

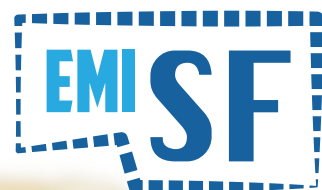
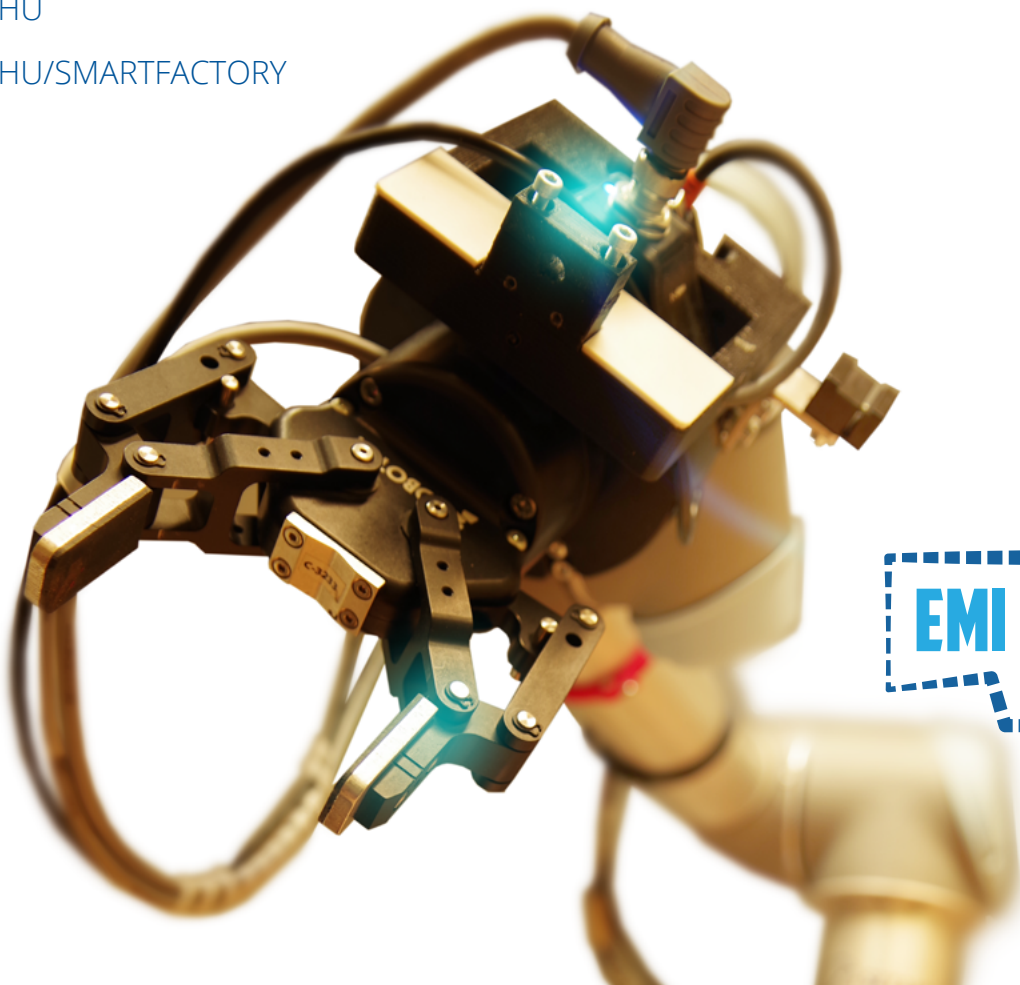


