DFM – „DESIGN FOR MODULARITY” AZAZ MODULÁRIS ELVŰ TERVEZÉS ÉS FEJLESZTÉS: ELVEK ÉS INNOVATÍV MEGOLDÁSOK A G-MAX EUROPE KFT.-NÉL

DFM – „DESIGN FOR MODULARITY” MODULAR DESIGN AND DEVELOPMENT: PRINCIPLES AND INNOVATIVE SOLUTIONS AT G-MAX EUROPE LTD.

Dr. Gotthard Viktor okl. gépészmérnök, PhD
egyetemi adjunktus, BME Gép- és Terméktervezés Tanszék - ügyvezető, G-MAX Europe Kft.

ABSTRACT
Designers of today have to execute different types of generally complex tasks. Hence a new deal has been developed, which looks for design activities from aspects of specialisations. This is design according to an aspect, so called DfX (Design for X). It has several principles, which have expanded for today really serious scientific areas.
Modularity makes high level of flexibility in the area of design and producing. Hence I have nominated the method supporting these kinds of machines to Design for Modularity (DfM). The basic of DfM that one can use the advantages of modular system during design and producing phases. Modular system based on principles of DfM can be applied in all demand like to design product or machine or system.
In the second part of the article I introduced some offered solutions of our company: G-MAX Europe Ltd, these solutions shows us the real properties and advantages of the modular product-family. These modular systems flexible enough in the initial phase of a project and also later, after a certain lifetime, when some properties of the system need to be modified or extended by another properties.

KULCSSZAVAK
moduláris rendszer, DfX, DfM, rugalmas, flexibilis, modul, géptervezés, terméktervezés, Design for X

1. BEVEZETÉS

A moduláris elvű tervezés (DfM) a DfX technikák elvének és a moduláris rendszerek sajátosságainak keresztezésével jön létre. Azaz ebben egyesítésre kerülnek a fókuszált tervezés, valamint a rugalmas és standard elemekből álló termékcsaládok elvei. Egyben egyesíti a géptervezés és a termékfejlesztés elveit és módszertanát is – a moduláris elvű tervezés szempontjából a legoptimálisabb módon.
A G-MAX Europe Kft.-t 2019-ben alapítottuk, műszaki alkalmazástechnikai és kereskedelmi megoldásokat és szolgáltatásokat kínálunk a gépipar és a biztonságtechnika területén. Részt veszünk fejlesztésekben és KFI projektekben, de teljeskörű projekteket is elvállalunk az építőipar, épületgépész vállalkozások, termelő vállalatok és fejlesztéssel foglalkozó cégek számára. Alapelvünk a rugalmasság, amelynek záloga a magas minőségű, moduláris elemekből álló termékek alkalmazása és beépítése. Csak ezt tud számunkra és ügyfeleink számára magas műszaki színvonalú, szabadon konfigurálható és a későbbiekben rugalmasan kibővíthető megoldásokat biztosítani. Ezeket a szempontokat, elveket és megoldásokat mutatjuk be a cikk során.

2. DFX – DESIGN FOR „X”

A „Design for X” (röviden: DfX) azaz a bizonyos szempontból helyes tervezés technikáját igen széleskörűen alkalmazzák napjainkban a terméktervezés és a géptervezés során [1]. Mindjárt az elején pontosítsuk, hogy a fejlesztés alapvetően kétféle folyamatot takar. Az egyik lehetőség egy teljesen új termék vagy gép kifejlesztése, a másik pedig egy meglévő optimalizálása, azaz továbbfejlesztése – bizonyos elvek mentén. Ez utóbbiban tud érdemben segítségünkre lenni a DfX alkalmazása [2].

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy adott szempont szerint optimalizálunk, míg a többit nem vesszük figyelembe, hanem hogy inkább bizonyos szempontú fókuszt, kiemelést kap egy vagy két aktuálisan lényegesebb szempont, míg a további szempontokat is igyekszünk a lehető legoptimálisabban figyelembe venni.

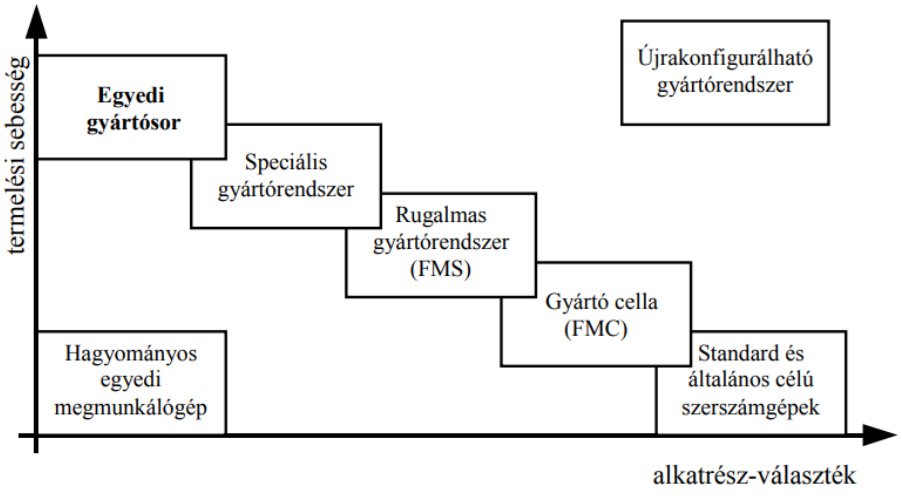
	Rövidítés		Angol kifejezés	Magyar kifejezés
DfX	**A**	**DfA**	Assembly	Szerelés
	M	**DfM**	Manufacturing	Gyártás
	E	**DfE**	Environment	Környezet
	S	**DfS**	Safety	Biztonság
	C	**DfC**	Cost	Költség
	R	**DfR**	Repair	Javítás
	Q	**DfQ**	Quality	Minőség
	F	**DfF**	Flexibility	Rugalmasság
	M	**DfM**	Modularity	Modularitás
	L	**DfM**	Logistics	Logisztika

I. táblázat. Az elterjedtebb DfX-technikák áttekintése.

Az 1. ábrán jól megfigyelhető a fókuszált tervezés legelterjedtebb, kiemelt szempontja. Napjainkra ezeket a szempontokat már DfX célszoftverek segítik a gyakorlatban is igen hatékonyan alkalmazni, óriási tapasztalat-alapú adatbázisba rendezett statisztikailag elemzett és feldolgozott adatok, értékek és körülmények alapján. Bár az ábrán nincs feltüntetve, de ugyanúgy helyet kap a sorban a „flexibilitás” alapú és a „modularitás” alapú tervezés is – ahogy sok egyéb kiemelt szemponttal is bővíthető.

