

**MEZŐGÉPGYÁRTÓK ORSZÁGOS SZÖVETSÉGE
(MEGOSZ)**

Magyar mezőgazdasági gépek fejlesztése a hazai agrár technológiákhoz

**Szerkesztette:
Bproduction Kft.
www.bpro.hu**

**A KIADVÁNY AZ AGRÁRMINISZTERIUM TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT
2023**



WWW.MEGOSZ.EU

Tisztelt Partnerünk!

A Mezőgépgyárók Országos Szövetségének (MEGOSZ) újabb kiadványa a hazai mezőgazdasági gépfejlesztés lehetőségeit, erőforrásait, eredményeit tárgyalja. Az elmúlt esztendőben a szövetség elnöksége és közgyűlése elhatározta, hogy kiemelten szükséges foglalkozni a versenyképes műszaki fejlesztést elősegítő és gátló tényezők elemzésével. A Covid időszak és a kialakult gazdasági helyzet ugyanis egyértelművé tette: a mezőgép marketing elemek között már nem első helyen szerepel a gép ára. Ráadásul az egész agrárgazdaságunk válaszut előtt áll: egyre határozottabb érvek szólnak a termelési szerkezet, valamint a megszokott technológiák változtatása mellett. A világpiac igen gyors módosulása, a klíma és a környezet változása együttesen olyan kihívást jelent, amelyre történő hatékony reakálás versenylőnyt, a passzivitás pedig a bukást eredményezi.

A MEGOSZ olyan szövetségi rendszert alakított ki, amely hatékonyan támogatja a gépgyártás innovációját (az idén például együttműködési megállapodást kötöttünk a KITE Zrt-vel a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemmel, valamint a Nemzeti Innovációs Ügynökséggel). A német TriAhead Gmbh. a mezőgépgyárak bevonásával átfogó vizsgálatot végzett, amelynek egyik célja az innovációs készségek értékelése volt. Az idén két szakmai rendezvényen dolgoztuk fel a témakört. Tanulmányunkban felhasználtuk a szakmai viták és egyeztetések eredményeit, és Tagvállalataink tapasztalatait. Immár hagyományosan öt fejezetbe szervezve készült el a kiadvány, azonban az egyes részek tematikája jelentősen eltér a korábbiaktól, hiszen most a fő cél a termelők, az agrárgazdaság igényeit mindjobban kielégítő innovációk elősegítése.

Kiemelten foglalkozunk *a vertikális, a termékpálya mentén megvalósuló géprendszer fejlesztéssel*, mert -tavalyi bevezető írásomból idézve: „...a mezőgazdasági gépfejlesztés akkor eredményes, ha az a versenyképes élelmiszertermelést támogatja”.

Amennyiben jól végeztük a vertikális géptervezést, véleményünk szerint igen jó eséllyel tudunk jó mezőgépet tervezni, fejleszteni.

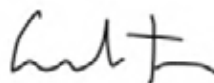
A tagvállalatainknál jelenleg futó, a nemzeti fejlesztési programban szereplő, aktuális gyártmány és gyártásfejlesztés területén elért eredményeket külön fejezetekben elemezzük.

Végül a MEGOSZ *nonprofit pártoló tagjaink, alapvetően tag-egyetemeink műszaki fejlesztési és kutatási aktivitásának bemutatásával* a lehetséges innovációs kapcsolódásokat tudjuk előmozdítani.

Biztos vagyok benne, hogy a jelen kiadványunk immár nem csupán a gyártmányaink jobb megismertetésén keresztül szolgálja az agrárgazdaság folyamatos piactudatos technológiai fejlesztését, hanem elősegíti a jövőnk sikeres alakítását, az együttműködésen alapuló közös innovációs tevékenységet.

Ezért továbbra is tisztelettel kérem a segítségét, az együttműködését!

Törökszentmiklós 2023. november 15.



Csanádi Tamás
a MEGOSZ elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. A versenyképes agrár termelés géprendszereinek kialakítása	4. oldal
2. A mezőgazdasági gép tervezésének folyamata, a horizontális géprendszer fejlesztés	12. oldal
3. Hazai mezőgazdasági gépgyárak részvétele a nemzeti fejlesztési programokban	19. oldal
4. Diagnosztikai és gyártástechnológiai fejlesztések a hazai mezőgépgyártóknál	26. oldal
5. Hazai egyetemek a mezőgazdasági gépfejlesztés szolgálatában	35. oldal

1. A versenyképes agrár termelés géprendszereinek kialakítása

A nagy ágazati rendezvényeken, szaklapokban egyre gyakrabban hangzik el: a magyar agrárgazdaság hatékonyságának javítása szükséges. Az igény nem csupán a termelési technológiák fejlesztésére irányul, hanem például a vetésszerkezet változtatására, a kertészeti növénytermesztés, valamint a feldolgozás szintjének növelésére, az élelmiszergazdaság egészének fejlesztésére.

