 700 g tömegű 50%-ban újrahasznosított anyagot tartalmazó vödrök előállításához a közelmúltban kezdte el egy kétfészkés ko-injekciós rendszer alkalmazását. Ez a fenntartható előállítási megoldás jelentős mértékű megtakarítást jelent a feldolgozó számára, mivel a hagyományos egyrétegű vödrök gyártásához viszonyítva lényegesen csökkent az új alapanyag és a titán-dioxid pigment felhasználás.

A Mold-Masters 2015-ben vezette be a ko-injekciós technológiát. A magréteg eloszlása és vastagsága a vezérlőn keresztül pontosan szabályozható. A technológia segítségével a gyártónak lehetősége nyílt a kompetitív rendszerekhez képest nagyobb arányú PCR magba juttatására.



A magréteg olvadékfrontjának egységes szabályozásával a Mold-Masters egyenletesebb és teljesebb magkitöltést érhet el. A szabadalmaztatott „áthajtás”-képeség lehetővé teszi a legmagasabb mértékű magfrakció kialakítást, továbbá biztosítja a PCR műanyagok egyenletes eloszlását és teljes lefedését.

Az újrahasznosított magréteg pozícionáltan helyezhető el a kívánt helyre. További előnye, hogy a már meglévő eszközök használata nem befolyásolja a ciklusidőt. Különböző műanyagok kombinálhatók, a kompatibilitás szempontjából a hasonló olvadási hőmérsékletű anyagok ideálisak. Többféle felhasználási célra alkalmazható ugyanaz a párosítású anyagpár, például az 50% új és az 50% újrahasznosított HDPE alkalmazásával. A hőszigetelt melegcsatornás elosztók azonban két különböző hőszigetelő műanyag kombinálását is lehetővé teszik.

## Automata vezérlésű fröccsöntő gép az Arburgtól

Az **Arburg GmbH + Co KG**, (Loßburg, Németország) a FIP (France Innovation Plasturgie) által 2022 áprilisában megrendezésre kerülő Lyoner Eurexpo műanyagipari vásáron az automata robotrendszerrel vezérelt elektromos *Allrounder 470 A* típusú fröccsöntő gépét mutatja be. Az Arburg cég új fröccsöntő cella magja a 1000 kN záróerejű, *Allrounder 470 A*, 290-es méretű fröccsegység, amely 1+1 fészkes öntőformában felváltva állít elő mágnesezett töltőanyag tartalmú PA 6 termoplasztból fogaskereket és lendkereket újrászámozás, vagy speciális beavatkozás nélkül.

A legújabb *Gestica* vezérlésű *Allrounder 470 A* fröccsgépen 73 másodperces ciklusidő alatt egy darab mágnesezett fogaskerék és egy darab mágnesezett lendkerék készül el. A gép egységeit a termelési folyamathoz fejlesztett optimalizált vezérlésű *Multilift Select* robotrendszer koordinálja. A termékváltást egy másik tárolt fröccsöntő és szerszámprogrammal, valamint a szerszám-  
ba vezető öntőcsatorna és fészek kicserélésével egyszerűen, gyorsan végzik.

Az Arburg cég részletes termékgyártási, digitális szervizszolgáltatással összekapcsolt bemutatót tart az érdeklődőknek a vásáron, amelyet az érdeklődők később a cég ügyfélkapuján keresztül korlátlanul igénybe vehetnek.

Az automata robotrendszerrel vezérelt elektromos *Allrounder 470 A* típusú fröccsöntő gép az Arburg-greenworld programmal komoly erőfeszítéseket fejt ki a fenntarthatóság, a környezetvédelem és a körforgásos gazdaság irányába, továbbá jól illeszkedik a globális környezetvédelmi és az újrahasznosítási témakörökhöz.

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Cr. Bader: Hinterm Horizont geht's weiter – Kunststoffe, 2021. október, p. 30–39.

Arburg zeigt automatisierte Spritzgießteile – K-Zeitung, 2022, március, Spritzgießen, Technik

Smarte Prozessüberwachung mit neuen Funktionen – K-Zeitung, 2021, november, Spritzgießen, Technik

Höherer Recyclat-Anteil durch Co-Injektionen – K-Zeitung, 2022, március, Spritzgießen, Technik