3. MODULÁRIS FELÉPÍTÉSŰ RENDSZEREK

A moduláris elvű gyártósorok vagy másnéven újrakonfigurálható gyártósorok kialakítása teljesen megfelel a moduláris kialakítású rendszerekkel szemben támasztott elvárásoknak. A továbbiakban egy ilyen moduláris gyártósort és annak jellemzőit mutatom be. Jól látható az ábrán, hogy a kialakított gyártórendszerek és gyártósor megoldások hol helyezkednek el a termelési sebesség, illetve az általuk lekezelt alkatrész-választék tekintetében [3].

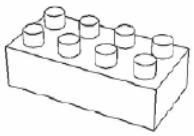
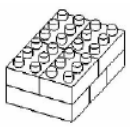
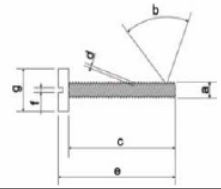
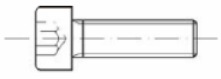
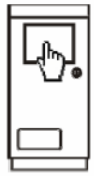
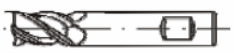
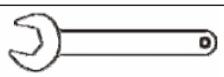
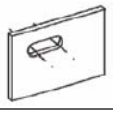


1. ábra. A moduláris elven felépített újrakonfigurálható gyártórendszer jellemzői.

A moduláris elemekből álló elemkészlet moduljai adott határokon belül tetszőlegesen változtathatóak, azaz variálható az elemek lehetséges kombinációja. Az ilyen elemekből felépített berendezés összeszerelése vagy beüzemelése során flexibilisen változtathatóak a moduloktól függő egyes paraméter-értékek (pl. pozíciószám, lökethossz), akár az állítható egységek segítségével, akár a modulok gyors és egyszerű cseréje révén.
Amikor egy gyártósor már üzemel, manapság gyakran előforduló igény a típusváltás, amely (szemben a korábbi hagyományos megoldásokkal) szintén rugalmasan megoldható az elemkészlet segítségével (rövidtávú változtatás).
Az egész moduláris elemkészletet, valamint azok paraméter-értékeit elektronikus adatbázisban tárolják, és egy segédprogram kezeli, mindezek szintén rugalmasan változtathatóak a változó piaci igényeknek megfelelően (hosszútávú változtatás)
A rendszer rugalmassága még a berendezés szétszerelése után is érezhető, az egyes modulok ismételt felhasználása révén, biztosítva ezzel egy igen magas fokú újrahasznosítási arányt [4].

4. FLEXIBILIS RENDSZEREK BEMUTATÁSA

Nagyon fontos szemponttá vált mostanra, hogy a kialakított rendszerek és megoldások (gépek vagy termékek) legyenek rugalmasak. Ez igaz mind az első kialakításra, azaz a minél inkább az igénynek megfelelő konfiguráció kialakítására. De ugyanúgy igaz a kialakított rendszer későbbi átalakítására: kiegészítésére vagy módosítására, a később felmerülő aktuális igények szerint. A következő ábra eltérő megoldásokra mutat rugalmas és nem-rugalmas példát.

Termék	Flexibilis jellemző	Nem flexibilis megoldás	Flexibilis megoldás
építőkocka	variálhatóság		
kerékpár-nyereg	magasság-állítás		
kötőelem	szabványosan cserélhetőség		
vezérlőszekrény	kezelőfelület		
forgácsoló szerszám	funkció		
villáskulcs	méret		
rögzítő-furat	pozíció		

2. ábra. Példák rugalmas és nem-rugalmas megoldásokra.

Az ábrából is látható, hogy a rugalmasság eredhet állíthatóságból, átkonfigurálhatóságból vagy a szabványos kialakításból álló cserélhetőségből. Ezeket a jellemzőket kell tehát figyelembe venni és kialakítani egy új, rugalmas rendszer, gép vagy termékcsalád kialakítása során.

5. A DFM JELLEMZŐI ÉS BEMUTATÁSA

Ezen tervezésmódszertani elvek, azaz a DfX technikák, a moduláris elemekből építkezés és a rugalmas rendszerek kombinációjával alakul ki a DfM (Design for Modularity) azaz a moduláris elvű tervezés. Itt is igaz a fejlesztés kapcsán már ismertetett terminológia, azaz hogy a moduláris kialakítású megoldások fejlesztése lehet egy teljesen új rendszer kifejlesztése vagy akár egy meglévő – nem rugalmas és nem moduláris – rendszer áttervezése.
A DfM, azaz a moduláris elv szerinti tervezés során az alábbi szempontok és alapelvek szem előtt tartása, illetve kialakítása a javasolt.

Alapelv	Jellemzői, leírása
MODULÁRIS ELEMEK	Alapelemek, modulok, illesztő modulok, egyedi tételek – ezek megfelelő kialakítása és kombinálási lehetősége.
RUGALMAS RENDSZER	A rendszer és az elemei legyenek alkalmasak a szabadon konfigurálásra mind az inicializáláskor, mind a továbbiakban.
SZABVÁNYOS ELEMEK	Olyan szabványos elemek választása vagy a modulok szabványosítása, amelyek gyorsan és könnyen cserélhetőek.
TECHNOLÓGIAI ILLESZTHETŐSÉG	Az egyes elemek, modulok kialakítása és működési elve egymáshoz illeszthető kell legyen.
STANDARD CSATLAKOZÁSOK	Az egyes moduláris elemek megfelelő csatlakozásának kialakítása: mechanikus és jelátvitel szempontjából.