A géprendszer és a mezőgazdasági termelés kapcsolata

A KSH adatok szerint: „2021. június 1-jén az ország mezőgazdasági területe 82%-a szántóként, 15%-a gyepként hasznosult, a szőlők és gyümölcsösök együtt a mezőgazdasági terület mintegy 3%-át borították. A vetésszerkezetben a gabonafélék és az olajnövények szerepe a meghatározó”. Ez a termelésszerkezet korábban is jellemző volt, azonban az elmúlt évtizedekben tovább erősödött, alapvetően a hús a zöldség és gyümölcsstermelés csökkenése miatt. A hagyományok, a kiépült termelési rendszerek (eszközök és ismeretek) mellett a mezőgazdaság támogatási rendszere is ezt a tendenciát segítette, a kisebb gazdaságok esetében is.

A Magyarországon folyó mezőgazdasági gépfejlesztések is alapvetően a kialakult termelés-szerkezet szerint alakulnak: hazai gyártmánnyal a gabonatermelés munkagép rendszere a legteljesebb (1. ábra).

1. ábra Magyarországon a gabonatechnikában a legteljesebb a munkagép és eszköz fejlesztés, valamint a műszaki kutatás (Lőrincz 2016)

Más termelési ágakat (pl. erdészet, gyümölcs- és zöldségtermesztés, állattenyésztés), kiszolgáló gépfejlesztés és gyártás csökkenése ezért drasztikus volt, elveszítve az agrár- és a gépfejlesztés egymást segítő előnyös nemzetgazdasági hatását.

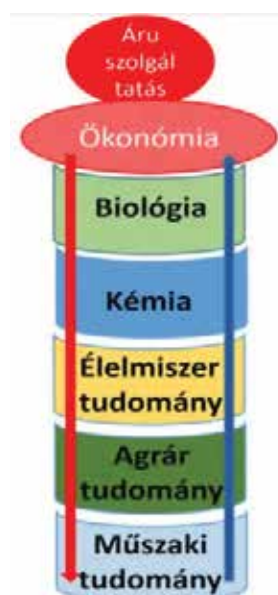
A folyamatos technológiafejlesztés az említett „nagy” szántóföldi növények esetében sem teljeskörűen valósult meg a gazdaságokban, a terület gépesítés-fejlesztése is sok esetben a

kifáradás jeleit mutatja. Még a „megszokások kihasználásával” is ma már nehéz versenyképes maradni csupán az olcsóbb munkaerővel, alapanyagokkal, egyszerűbb megoldásokkal gyártott gépekkel.

Nyilvánvalóan, hogy az említett gazdasági kényszer hatására bekövetkező változások igénye először az agrár termelési technológiában jelentkeznek. Főleg a nemesítés eredményeinek hatására először azok a gazdaságosan termelhető szántóföldi növényfajták „jelennek” meg, amelyek a többnyire rendelkezésre álló szántóföldi gépekkel termesztethők. Korábban, a repcetermesztés terjedése, újabban a magkender és a szója tartozik ebbe a körbe. Hazánkban régebben ezeket a növényeket többnyire a gazdaságosan nem termesztethők közé sorolták. A folyamatban egy továbblépést jelentene, ha a szemlélet kiterjedne a végtermék (árú vagy szolgáltatás (pl. turizmus)) előállítására, a teljes termékpályára. A termelési technológiafejlesztést tehát ne csupán az befolyásolja, hogy a versenyképtelenné váló termék előállításánál hogyan lehetséges – főleg műszaki eszközökkel – a termelési költség csökkentése, hanem a feldolgozott terméket előállító teljes termelési folyamat és értékesítés (a termékpálya) nyereségessége. A tényleges gazdasági hatást persze befolyásolhatja, torzíthatja, ha a termelési költségek vélelmezett csökkentését a támogatás szolgálja.