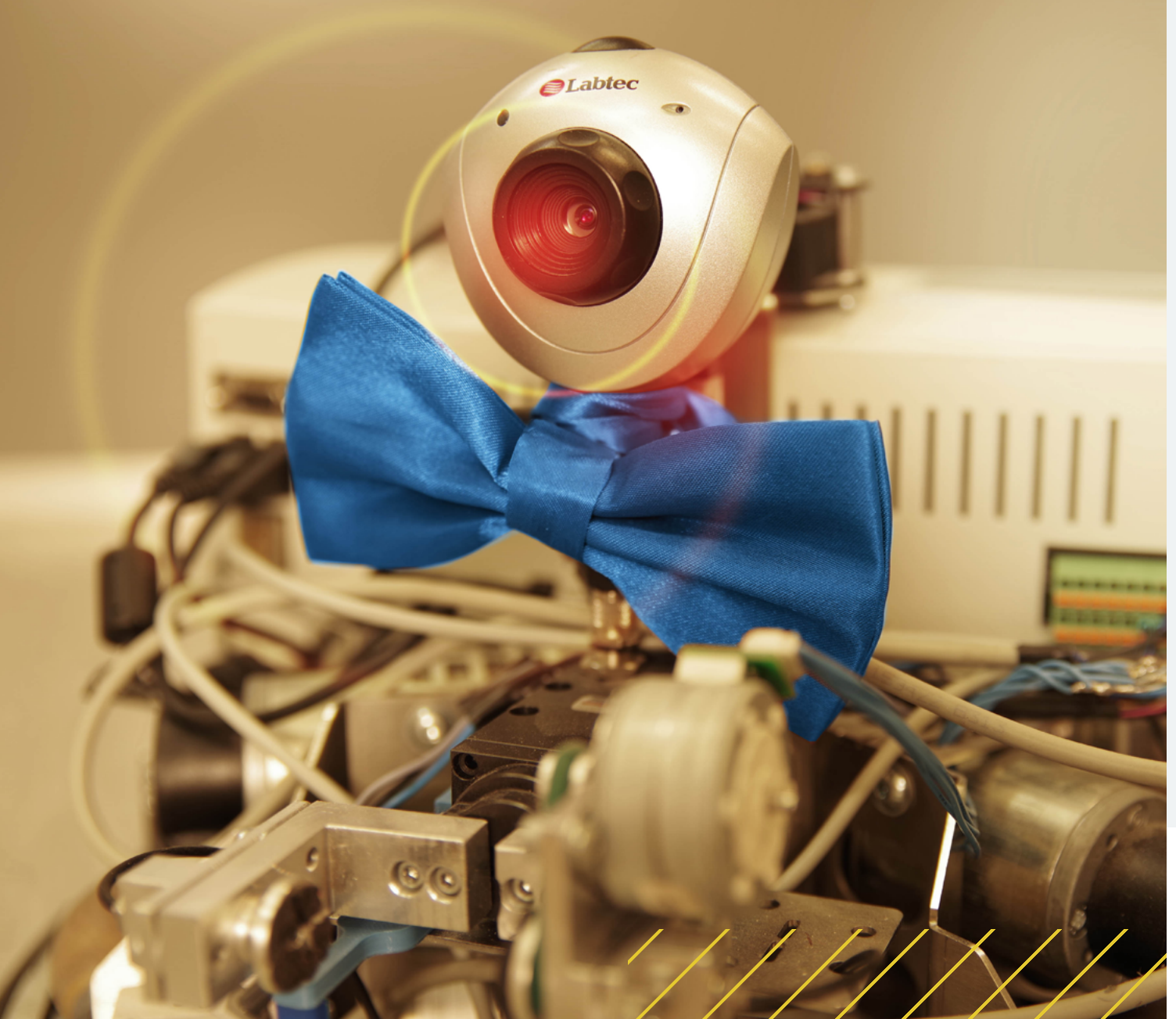
EMI SMARTFACTORY

KIBER-FIZIKAI MINTA-GYÁRTÓRENDSZER
2020

WWW.SZTAKI.HU

WWW.SZTAKI.HU/SMARTFACTORY





BEVEZETÉS

Az intelligens gyártás és kihívásai



Ma általános tendencia a gyártás teljes világának digitalizálása, amely a műszaki és gazdasági folyamatok lehető legteljesebb leképezését jelenti, a termékfejlesztéstől a gyártás globális folyamatainak modellezéséig. A digitalizálás megteremti az előfeltételeit és kereteit annak, hogy a gyártás mai kihívásaira válaszokat tudjunk adni a mesterséges intelligencia, operációkutatás, rendszer- és irányítástechnika, gyártástechnológia és további tudományágak eredményeinek együttes felhasználásával.

Az **intelligens gyártás** akkor valósítható meg, ha mégoly kifinomult modelljei és irányítási algoritmusai, érzékelő és beavatkozó szervek (szenzorok és aktuátorok) révén, állandó kapcsolatban állnak a világ valódi állapotával; ha a gyártás világáról alkotott modellek és a tényleges gyártási környezet időről időre megfeleltethetők egymásnak.

Ez a felismerés motiválta a **SZTAKI Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratóriumát** (Engineering & Management Intelligence — EMI) a **SmartFactory** kiber-fizikai minta-gyártórendszer létrehozására. A telepített rendszerrel kialakíthatók tipikus és jövőbemutató gyártórendszer struktúrák is, tesztelhetők ütemezési és optimalizálási algoritmusok, megteremthetők és vizsgálhatók raktárgazdálkodási, kiszolgálási és logisztikai szituációk.