II. táblázat. Moduláris elvek és jellemzőik.

A DfM során tehát eszerint az elvek szerinti megtervezés vagy áttervezés javasolt a moduláris elemek megfelelő kialakításához. A továbbiakban ezeket az elveket és szempontokat mutatom be, részletesebben.

5.1. Moduláris elemek

A moduláris rendszerek különböző típusú modulokból állnak, ezeket funkciójuk szerint is megkülönböztetjük, az áttekintésük a következő táblázatban látható.

Modul típus	Funkció	Jellemzők	Szint
Alapmodul	Alap-funkció	Nem változik, minden konstrukcióban előfordul	Mindig szükséges
Segédmodul	Segéd–, csatoló– és kapcsoló–funkció	Általában csatoló- és határoló egységek	Általában szükséges
Speciális modul	Speciális- vagy specifikus funkció	Feladatfüggő, az alapelemek speciális kiegészítői	Lehetséges
Illesztő modul	Illesztő funkció	Más rendszerhez történőadaptáláshoz szükséges	Szükséges / lehetséges
Egyedi elem	Igény-függő funkció	Feladatfüggő, speciális és egyedi igények esetén	Lehetséges

III. táblázat. Moduláris felépítésű termékcsalád elemtípusai és azok jellemzői.

Fontos, hogy a modulok kialakításánál nem csupán az aktuális, hanem a jövőbeli igényeket és elvárásokat is figyelembe kell venni. De ha nem is tudjuk előre megtervezni a jövőben szükséges moduláris elemeket nagyon lényeges, hogy szabadon és rugalmasan bővíthető legyen a moduláris elemkészlet [5].

Az egyedi elemek a mindig eltérő, nem standardizálható igények megoldásához szükségesek, azonban amint bármelyik egyedi elem előfordulása ismétlődni kezd vagy akár alváltozatai kezdenek megjelenni, érdemes azokat is beemelni a modulrendszer elemei közé.

5.2. Rugalmas rendszer

A rendszer rugalmassága több jellemzőből is fakadhat. Az egyik az egyes elemek rugalmassága, állíthatósága, átalakíthatósága és akár az alváltozatai. A másik az egyes elemek rugalmas kombinációiból képezhető konfigurációk kialakítása. A harmadik pedig e kettő kombinációja is lehet.

Ezekre az esetkere mutat példáz az építőszekrény-elv szerinti modulok Kripácz-féle osztályozása [6], amely a következő ábrán látható.

rendszer	építőegység	építőelemei	szimbólum	kombináció	példa
tiszta	kicsi	csak egyforma	□ □ □	□□ □□□	tégla
		csak különböző	Δ ◇ o	Δ◇◇o ◇o	mérőhasáb-készlet
		egyforma és különböző	□ □ o	□oo□ □□o□o	irodabútor-család
	nagy	szerelvény	⊗	◇o⊗□□ □□□⊗◇o	hajtómű
		tartozék	⊕	□□⊕ ⊕Δ◇◇o	fényképező-gép
		csatlakozó	Θ	□□Θ◇o ◇oΘ□Θ◇	öntöztő-rendszer
vegyes	különleges	szerelvény	◘	◇o◘□□ □□□◘◇o	benzin-motor
		tartozék	▣	□□▣ ▣Δ◇◇o	
		csatlakozó	◈	□□◈◇o ◇o◈□◈◇	

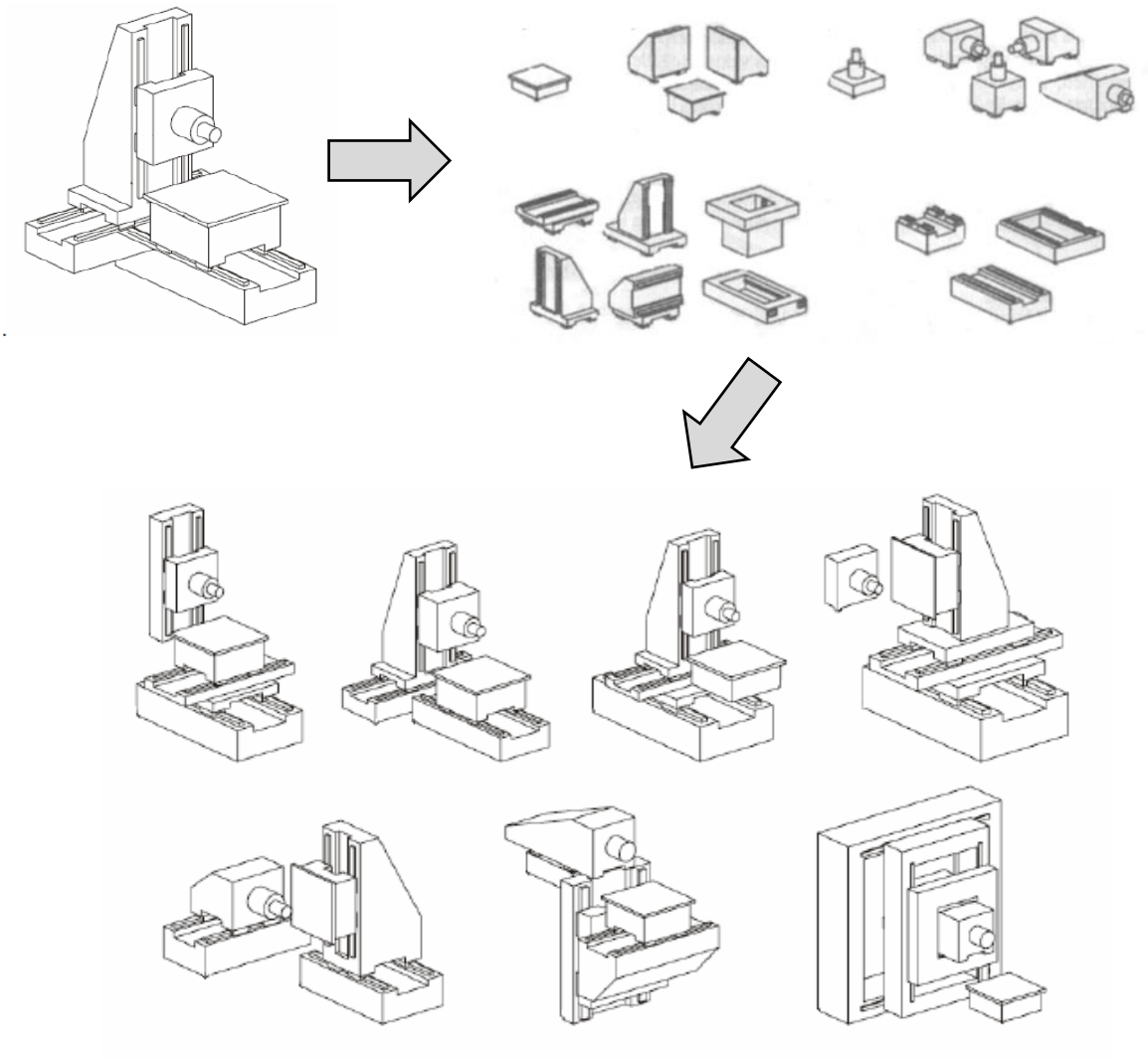
IV. táblázat. Moduláris elemek típusai, jellemzői és kombinálhatósága.