A géprendszer tervezés elvei

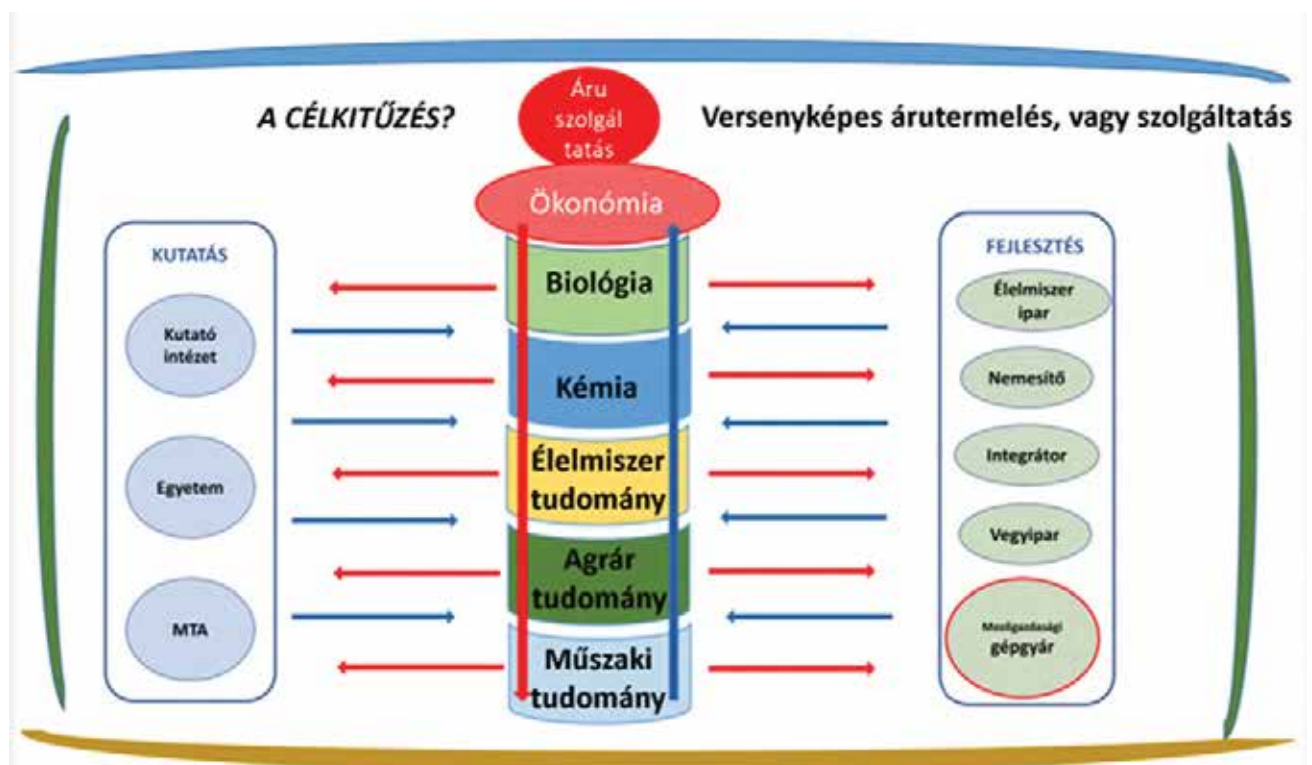
A mezőgazdasági termelési technológiák jelentősen eltérnek az ipariaktól. A piacon sikeres termék (pl. élelmiszer, turisztikai szolgáltatás, bioenergia, bio-műanyag) előállításához számos önálló tudományterület szoros együttműködésére van szükség. A gazdaságtantól a műszaki tudományokig nagyon eltérő területek játszanak meghatározó szerepet a termék versenyképességében, a termelési folyamat által meghatározottan. A technológia fejlesztésében ez a kapcsolatrendszer döntő szerepet játszik, amelyek kétirányúak és a sorrend nem egészen tetszőleges. Meghatározó jelentősége van a termék piaci sikerességének, tehát a gazdasági ismereteknek. Olyan elemzésekre, piaci értékelésekre, ismeretekre van szükség, amelyekkel döntést lehet hozni az adott helyen a jó termelési célra irányulóan. A biológiai és környezeti feltételek tovább szűkíthetik a mozgásteret. Az utolsó „elem” a gépesítés, mivel ez a terület a legjobban determinált, a legjobban „mértezhető”.



2. ábra Egy termékpálya szereplőinek vertikális kapcsolódása

A géprendszer kialakításánál a termékpálya sikerességét meghatározó szakismeretek mindegyike fontos, mivel a genetika (vitalitás, szárazságtűrés, ellenállóképesség stb.) kihat szinte minden gépi műveletre, szükségessé vagy éppen elhanyagolhatóvá téve azt. Az agrokémia hatása alapvetően a növényvédelem és a növénytáplálás műszaki lehetőségeit befolyásolja. A 2. ábrát tehát úgy célszerű szemlélni, hogy az egyes szakterületek szükséges ismereteit tartalmazza, amelyek alapján elemezhető az új ismeretek gazdasági következménye, tehát a kutatás céljainak megfogalmazása is. Az egyes szakmai területek összetétele és súlya is változik az egyes termékpályáknál, tehát a 2. ábra szemléltetés csupán. Az ismeretek alapján a technológia minden eleme összeállítható, így a szükséges géprendszer is. Ez a piacon beszerezhető gépekkel realizálható, gyártmányfejlesztés a nem létező, vagy nem megfelelő esetekben szükséges. Akkor van szükség műszaki fejlesztésre, ha az a végtermék eredményességéhez hozzájárul!

Az inputokat, illetve szakismeretet létrehozó szervezetek általában függetlenek (3. ábra), itt is érvényes az említett „szabály”: az eredményeik a termékben realizálódó hasznuk alapján értékelhető. Két nagy csoport különíthető el a kutatást és a termelést végző szervezetek, valamint az inputokat előállító vállalatok.