MOTIVÁCIÓ



Amikor a XXI. század termelési rendszereiről beszélünk, előbb-utóbb előkerül az Industry 4.0, azaz Ipar 4.0 fogalom. A kifejezés a negyedik ipari forradalom szinonimája, mely alatt az ipar digitalizációját értjük. Az első ipari forradalom kezdetét 1784-től, az első mechanikus szövőszék feltalálásától számítjuk. A víz és a gőz segítségével nyerhető energiát használták ki a korszak gyártási létesítményeiben. A második ipari forradalom 1870-ben, az első szerelősor alkalmazásával kezdődött. Az elektromosság lehetővé tette a munka megosztását, és létrejött a tömeggyártás. A harmadik ipari forradalmat a PLC-k 1969-es feltalálása robbantotta ki. Az információs technológiák megjelenésével a gyártósorok magasabb szintű automatizálása is lehetővé vált. Az Ipar 4.0-ban a kézzelfogható mechanikai és elektronikai újítások mellett a virtuális térre is nagy hangsúly helyeződik. Az elmúlt néhány évtizedben a digitális forradalom eszközeire épülve olyan technológiák jöttek és jönnek létre, melyek elmoszák a határt a fizikai valóság és a kibertér között.

A hétköznapi életben teret hódító okostelefonok és egyéb okoseszközök megjelenése, a mindenhol elérhető internet és a folyamatos digitális kapcsolat igénye elérte az ipart is. A szektorban dolgozók irányából merült fel, hogy a hétköznapi élet kényelmi és sokszor praktikus, néha pedig költséghatékony elgondolásai a munkahelyükön is megjelenjenek. Ez a lassan tíz éve indult folyamat mostanra termelte ki első látható, de még nem végső eredményeit.

A **kiber-fizikai rendszerek** (Cyber-Physical Systems – CPS) koncepciója 2006-ban hangzott el

először Helen Gill professzor beszédében a National Science Foundation konferenciáján az USA-ban. A beágyazott rendszerek egy új generációjáról beszélhetünk, ahol a **fizikai eszköz** (hardver) és annak **virtuális reprezentációja** (szoftver) elválaszthatatlan módon **kapcsolódik össze** (integráció) és **interakcióba lép** más hasonló eszközökkel (hálózat). Ez a **négy feltétel** együttes jelenléte határozza meg elsődlegesen a kiber-fizikai rendszereket.

Egyszerűnek tűnhet, hogy a **kiber-fizikai gyártórendszerek** (Cyber-Physical Production Systems –

CPPS) az ipari CPS-ek, azonban a tudományterület kutatói ennél komplexebb elképzelést találtak ki.

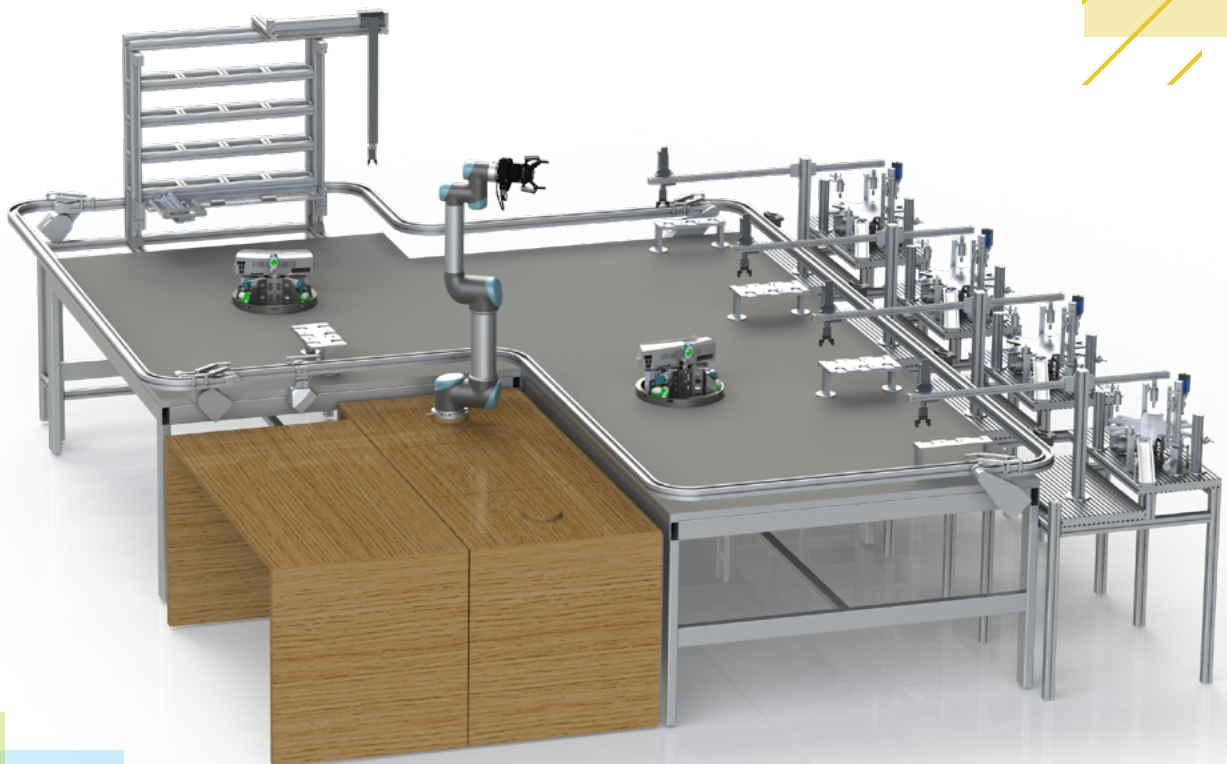
A CPPS olyan autonóm és együttműködő elemekből és alrendszerekből állnak, amelyek a változatos helyzeteknek megfelelő módon kerülnek dinamikus kapcsolatba egymással, miközben folyamatosan frissítik működési környezetük modelljét, valamint előrejelzik várható viselkedését a termelés minden szintjén és az egész termelési folyamaton keresztül, kezdve a fizikai eszközöktől egészen a gyártó és logisztikai hálózatokig.