Az ábrán jól megfigyelhető az egyes rugalmasságot adó jellemzők előfordulása, jellemzői és nagyon jól szemléltetik az egyes – mindenki által ismert – példaként bemutatott megoldások és rendszerek.

5.3. Szabványos elemek

A moduláris rendszeren belül a szabványos elemek említése két szinten is meg tud valósulni. Az egyik, a tágabb értelmezés az általánosan elterjedt és bevezetett szabványoknak megfelelő termékek alkalmazása és kombinálása. Erre jó példa a szabványos kötőelemek, csőidomok, de akár az ezekhez szükséges szabványos szerszámok is. Ezeket a tételeket alkalmazva a moduláris elemkészletben egyben garanciát kapunk az egyszerű cserélhetőségükre, szerelésükre, karbantartásukra és kezelésükre is. Ezekre felesleges példákat bemutatnom, hiszen mindenki által jól ismertek.

A másik a szűkebben vett értelmezés, amikor az adott termékcsaládon belül alakítunk ki „belső” szabvány szerinti elemeket és modulokat, ezek kialakítása, csatlakozó felülete sztenderd és azonos lesz, így biztosítva a kombinálhatóságukat, azaz a szabad összeszerelhetőségüket és variálhatóságukat. Erre az esetre jó példa a megmunkáló szerszámgépek kialakítása, amelyek a saját termékcsaládon belül rendelkeznek szabványos kialakítású és többféle alváltozattal rendelkező moduláris elemekkel. Ezt szemlélteti a következő ábra.



3. ábra. Moduláris szerszámgép-elemek és kombinációk kialakítása.

Az ábrán jól megfigyelhető az egyik kiválasztott és igen gyakran elterjedt típus kiválasztása (bal felül). Ezután következik az egységei alapján a moduláris elemek kiválasztás, definiálása és az egyes moduloknak alváltozatok kidolgozása (jobb felül). A harmadik lépés pedig az így kapott modulok kombinálása által az elterjedtebb szerszámgép-kialakításoknak a moduláris elemekből történő felépítése [7].

5.4. Technológiai illeszthetőség

További fontos elv még a moduláris elemcsaládon belül az egyes modulok egymással és a technológiával kompatibilis kialakítása. Ez igaz az egyes modulok gyártástechnológiai kialakítására, hiszen célszerű és költséghatékony, ha az egyes elemek hasonló technológiai lépésekkel gyárthatóak. De igaz továbbá az egyes funkciókat megvalósító megoldási elvek harmonizációjára is. Ha például lineáris mozgásokat szükséges megvalósítani egy berendezésen belül, akkor azonos technológiai elvek alkalmazása a preferált – például elektromechanikus vagy pneumatikus vagy hidraulikus aktuátorok alkalmazása. Hiszen, ha minden hasonló mozgást például pneumatikus elven, pneumatikus munkahengerek és aktuátorok segítségével oldunk meg, akkor az ezek működtetéséhez és kezeléséhez ugyanaz a pneumatikus rendszer lesz szükséges és elegendő [8]. Nem is beszélve a rendszer karbantartásáról vagy javításáról, hiszen ugyanazzal az ismerettel rendelkező technikus kolléga képes lesz a teljes rendszer minden elemének a cseréjére vagy szervizelésére.

Ellenkező esetben pedig – ha többféle elvet kombinálunk – akkor mindegyik alaprendszerének a kiépítésére, fenntartására és működtetésére szükség lenne, ez pedig nagyon nem hatékony megoldás.