3. ábra A piactudatos technológiafejlesztés (benn a géprendszerfejlesztés) kapcsolódási rendszere

A vázolt modellt- konkrét gazdaság esetében- természetesen az adott helyen kell alkalmazni, itt jelentős befolyásoló tényező a légtér, az időjárás, csapadék, az élő környezet, valamint a talaj és vízviszonyok, beleértve a kitétséget is, a stresszhatások mellett (ezeket a keretező színes sávokkal érzékeltetjük).

„Jó gyakorlat” a termékpályán megvalósuló géprendszer fejlesztésre

Magyarországon hagyományai vannak az említett rendszerben történő termelésfejlesztésnek, hiszen bizonyos mértékben az 1970-es 80-as években a „termelési rendszerek” (KITE, IKR, KSZE stb.) fejlesztéseiben, felismerhetők voltak a modell elemei.

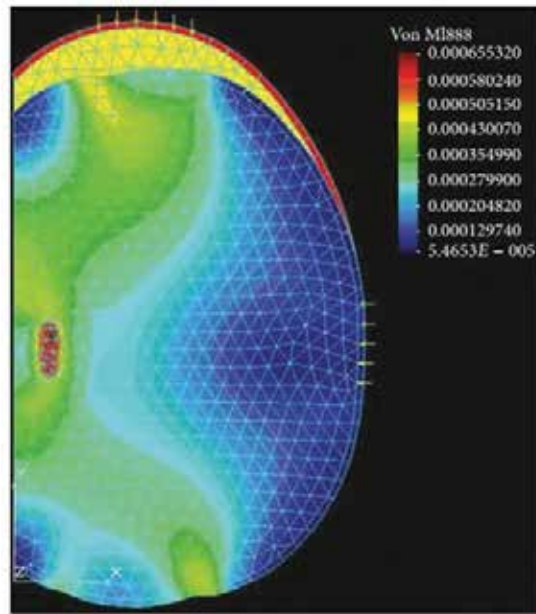
Jelenleg az integrátorok is törekszenek a teljes termékpálya gazdaságosságának kialakítására, esetenként tartalmazva a teljes vertikumot pl. az élelmiszer előállítását is (hús-, tej feldolgozás, tézstagyártás stb.). Ezekben az esetekben olyan tudást is tudnak integrálni, amely megvalósítja a 2. ábra szerinti ismeret- és döntéshozatali „gerincet”, ahol az egyes szakterületek jó szakemberei együttműködve optimalizálnak. „Technológia központú” integrációk, fejlesztések jellemzik például a világszínvonalú eredményeket elérő termálenergiát hasznosító, zárt terű, hidropóniás hazai kertészeteket.

Az ismertett modell természetesen megvalósulhat az egyes szereplők szorosabb, például konzorciális együttműködésével is. Ez jóval nagyobb fejlődési lehetőséget hordoz, hiszen ebben önállóan működő, a szakterületekre specializált intézmények vesznek részt, nagyobb lehetőséget nyújtva a versenyelőnyt segítő irányított kutatásoknak. A közvetlenül hasznosuló kutatás, mivel javarészt korábban ismeretlen információkat nyújt, egyedülálló termékek kialakítását teszi lehetővé.

Példaként ismertetjük a jelenlegi agrárfejlesztési irányokat támogató ilyen programot. „A szántóföldi zöldségtermesztés piactudatos fejlesztése” tulajdonképpen megvalósította a 3. ábrán sematikusán vázolt modellt. Piacelemzéssel történt az ígéretes termék struktúra kialakítása (pl. hidropóniás, valamint fólia alagúttal megvalósított zöldségtermelés, új szárított zöldség-termék előállítás, a csemegekukorica termelés, feldolgozása). A genetikai lehetőségek elemzése után minden meghatározó szakmai elem vizsgálata és a szükséges irányított kutatások elvégzése megtörtént. A műszaki vonatkozású eredményekből mutatunk be néhányat. Több alap kutatás a genetika és a sérülékenység, a tönkremenetel kapcsolatával foglalkozott. Például olyan terhelőberendezés készült, amellyel a termény sérülékenysége a valóságot szimuláló terheléssel vizsgálható (4. ábra). Érdekes, hogy a növényben sokszor nem a felületen (a terhelő test alatt), hanem például a paradicsom belsejében alakul ki kritikus igénybevétel és tönkremenetel. A numerikus modellezés sejtését a gyakorlat is igazolta (5. ábra belső sötétvörös zóna)



4. ábra Berendezés fejlesztése termény sérülés vizsgálathoz



5. ábra paradicsomban kialakuló igénybevétel külső terhelésre (jobb)

Igazán egy gépi megoldás „használati értékét”, a terményben okozott minőségi romlás nagyságát nagyon nehéz egyszerűen jellemezni. Egyrészt megfelelő nagyságú mintát kell vizsgálni, másrészt szerepet játszik az adott környezet, a „gyógyulás” mértéke. Egy integrális mutató, a növényhalmaz széndioxid emissziója szignifikáns kapcsolatban van a sérüléssel, jól jellemezhetjük a gép munkáját a gázkomponens pontos mérésével (6. ábra)