Az elkövetkező mérnök generációk oktatásának új eszközei lesznek az **oktatógyárak**, melyek valós ipari

eszközökkel, kifejezetten oktatásra kialakított folyamatokon keresztül mutatják be, hogy mire számíthatnak a hallgatók az egyetemi laboratóriumokon kívül.

A minta-gyártórendszerekkel szemben a leglényegesebb elvárás, hogy valós, iparban használt megoldásokat mutassanak be a mögöttes elméleti tudással párhuzamosan.

Az EMI felismerte a szükségességét egy, a mérnöki oktatásban is használható **kutatási és bemutatórendszer** létrehozásának, mely nevét, **EMI SmartFactory**, jövőbemutató célkitűzésként kapta.



A SMARTFACTORY CÉLJAI

Projektfüggetlen demonstrációs platform, elsősorban az EMI által fejlesztett innovatív termelésinformatikai megoldások bemutatására az ipar képviselői számára.

Kísérleti környezet az ipar képviselőinek, ahol Ipar 4.0-val kapcsolatos koncepciókat lehet tesztelni kicsinyített, biztonságos és zárt környezetben, amely lehetővé teszi a valós korlátok és zavarok szabályozott bevezetését is.

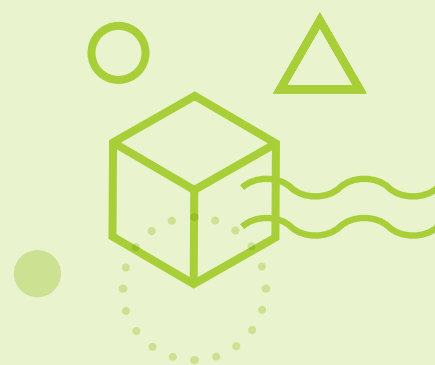
A **nagy nyilvánosság számára kialakított eszköz,** melyen bevált módon bemutatathatóak és magyarázhatóak a CPS és az Industry 4.0 fogalmak.

A létesítmény ezeken felül **támogatja a** műszaki felsőoktatásban tanuló **hallgatókat gyakorlati tapasztalatok megszerzésében,** és környezetet biztosít önálló tervezési és fejlesztési projektek véghezviteléhez, melyek beépíthetők a rendszerbe.

INNOVATÍV MEGOLDÁSOK



KÍSÉRLETI PLATFORM



CPS & INDUSTRY 4.0



FELSŐOKTATÁS TÁMOGATÁSA



A SMARTFACTORY

A SmartFactory kompakt kutatási és demonstrációs platform, amely teljes termelési környezetet tömörít egy szobányi méretbe, hogy kézzelfogható és felderíthető módon bemutassa az ipari termelés minden fontosabb fizikai és virtuális folyamatát.