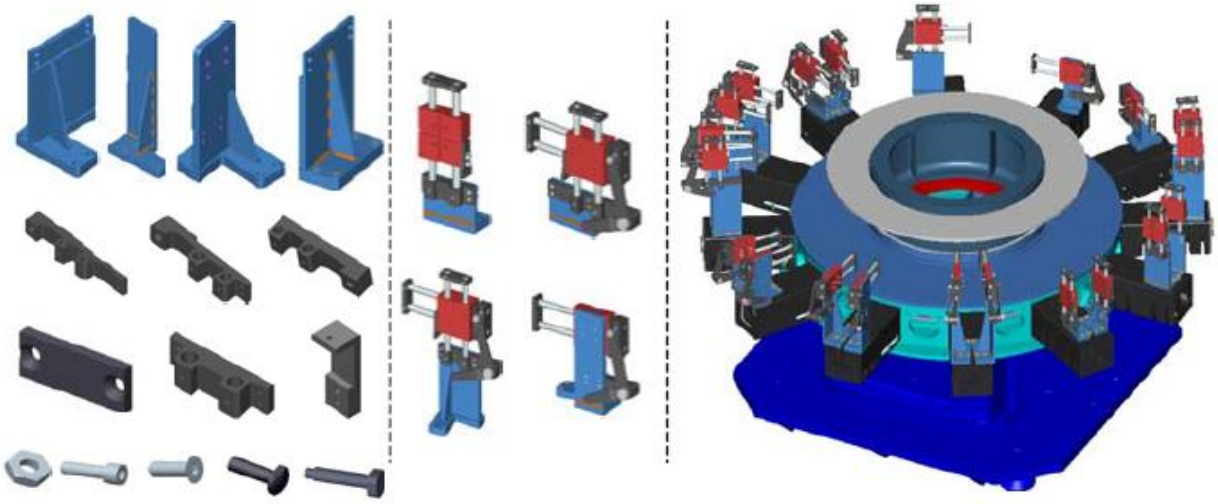
5.5. Standard csatlakozások

Fontos még az egyes moduláris elemek standard csatlakozásaink a kialakítása. Ez igaz a mechanikus csatlakozásra – például az egymáshoz illeszthetőségre, tájolásra és rögzíthetőségre – azaz szerelhetőség megoldása.

De igaz az energiaátvitelre, energialánc kialakítására az egyes modulokhoz, illetve azokon keresztül a rendszeren belül minden működő elemhez az energia eljuttatására.

Továbbá a jelátvitel is lényeges, megoldandó és standardizálandó a rendszeren belül, hiszen ez is szükséges a teljes rendszer elemeinek egymással harmonikus működéséhez.

A következő ábrán egy a felsorolt elveknek megfelelő moduláris felépítésű célgép alapelemei, konfigurált egységei és egy lehetségesen kialakított célgép látható [3].



4. ábra. Moduláris felépítésű gyártósor elemei és alkalmazásuk.

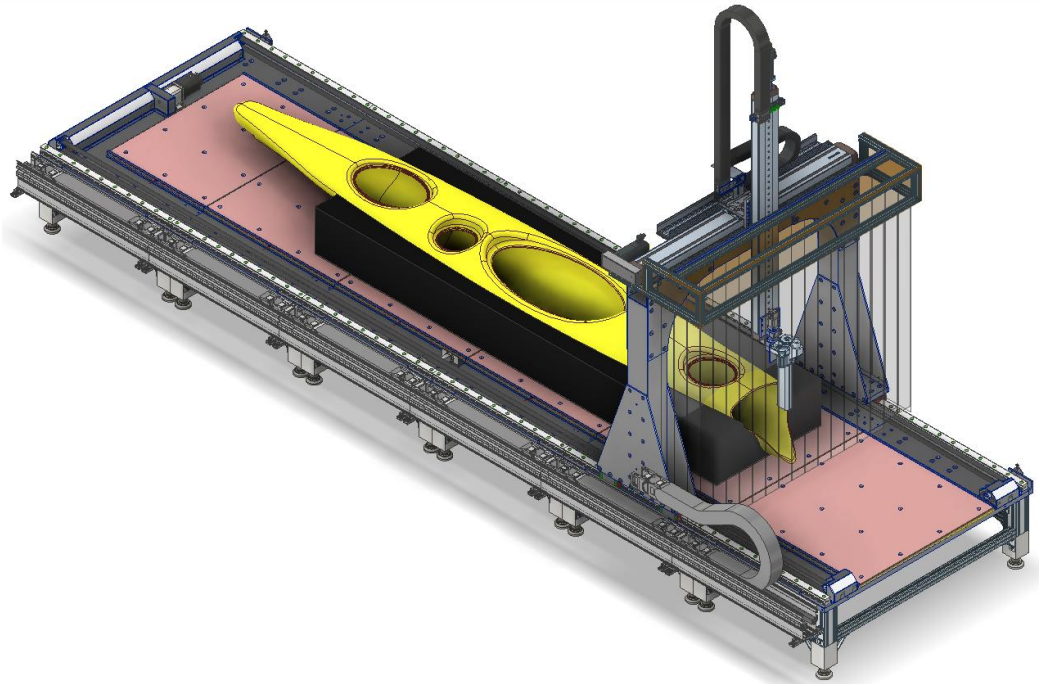
6. MODULÁRIS ELVŰ RENDSZEREK BEMUTATÁSA – IPARI PÉLDÁK

Ebben a fejezetben cégünk, a G-MAX Europe Kft. által fejlesztett, illetve kínált moduláris elvű megoldásokat és termékcsaládokat mutatunk be. Ennek során ismertetjük a rendszer kialakítását, bemutatjuk a moduláris elemeket és kiemeljük a legfontosabb jellemzőiket és a modularitásból származó előnyeiket [9].

6.1. Moduláris nagyméretű 3D-nyomtató célgép

Cégünk sikeresen pályázott egy moduláris felépítésű 3D-nyomtató célgép kifejlesztésére és a prototípus legyártására. A megvalósításra 24 hónap áll a rendelkezésünkre, a pályázat (azonosító: 2021-1.1.4-GYORSÍTÓSÁV-2022-00066) során három cél elérését vállaltuk, ezek az alábbiak:

- CÉLGÉP. Egy olyan 3D nyomtató kifejlesztése, amely moduláris elemekből áll és képes 1x1x5m-es befoglaló méretű 3D nyomtatott termék(ek) egy munkamenetben történő legyártására.
- TERMÉKTERVEZÉS. A cél olyan nagyméretű (maximum 5m hossz) termékek és termékcsaládok kifejlesztése, amelyeknek a gyártása a kifejlesztett berendezéssel lehetséges és indokolt.
- RECYCLING. A gép alkalmas lesz 100%-ban újrahasznosított alapanyagokból is terméket előállítani.



5. ábra. Egy lehetséges nagyméretű 3D-nyomtató kialakítása.