6. ábra Széndioxid emisszió nagy pontosságú mérésére kifejlesztett mérőberendezés

A program keretében számos gép fejlesztésére is sor került, a sík-és alagútfólia fektetők mellett táprendszerrel kombinált ágyás és bakhát készítő gépek, új permetező gépek evolúciós

fejlődésének, vagy kiegészítésnek (7.ábra) eredményeit ma is megtaláljuk a hazai gyártmánykínálatban (8. ábra). A cikkünkben természetesen nincs mód a teljes program, a technológiai fejlesztések ismertetésére, amely könyv formájában is megjelent (Dimény, Fenyvesi, Hajdú: Piactudatos zöldségtermelés)



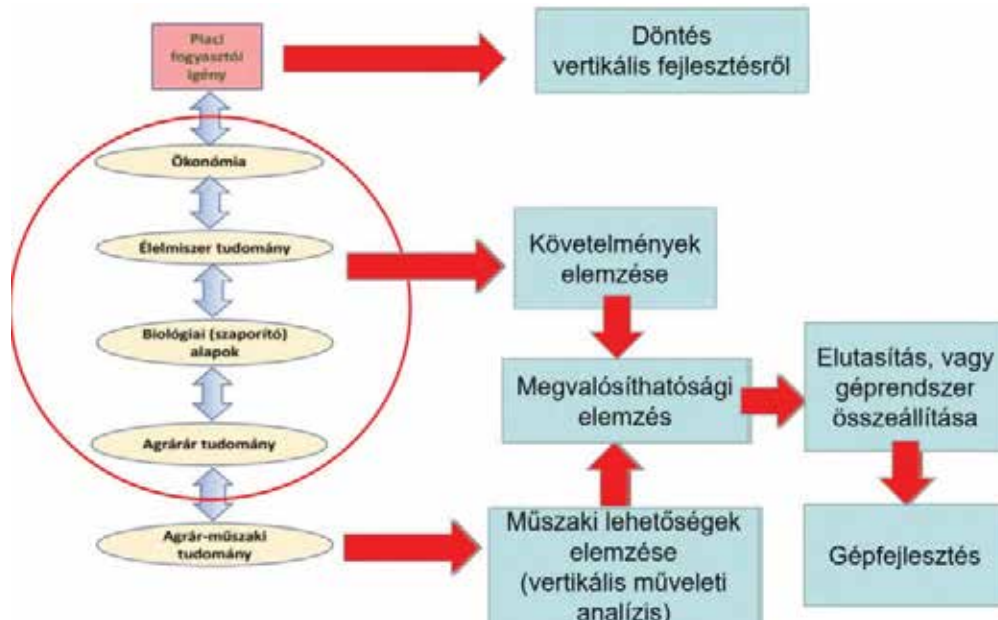
7. ábra Auditker öntöző-tápanyagellátó fektető-gyűjtőberendezés



8. ábra A fenti gép „kiegészítése” az új fejlesztésű Auditker FB-1000-R fóliagyűjtő, amely a AGROMashEXPO termékdíjat nyert 2018-ban

Néhány következtetés

A teljes termékpályán történő technológiafejlesztés a hozzáadott érték növelését megvalósító termelés kialakításának egy lehetősége, de felfogható agrárfejlesztési (ilyen volt az említett program), vagy akár képzési struktúrának is (9. ábra).



9. ábra A vertikális géprendszer fejlesztés struktúrája

A képzés területén például a végtermék szemléletű géprendszer tervezésre irányuló házifeladat megoldásához a mezőgépész mesterszakos kurzus hallgatói a nem műszaki szakterületeknél felmerülő szükséges ismereteket könnyen megszerezték az internetről! A gazdálkodók esetében, a rövid ellátási lánc megvalósításához alapvetően szükséges lehet a helyi élelmiszertermelés, amelyet egyre jobban segít a jogi és támogatási környezet. Tehát itt az alapanyagtermeléstől a végtermék előállításig szükséges a vertikális fejlesztés, beleértve a géprendszert is.

Más termelők esetében nem is elsősorban a méret gazdaságosság, hanem inkább a megfelelő ismeretek a fontosak. A kialakult gazdasági környezetben főleg a nagy gazdaságoknál határozottan felvetődik a termelés- szerkezet változtatása, amelynél elengedhetetlen a termékpálya megfelelő gazdasági elemzésével induló piactudatos technológiafejlesztés. Ez a termelési integrációkban is kialakulhat.