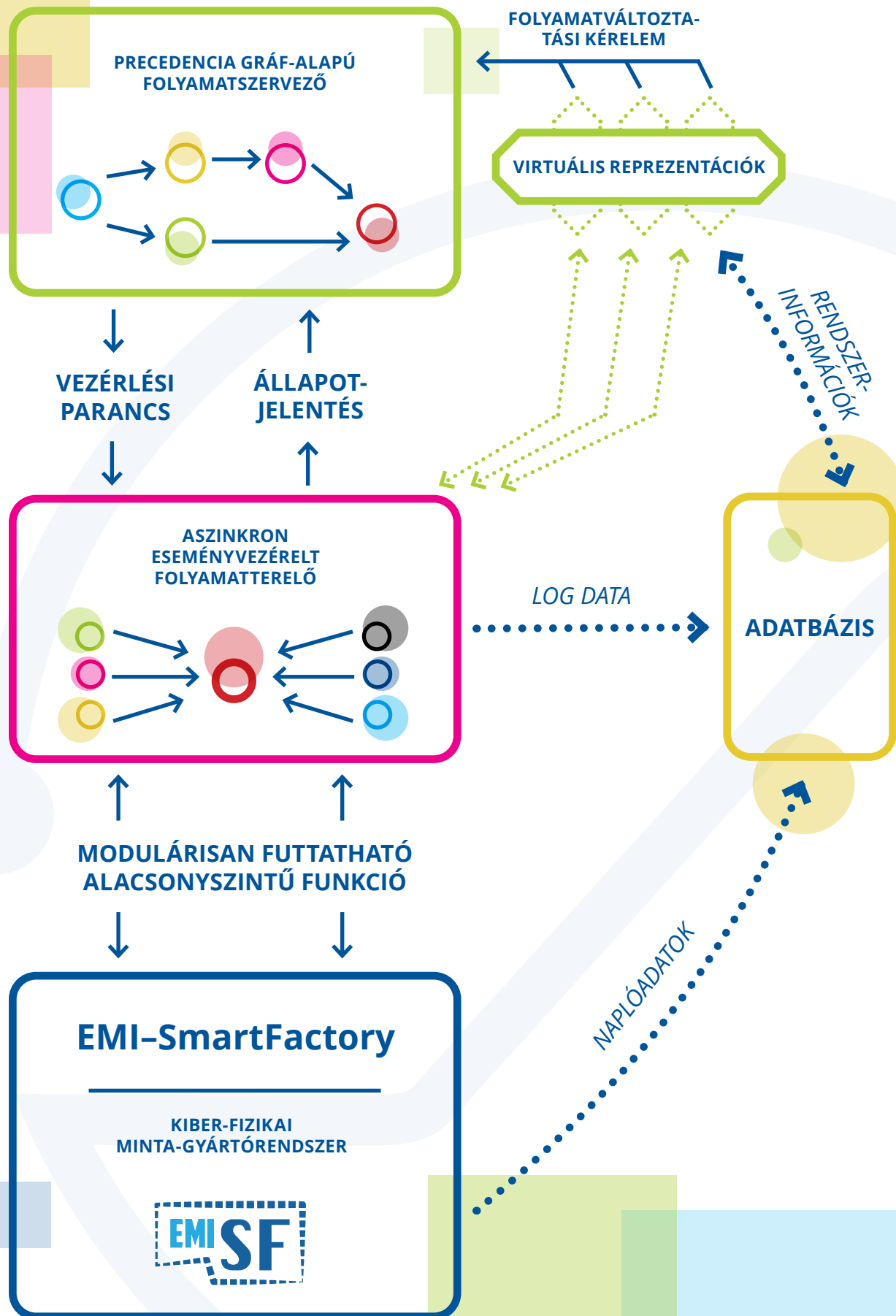
A SmartFactory fizikai folyamatai **egyszerűsített gyártási forgatókönyveket** mutatnak be, ahol az **azonos geometriájú**, de **egyedileg azonosított munkadarabokon megmunkálási műveleteket** végezhetünk. A termékpaletta sokszínűségét a munkadarabokba telepített **egyedi azonosító RFID chippek** teszik lehetővé, a rajtuk tárolható és szabadon testreszabható adatokkal.

A rendszert elláthatjuk munkadarabokkal a **magasraktárból** vagy **külső forrásból**, a szállítást megvalósíthatjuk a **szállítószalaggal** vagy a **szállítórobotok** valamelyikével, a megmunkálási lépések végbemehetnek a **négy identikus munkaállomáson**, vagy ezeket végrehajthatja a **kollaboratív humanoid robotkar**.

A **fogyasztóknak** lehetősége van **megrendelést** feladni a **rendszernek**, mely **teljesítését** nyomon követhetik valós időben, és kiértékelhetik a végrehajtás után.

A rendszer különböző irányítási szintjeire adott felhasználói szerepköröknek megfelelő betekintési felületen lehetőség van **beavatkozni**, **zavarokat és erőforrás-hiányos állapotok előidézni**, hogy a teljes termelési rendszer **megbízhatóságát** és robusztusságát **tesztelni lehessen**.

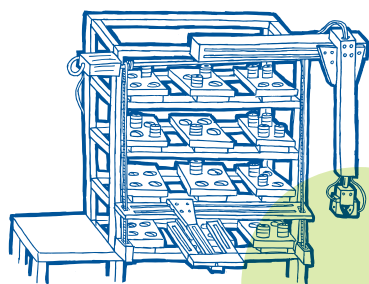
Mindezek mellett a rendszer többfunkciós virtuális kiterjesztése is rendelkezésre áll.