A projekt során ezek az alapvető célok, ezeknek az elérése elvárt. Fontos azonban megjegyeznem, hogy a nagyméretű 3D nyomtató moduláris kialakítása számos gyártástechnológiai lehetőséget is hordoz magában. Amennyiben a rendszer megtervezésre kerül és a prototípus elkészül, igény lehet eltérő méretű berendezés gyártására is, így a moduláris kialakításnak köszönhetően – ha például valahol elég a kisebb méret és helyszűkében vannak – kialakítható lesz 1x1x4m-es berendezés is, de nyilván – ha technológiailag lehetséges, az 5m-nél hosszabb gép is kialakítható lesz, további modulokkal történő toldással. Egy másik további rugalmasságot biztosító lehetőség a 3D nyomtató modultól eltérő modulokkal való kiegészítés. Könnyen elképzelhető, ha például hajókat nyomtatunk majd a géppel, hogy más technológia megvalósítására is szükség lesz – ilyen lehet a polírozó-fej vagy akár a festékszóró modul kialakítása és integrálása a berendezésbe. Ezekkel a jövőben nemcsak új termékek előállítására, hanem régebbi termékek karbantartására vagy felújítására is lehetőség nyílik majd [10].

6.2. Moduláris okos-zár (CLIQ) az elektromechanikus főkulcsrendszer

Cégünk biztonságtechnikai szolgáltatásokat is nyújt, teljeskörű kiszolgálással. Az egyik általunk gyakran alkalmazott és integrált megoldás az elektromechanikus főkulcsrendszer, amely számos moduláris elemből áll, szabadon konfigurálható a megbízó igényei szerint és a későbbiekben is rugalmasan bővíthető.

A rendszer moduláris elemei a következők:

- KULCS. Többféle elektromechanikus kulcs. Lehet normál vagy bluetooth technológiával is programozható. A kulcsokba elhelyezhető ún. RFID-chip is, amivel a kártyás beléptetés is megoldható.
- ZÁR. A zárak is többféle modulból állnak. Az egyik oldal lehet elektromechanikus (E) ez esetben kizárólag adott jogosultsággal nyitható. A másik oldal lehet tisztán mechanikus (M), ez esetben jogosultság nélkül is nyitható a megfelelő kulccsal – például tűz eseti gyors kijutás megoldása. A zárakhoz 5mm-es és 10mm-es toldóelemek is kaphatóak, így létrehozható mindig az adott ajtó vastághoz illő, szükséges hossznak megfelelő zárbetét.
- PROGRAMOZÓ EGYSÉG. A rendszeren belüli elemek és a jogosultságok programozására (kezdetben vagy később bármikor) többféle programozási lehetőség is rendelkezésre áll. Létezik PC-s programozó egység, felhő alapú megoldás és bluetooth-on keresztül mobiltelefonról vagy tabletről is programozható.

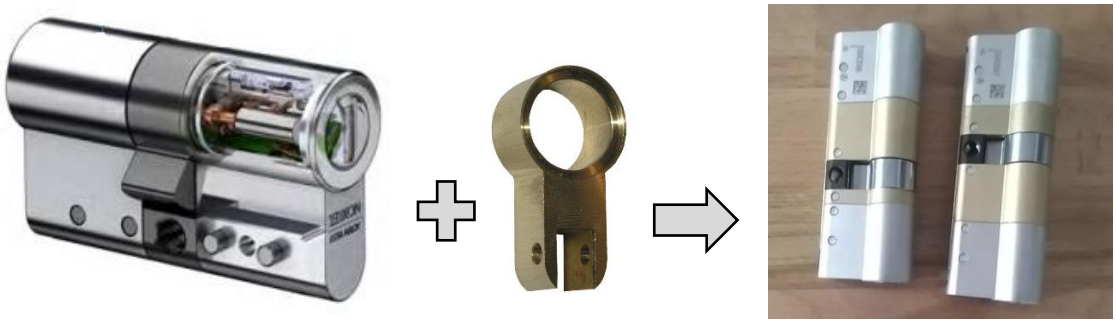
a) *b)*



6. ábra. CLIQ kulcsok (a) és programozási lehetőségek (b).

A rendszer olyan elektromechanikus cilinderzárbetétekkel és hozzájuk tartozó kulcsokkal rendelkezik, amelyek utólag, szoftveresen programozhatóak, hogy ki, melyik kulccsal melyik zárat és mikor nyithatja vagy zárhatja. A jogosultságok utólag is rugalmasan módosíthatók, köszönhetően a többféle programozási lehetőségnek – úgy, hogy az értintett kulcsnak nem is kell nálunk lennie. Azaz egy kulcs például elhagyás esetén a távollétében is letiltható.

a) *b)* *c)*



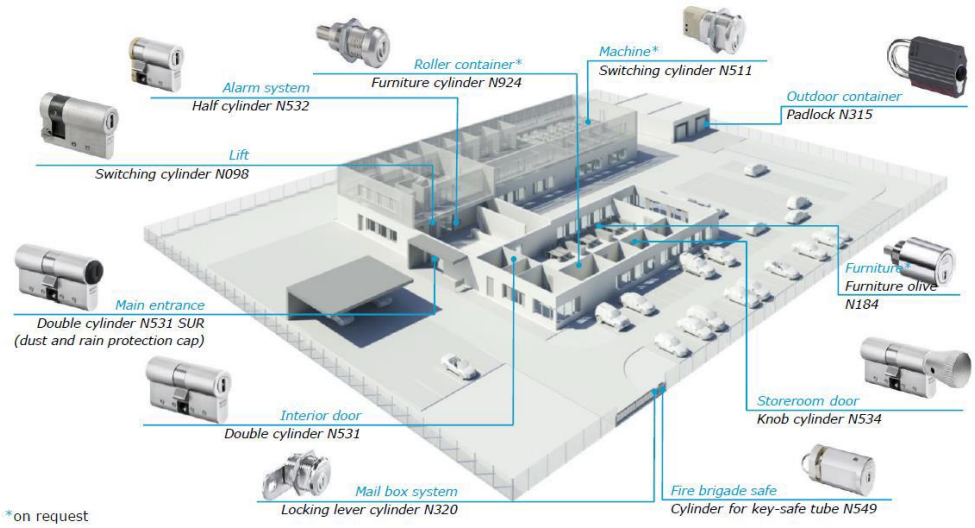
7. ábra. CLIQ zárbetét kialakítása és szerkezete (a), toldó elem (b), eltérő hosszú megoldások (c).