Az agrártermelés területén általánosságban az ismertett technológiafejlesztéshez az egyes szakterületeken a kutatás és a termelés területein elért eredmények (módszerek, gépek, vetőmagok stb.), egyszóval inputok gyors és hatékony alkalmazását kell megvalósítani. Az informatikai, főleg a mesterséges intelligencia használatára épülő rendszerekkel a világ különböző részein megvalósult eredményeket egyre jobban lehet egy gazdánál alkalmazni, adott termék esetén, adott helyen optimalizálva. A „hagyományos” információ átadási megoldásokat (kiállításokat, bemutatókat egyszóval a manuális szaktanácsadást) egyre inkább olyan informatikai rendszerek fogják felváltani, amelyek hatékony támogatást adnak a folyamatos piactudatos fejlesztéshez.

A termékpálya mentén megvalósuló géprendszer elemzéssel kiválaszthatók azok a piacon beszerezhető gépek, amelyek a termék versenyképes előállítását szolgálják. Kimutathatók azok a műszaki funkciók, igények, amelyek javítják a versenyképességet ezt kell a műszaki

fejlesztésnek megoldani, legyen az új gép konstruálása vagy meglévő javítása. Amennyiben az igények jól meghatározottak, az eredményes géptervezés minden esetben optimalizálhatóan megvalósítható! Ez nagy lehetőség a hazai agrártermelés fejlesztésével megvalósuló mezőgép fejlesztés és gyártás számára.

2. A mezőgazdasági gép tervezésének folyamata, a horizontális géprendszer fejlesztés

Sokan azt gondolják, hogy a gépeket tervező szakemberek tulajdonképpen feltalálók, olyan zsenik, mint például Thomas Edison, vagy Nikola Tesla, akik közvetlenül képesek az igényeknek megfelelő gépet konstruálni. Természetesen manapság is vannak nagy feltalálók, olyan képességekkel rendelkező emberek, akik alkalmasak eddig nem létező, ráadásul versenyképes műszaki alkotások kidolgozására, különleges megoldási társításokat végezve. Többek között a gazdasági, versenyképességi igények gyors változása és sokszínűsége, a műszaki ismeretek erőteljes bővülése, a tudományos felfedezések, eredmények napi használatba kerülési útjának rövidülése, *a környezeti klimatikus változások hatása és gyorsasága* tette szükségessé a különböző *konceptcionális tervezési módszerek* kialakulását. A mezőgazdasági gépek összetettsége, bonyolultsága miatt különösen fontos a termelés technológiai célok műszaki vetületeinek jó kezelése, a szoros együttműködés a gépeket használó termelőkkel, döntéshozókkal. Az alábbi fejezetben a kooperációnak az elősegítése a célunk, nem pedig egyes jogi (pl. szabadalom, iparjogvédelem) és műszaki részletek (pl. megtervezés, méretezés, gyártástechnológia) elemzése.

A géptervezés módszerei, megoldásai

A modern tervezési módszerek fejlődésére a világháborúk sajnálatos eszköz igénye, valamint különösen a gazdasági fellendülések kereslet növekedése gyakoroltak nagy hatást. Az előbbieket inkább a gyártás szervezés, a logisztika, az utóbbiak a tervezés és kivitelezés módszereinek fejlesztése vonatkozásában. A műszaki ismeretek rendszerezése (gépelemek, géptan, gép-szerkezettan stb.), a szabványosítás és a szakmai információ-átadás folyamatos javulása (cikkek, internet, könyvek stb.) lehetővé teszi, hogy egy ismert, vagy teljesen új megoldás szülessen, támaszkodva a tervezőmérnök korábbi tapasztalataira a benyomásokra, az egyéni kreativitásra. Ez a szinte művészi képességeket igénylő, megérzésen, élményszerű felismerésen alapuló tervezés az angolszász tervező-iskolára jellemző. Azonban az intuitív tervezés képességeivel nem minden konstruktor rendelkezik. A korábbi szakmai irodalomban a „géptervezés” (machine design) címszó alatt tulajdonképpen méretezési elveket, gépelemeket, gépegységeket tartalmazó írásokat, könyveket találunk. A „tervezőmérnök” a nagy rajzgép előtt görnyedő, sokszor fehér köpenyes szakember volt, a terv pedig az elkészült tervrajz, amelynek felhasználásával lehetett a gyártást elvégezni. Ez a szemlélet már a múlt században jelentősen megváltozott.

Az új műszaki, gépi koncepciók szisztematikus megalkotására és kiválasztására irányuló módszerek, a módszeres géptervezés gyökerei az 1920-as évek Németországából erednek, aztán az ötvenes évek után váltak uralkodó tervezési elméletté (ezt német tervezési iskolának is hívják). Ma már két folyamat különül el: a „tervezés” alatt a célnak leginkább megfelelő koncepció felállítást értjük, a „megtervezés” során, az optimális verzió kivitelezését lehetővé tevő összes műveletet (pl. méretezés, rajzok elkészítése, gyártási folyamat leírása).

Hagyományos értelemben a rajzasztal sem létezik már, a rajzok digitálisan, jobbnál jobb támogató szoftverek segítségével készülnek. Sokszor elmarad a rajz „fizikai” megjelenítése (kinyomtatása) is, elkészíthetők a gép, illetve a gépelemek háromdimenziós képei, sőt a szerkezet működése is szimulálható.