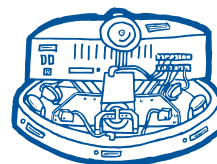
A SMARTFACTORY MINT GYÁRTÁSI ÉS LOGISZTIKAI MINTARENDSZER

Méretét tekintve az EMI SmartFactory ugyan jóval kisebb, mint egy valódi termelő létesítmény, a rendszer és a benne futó folyamatok komplexitása miatt mégis a kiber-fizikai gyártórendszerek csoportjába sorolható.

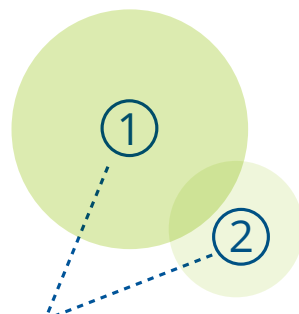
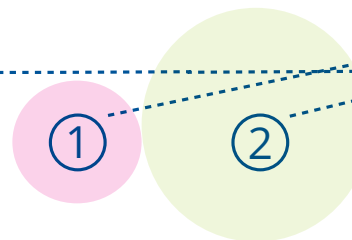
A laborban megjelenik a CPS négy alapvető komponense (szoftver, hardver, integráció és hálózat), és a CPPS paradigma követelményeinek is eleget tesz. Az EMI SmartFactory éppen ezért funkcióját és megjelenését tekintve is gyártási és logisztikai mintarendszernek tekinthető.



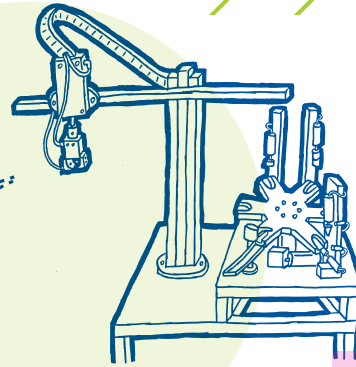
MAGASRAKTÁR



TRANSPORTROBOTOK



A kisméretű **transzportrobotok** egymás konkurensként hordozzák a **munkadarabokat** a **magasraktár** és a négy **megmunkálóállomás** között. Utóbbiak végzik a **megmunkálási műveleteket** (pecsételés és fúrás), míg előbbi **tárolja** az **alapanyag készletet**.



MEGMUNKÁLÓ ÁLLOMÁS

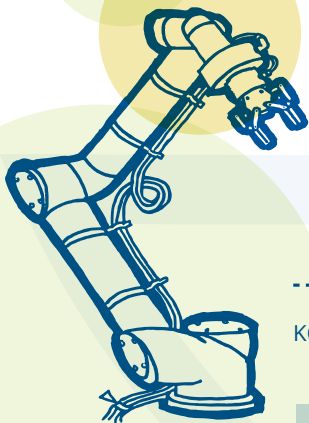
③

④



MUNKADARABOK

SZÁLLÍTÓSZALAG



KOLLABORATÍV ROBOTKAR

Ha valaki körbejárja a rendszert, elsőnek valószínűleg a **robotkar** ragadja meg a tekintetét. Ez az eszköz része is a rendszernek, mint **pakoló robot**, de többnyire más kutatások alanya. Mögötte helyezkedik el a **szállítószalaggal** körbevett **terepasztal**, ahol a **szállítórobotok** tevékenykednek.

A SMARTFACTORY MINT OKTATÁSI RENDSZER

A kitűzött célcsoportot azon **mérnökhallgatók** alkotják, akik jártasságot szeretnének szerezni a **termelés mind gépészeti, mind informatikai eszköztárában**, és megismernék az **elektronikai és irányítási lehetőségeket** is. Aktuálisan a **BME Gépészmérnöki Karával** találta meg az EMI a legideálisabb kapcsolódási pontot, fizikai közelségünk és személyes ismeretségeknek hála, hisz több kutató munkatársunk végez oktatási tevékenységet a karon, képezve a következő generációk mérnökeit és kutatva a leendő kutatók után.

A mechatronikai mérnök szakképzésében lett rendszeresítve a **EMI SmartFactory bemutatása és használata laborgyakorlatként**, a szakra alapvetően jellemző **interdiszciplinaritás** miatt. Eddig több mint kétszáz hallgatónak nyújtott tanulási és ismeretszerzési lehetőséget a labor szervezett oktatási keretek között, **körülbelül tízfős csoportokban** a hatékonyabb interakció igénye miatt. A visszajelzések alapján az aktuális oktatásai tapasztalataikhoz képest **kiemelkedően magas színvonalúnak** ítélték a laborgyakorlatot.

A SmartFactory biztosítja a SZTAKI által vezetett EPIC európai Termelésinformatikai és Termelésirányítási Kiválósági Központ egyik kiemelt kutatási, innovációs és oktatási infrastruktúráját.