A rendszer nagyfokú rugalmassága onnan is ered, hogy teljesen vezetékmentes megoldás, hiszen a zárban lévő elektronikát a kulcsban lévő elem működteti – amely azonos az autók slusszkulcsában lévő elemekkel. Tehát az iroda költözése esetén a beléptetőrendszer is rugalmasan elvihető, de a meglévő telephely bővítése esetén is nagyon gyorsan kiegészíthető. Köszönhetően a vezetékmentes kialakításnak a zárak telepítése egy párperces művelet.



8. ábra. CLIQ zárbetétek – valamennyi elterjedt kialakítás elérhető elektronikus változatban is.

A rendszer naplóz minden nyitási és zárási eseményt, de még a próbálozásokat is (azaz amikor valaki a kulcsával olyan zárat próbált nyitni, amelyikhez nem vagy esetleg már nem volt jogosultsága).

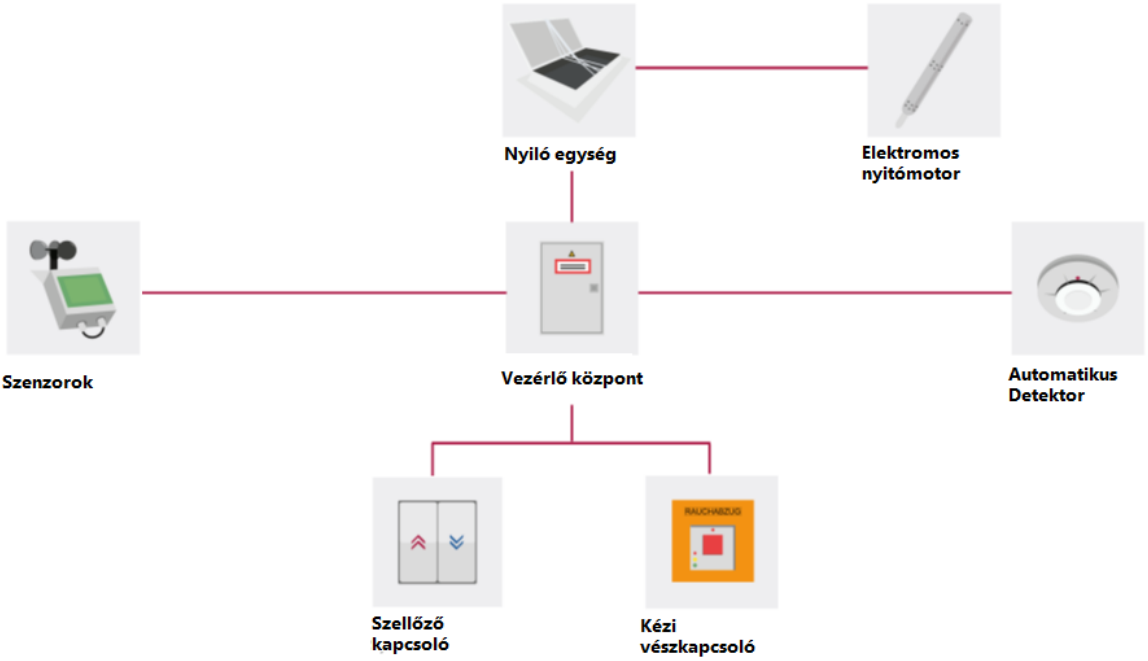


9. ábra. CLIQ teljeskörű megoldások a felhasználók igényei szerint.

Ezeknek a moduláris elemeknek és a rugalmas kombinálhatóságnak köszönhető, hogy a felhasználó igényeihez testre szabjuk a megoldást az első konfiguráláskor vagy később, bármikor.

6.3. Moduláris hő- és füstelvezető (RWA) rendszerek

Cégünk másik biztonságtechnikai szolgáltatása hő- és füstelvezető rendszerek (köznyelvben: RWA vagy magyarul HFR) teljeskörű szolgáltatása (tervezés, beszerzés, telepítés, beüzemelés, szerviz), ezeket a megoldásokat is moduláris elemekből konfiguráljuk és építjük ki a hatályos jogszabályoknak megfelelően és a megbízó igényeihez igazítva.

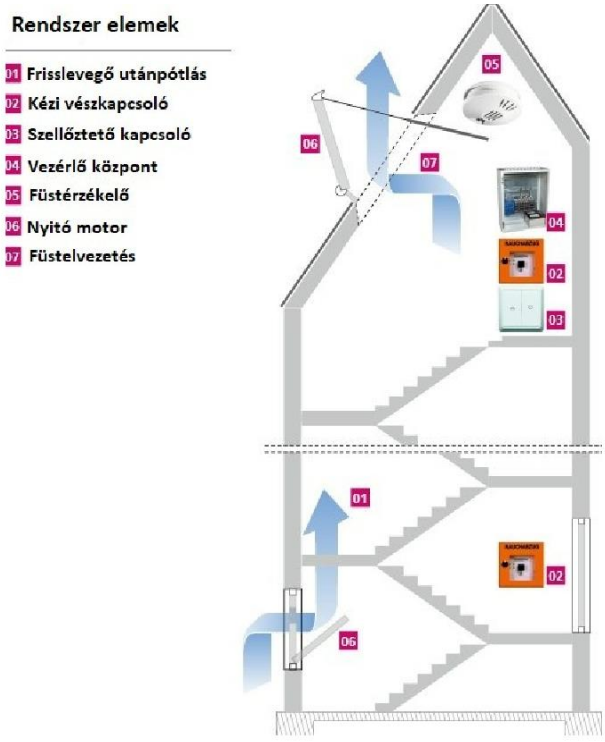


10. ábra. Hő- és füstelvezető rendszer (RWA) moduljai.