A gyártás vonatkozásában ma már az is lehetséges, hogy a gyártó szerszámgép (CNC, Computer Numerical Control) numerikusan kapja az adatokat és legyártja az alkatrészt. A háromdimenziós nyomtatástechnika alkalmazásával a gép valós modellezése (maktetje) mellett, a használt (nyomtató) anyagok (filamentek) rohamos fejlődésével egyre több esetben a gép része, vagy egésze is elkészíthető!

A ma végző gépészmérnökök többsége, mint a tervezés, mint a megtervezés és a gyártás területén rendelkeznek a legkorszerűbb ismeretekkel, tehát a koncepcionális géptervezés elemeivel. Ezért a módszer rövid áttekintése az élelmiszergazdaság, az agrártermelés más szereplőivel való gyümölcsöző együttműködés miatt fontos.

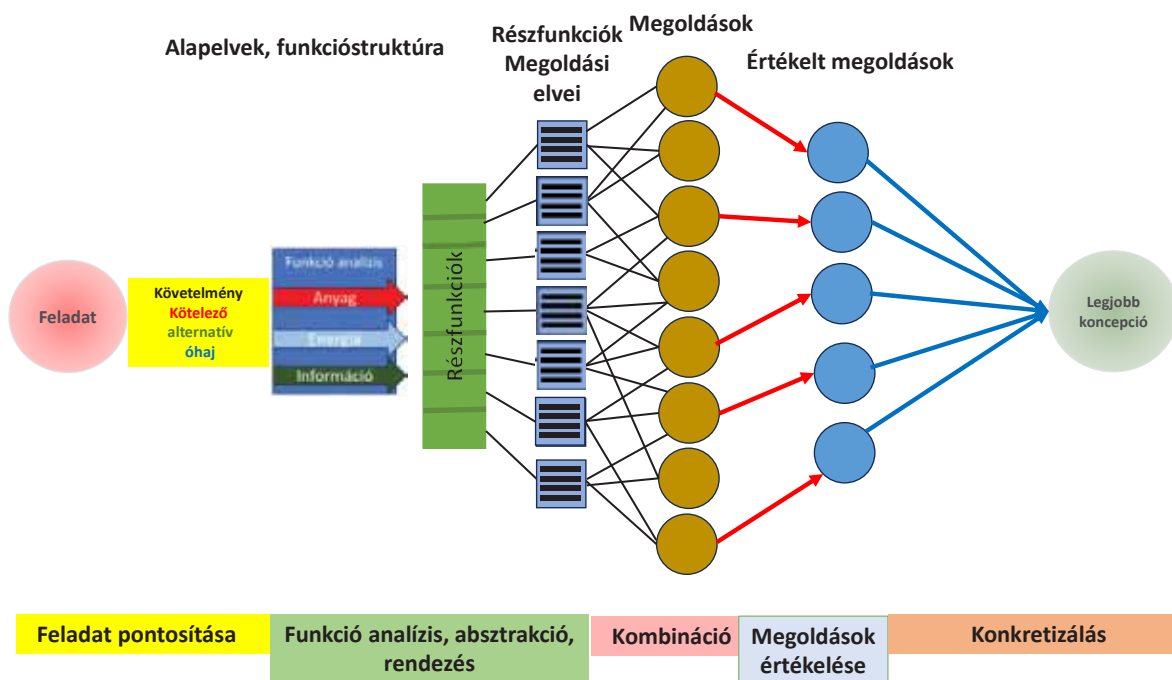
A koncepcionális géptervezés

A sikeres tervezéshez, legyen szó áttervezésről, vagy teljesen új gép kialakításáról a lehető legpontosabban ismerni kell a célokat, amelyet általában „követelményrendszernek” hívunk. Ez a felsorolás tartalmazza a „kötelező”, mindenképpen elvárt és az „alternatív”, esetleg elhagyható előnyös tulajdonságokat, amelyek teljesíthetősége esetleges (technikai vagy gazdaságossági okok miatt). Sok esetben itt az „óhaj” kategóriába tartozó tulajdonságok is szerepelhetnek, amelyek teljesítése akár irányított kutatást is igényel. A mezőgazdasági gépek esetében fontos, hogy az elvárások sokszor nem műszaki jellegűek (pl. serülés elkerülése, érettség, laktációs állapot, szennyezettség).

Tulajdonképpen minden tervezési módszer esetében fontos a célrendszer pontos meghatározása. Az intuitív tervezést követőknél is kialakult a sorozatos közelítés módszere: először egy megoldási modell kialakítása, annak bírálata alapján egy javított változat mindaddig amíg van jobbító ötlet. Az optimalizáló iterációnak tekinthető utolsó verziót lehet véglegesnek tekinteni. Ezt az optimumot „felismerő” (kognitív) modell több változata ismert (pl. Horváth, Yoshikawa, Oshuga).