Fennállása óta átlagosan havi egy alkalommal fogad hazai és nemzetközi ipari vagy kormányzati partnereket a SmartFactory, hogy az EMI kutatólabor eredményeit kézzelfogható és érdekes módon bemutassa.

A szemmel látható minigyár meggyőzőbb, mint a kimutatások és statisztikák számai a műszaki szakemberek számára. A nem szakképzett nagyközönség számára is nyitott a SmartFactory előre egyeztetett időpontban, valamint nemzetközi és országos rendezvényekhez csatlakozva, kinyitja kapuit

évente több alkalommal. Hazánkban legismertebb publikus kutatási eseményen, a **Kutatók Éjszakáján** immár öt éve rendszeresen részt vesz. A változatos ismeretű és korú közönségnek megtartott bemutatón interaktív formában kerülnek ismertetésre az aktuális termelésinformatikai kutatási irányok, az értést segítő szemléletes példákon keresztül.

Nem elhanyagolhatóak azonban a **BME Gépészmérnöki Kar** további szakjain hallgató tanulók számára is tartott **oktatások** és **bemutatók**, illetve az itt végezhető **fél vagy teljes éves projekt munkák**. Utóbbiak rendszeres végkimenetelle tudományos diákköri konferenciákon való eredményes részvétel, valamint az alapját adják szakdolgozatok és diplomamunkák témájának.



Érdekesként megjelenik egy-két alkalommal bemutatójával a labor az egyetem más karain oktató kollégáinak hála is, valamint az **Óbudai Egyetem hallgatói** is többször felkeresték már.

Az **Erasmus** és **Erasmus+ ösztöndíjak** külföldi hallgatók számára is betekintést engedtek a kiber-fizikai gyártó-rendszerek világába. A teljesség igénye nélkül, a labort megtekintették már fiatal vendégek **Németországból**, **Olaszországból**, **Spanyolországból**, **Svédországból**, az **Egyesült Államokból**, továbbá még a **Dél-afrikai Köztársaságból** is fogadtunk lelkes diákokat.