A rendszer moduláris elemei a következők:

- KÖZPONT. Szabvány szerinti 24V DC és komfort szellőztetésre használható 230V AC motormozgató modulokkal, amelyet időjárás érzékelő modullal, szél- és esőérzékelővel kiegészítve akár automatán is használhatunk naponta előre beállított rövid átszellőztetésekre, amennyiben az időjárás engedi. Az átjelző- és füstszakasz moduloknak köszönhetően tetszőlegesen szétbontható az épület külön szakaszokra és az előre beprogramozott logikai átjelzésekre épület menedzsment rendszer vagy tűzjelző felé.
- AKKUMULÁTOROK. A tűzvédelmi szabályoknak megfelelően minden vezérlés az adott rendszert illetően áramkimaradás esetén is 72 órán belül egyszeri nyitást biztosít.
- NYILÓ EGYSÉG. Nyílászáró(k) a tetőn vagy a legfelső szinten, amelyen keresztül a nyitómotornak köszönhetően a hő- és füst távozhat és a földszinti ajtó(k), amin keresztül motoros nyitás után a frisslevegő az épületbe áramolhat, miközben menekülhetnek a bent tartózkodó személyek.
- VÉSZJELZŐ NYOMÓGOMB. A rendszer kézzel is indítható vész esetén a vészkapcsolóknak köszönhetően, amik a menekülési útvonalakon és szintenként is megtalálhatók.
- KOMFORT SZELLŐZTETŐ KAPCSOLÓ. Billenő, vagy kulcsos kapcsoló, ami szellőztetésre nyithatóvá teszi az emeleti és tetőtéri nyílászárókat.
- SZÉL- ÉS ESŐÉRZÉKELŐ. Automata és kézi szellőztetés esetén az előre beprogramozott értékhatáron belül engedélyezi a nyitást, értékhatáron túl meggátolja vagy visszacsukja az ablakokat. Tűz, vagy vészesetben a vezérlés felülírja az érzékelőt és minden nyílászárót a rajta lévő nyitómotor maximális nyitásszögig nyit.

A kéményhatás elvén működő rendszer a legalacsonyabb és a lemagasabb ponton nyílászárók nyitásával, vagy kombinálva befúvással/elszívással gravitációs hő- és füstelvezető csatornát hoz létre a bent tartózkodók füstmentes térben történő menekülésére/menekítésére és az épület tetőszerkezetének hőterhelés csökkentése végett megóvva azt a beomlástól. Sajnálatos hazai példáink, ahol tűz esetén nem volt HFR (hő- és füstelvezető rendszer): BS – 1999, TF Tornacsarnok – 2016.



11. ábra. Moduláris RWA-rendszer integrálása.

Az adott épület elrendezése alapján a menekülési útvonalak füstmentesen tartásához szükséges nyílászárók mozgatásához és az egyéb füstmentesítésben résztvevő gépészeti eszközök működtetését látja el a hő- és füstelvezető vezérlés, amely a tervezői és beruházói igények alapján modulárisan építhető fel, valamint a későbbi épületbővítések esetén is rugalmasan módosítható.

a) *b)* *c)* *d)*



12. ábra. Moduláris RWA-rendszer elemei: vészjelző (a), mágnes (b), ajtónyitó (c), ajtócsukó (d).

a) *b)*



13. ábra. Moduláris RWA-központ szerkezete (a) és programozása (b).

Az RWA rendszernek köszönhetően a tűz kialakulásának korai szakaszában elvezetett füsttel megmenekülhet mindenki, valamint az épület hőterhelésének csökkentése miatt nem fog összedőlni az oltás megkezdése előtt.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatottakat röviden összefoglalva látható, hogy a DfM-nek, azaz moduláris elvű tervezésnek és kialakításnak igen fontos szerepe van a tervezésmódszertani folyamatok és a DfX technikák között. Ezzel a módszerrel lehet kialakítani olyan termékeket, berendezéseket és rendszereket, amelyek eleget tesznek korunk minőségi, rugalmassági és kialakítási igényeinek. A moduláris rendszer standard elemeket és modulokat tartalmaz, amelyek sok esetben több alváltozattal is rendelkeznek.

Az áttekintett ipari példák jól bemutatják a moduláris tervezés több, eltérő területen is fennálló létjogosultságát és a megfelelő alkalmasságát. A DfM elvét alkalmazva számos egyéb területen kialakítható moduláris elven felépülő termékcsalád vagy moduláris elemkészletből felépíthetővé tehetőek az ezidáig egyedileg tervezett termékek vagy berendezések. Az elv és a módszer tehát bármely területen rugalmasan és igen jó eredményekkel alkalmazható, ha lenne ilyen igénye, de kétségei lennének, forduljon hozzánk bátran!

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS
A cégünk pályázati kutatását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) támogatja a 2021-1.1.4-GYORSÍTÓSÁV-2022-00066 azonosítószámú, projekt keretében.



7. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Bercsey T.: A termékfejlesztés és tervezés innovatív módszere, Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szemináriuma, Miskolc, 2004.
[2] Andreassen M. M.: Multi product development: New models and concepts, 15. Symposium “Design for X” Neukirchen, October 14-15, 2004.
[3] Dr. Gotthard V.: Moduláris felépítésű gyártósorok tervezésének elmélete és gyakorlata, PhD értekezés, BME, 2008.
[4] Boothroyd G., Dewhurts P.: Product Design for Assembly – Handbook, BDI, Wakefield, 1987.
[5] Gerhart S. The road to modular assembly, Electronic Packaging and Production, Vol. 39 (5), Cahners Publishing, New York, 1999.
[6] Kripácz F.: Az “építőszekrény”-rendszer alkalmazása a technikában, KGM-MTPI, Budapest, 1963.
[7] Németh I.: 3-tengelyes szerszámgépek felépítési változatainak tervezése, BME Gépgyártástechnológia Tanszékének oktatási segédlete, Budapest, 2004.
[8] K. Roth: “Tervezés katalógussal” (Berlin-Heidelberg-New York), Springer-Verlag, 1982.
[9] www.g-max.hu
[10] G. Pahl, W. Beitz: “A géptervezés elmélete és gyakorlata” (Budapest, Hungary) Műszaki Könyvkiadó, 1981.