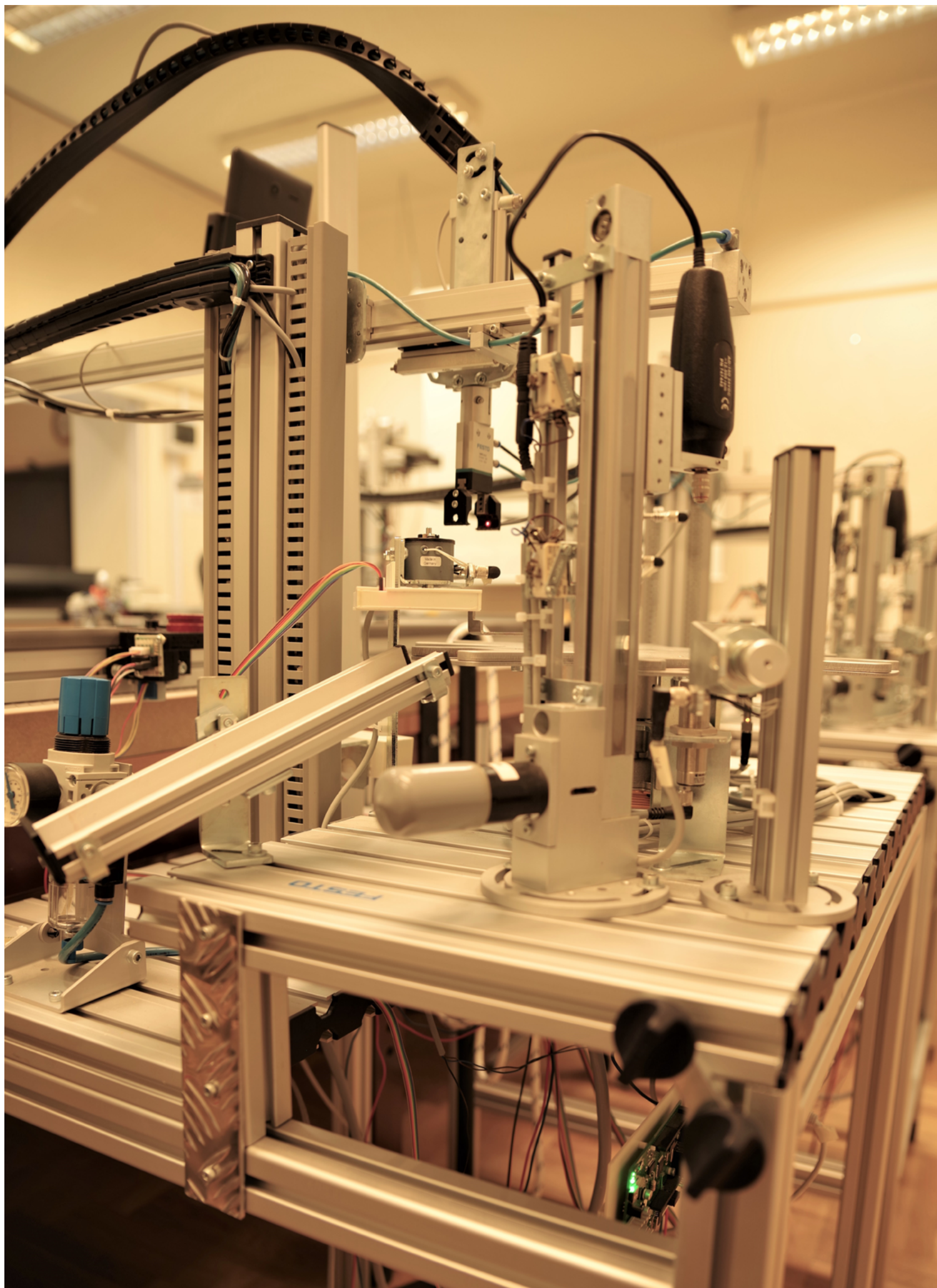
A SMARTFACTORY MINT KÍSÉRLETI RENDSZER

Több akadémiai forrású **SZTAKI**-s belső kutatási és infrastrukturális pályázat, valamint két országos kutatási témapályázat együttese alapozta meg a labor eszközkészletét. A beszerzett eszközök mindegyike **a szoftveres fejlesztéseken túl, fizikai átalakításon is átesett** az idők során, hogy jobban kielégítse kísérleti rendszerekkel szemben elvárható nyitottsági és együttműködési igényt.

A valós, fizikai rendszerek működtetése teljesen más terület és emiatt más beállítottságú gondolkodást is igényel, mint a tisztán elméleti kutatási tevékenység. A rendszer lehetőséget biztosított, hogy elméleti kutatásban erős munkatársaink **alapvető vagy mély tapasztalatot** szerezzenek ezekben a gyakorlati témakörökben is.

Ezen tapasztalatok pedig eddig öt nagy európai kutatási pályázatban bizonyultak hasznosnak, nem számítva az **ipari K+F+I megrendeléseket**. A fiatal munkatársak számára, akik tanulmányaik során találkoztak intézetünkkel először hála oktatási tevékenységünknek, meggyorsítja a bekapcsolódásukat a magas színvonalú kutatási tevékenységbe.

Az elméleti elképzelések kézzelfogható megvalósításának hála könnyebben teremtik meg a **gyakorlat-elmélet közötti kapcsolatot** és vonatkoztatnak el tőle, hogy modellalkotási képességük fejlődjön és absztraktabb szinten tudjanak gondolkodni, ezáltal új tudományos eredményeket is elérni.



ÖSSZEGZÉS

A SmartFactoryn bemutathatóak tipikus és kísérleti ipari folyamatok (mind gyártási, mind logisztikai) átlátható méretben, lehetőség van számítógépes reprezentációval összekötött vagy kiegészített szimulációk futtatására, valamint komplex ütemezési és logisztikai feladatok megvalósítására.

Modularitás:

A labor egyes részrendszerei a mikrofunkcióik szerint függetlenül is működtethetők.

Transzparencia:

A SmartFactory folyamatai fizikai, szoftveres és kommunikációs szinten is tisztán átláthatók.

Interoperabilitás:

A standardizált kommunikációs protokoll és az egységesített programeszközkészlet lehetővé teszi a különböző elemek sikeres együttműködési képességét.

Innováció:

A labor egyedi módon bővíthető fizikailag és szoftveres szempontból egyaránt, valamint virtuális reprezentációja is képes a folyamatos megújulásra.

Demonstráció:

A SmartFactory folyamatai bármilyen elvont diszkrét gyártási és logisztikai problémát kézzelfoghatóvá tudnak változtatni.

ELÉRHETŐSÉGEK

Szakmai vezetőség:

dr. Váncza József, kutatólabor vezető

dr. Erdős F. Gábor, kutatólabor vezető-helyettes

dr. Nacsa János, csoportvezető

Kapcsolattartó:

Beregi Richárd

H-1111 Budapest, Kende u. 13-17.

E-mail: beregi.richard@sztaki.hu

Telefon: +36 1 279 6115

Kérjük, vegyék fel velünk a kapcsolatot, amennyiben szeretnék megtekinteni laborunkat. Szakmai és ismeretterjesztő bemutatókat egyaránt tartunk.

Támogatóink: az Európai Unió H2020 739592 sz. EPIC és az NKFIH ED_18-22018-0006 sz. „Kutatások az ipari digitalizáció által nyújtott potenciál minőségi kiaknázására” projektjei.

www.sztaki.hu/smartfactory

www.inext.science

www.centre-epic.eu