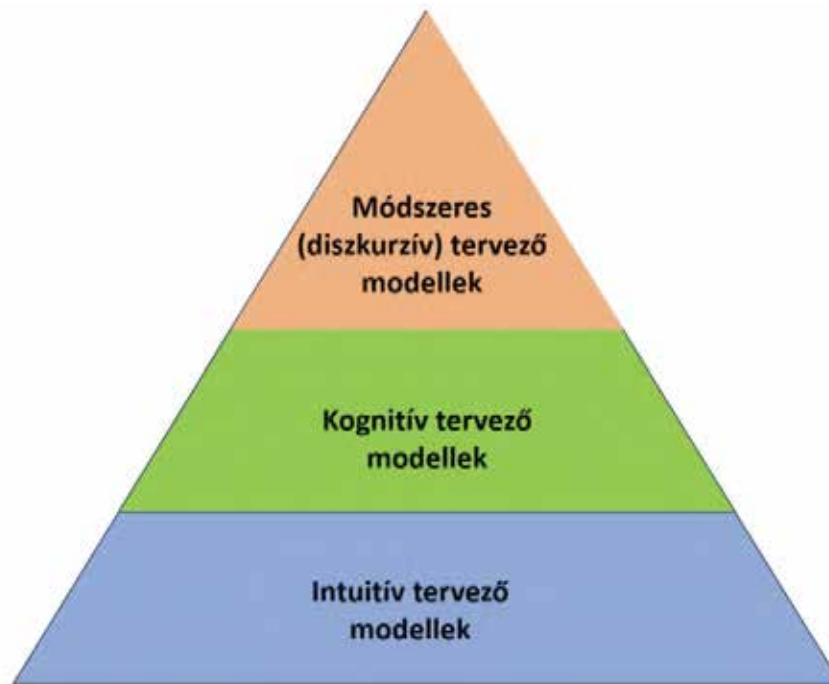
A módszeres géptervezés kiküszöböli a kognitív hibáit, például a teljes gépmodellre irányuló intuitív képesség igényét, a részegységeknél adódó esetleg nem felismert kedvezőbb megoldást, vagy egy hibás elv növéseinek kockázatát.

A módszeres (szisztematikus, diszkurzív) géptervezés (1. ábra) lényegi eleme a pontosított működési követelmények által meghatározott gépi funkciók szétválasztása és az itt megvalósuló anyag, energia és információfolyam elemzése, az ezekkel létrehozható kapcsolatok által a funkcióstruktúrák elkészítése.



1. ábra A módszeres géptervezés rendszerének kapcsolódásai (Pahl-Beitz)–

Ily módon leegyszerűsítve fogalmazható meg az egyes részfunkciók feladata és működési feltételei, lehetőséget nyújtva a műszaki megoldások, koncepciók felvázolására. A módszer másik lényegi eleme, hogy ezeknek a variálásával a tervezett gép igen nagy számú koncepcionális megoldását tudjuk létrehozni. A módszer fejlesztői számos eljárást dolgoztak ki a megoldási variációk értékelésére és hiba-analízisére a követelményrendszer figyelembevételével. Ezek alkalmazásával a nem megfelelő megoldások javíthatók, vagy elvethetők, a műszaki értékelemzéssel pedig kiválasztható az a gép-modell, koncepció, amely legjobban megfelel az elvárásoknak.



2. ábra A tervező modellek egymásra épülése

Az egyes tervező modellek fejlődési folyamata és módszerei jól elkülöníthetők (2. ábra) a gyakorlatban azonban a diszkurzív módszer alkalmazása esetén is a kognitív és különösen az intuitív, képességek, a kreativitás, műszaki ismeretek és tapasztalat is szükséges. Mindenesetre a diszkurzív tervezési folyamat minősége kevésbé függ a tervező intuitív képességeitől, azt is mondhatjuk: jó feladat megjelölés esetén nem maradhat el a siker. A szakértelem persze kell, és időráfordítás a módszer azonban tematikusan haladó a megoldás felé, tehát a tervezési idő is kalkulálható. A piramis tetején lévő rendszer is folyamatosan fejlődik: a használatos gépelemek, mechanizmusok, rész-megoldások rendszerbe foglalásával kialakult a katalógus felhasználásával történő módszeres géptervezés. Innen egy lépéssel jött létre a számítógéppel támogatott géptervezés, amely ma már nem csupán a koncepcionális ötleteket, javaslatokat nyújtja, hanem az alkalmazott tervezési algoritmus szerint az egyes műveleteket is felkínálja. Aztán rohamléptekkel jön a mesterséges intelligencia alkalmazása....

Láthatóan: egyre nagyobb jelentőségű a vertikális, a termékpálya figyelembevételével történő gépfejlesztés!

A géptervezés céljai

A mezőgazdasági gép fejlesztésénél, tervezésénél különösen nagy jelentőségű a célrendszer, a követelmények jó megfogalmazása. Alapvetően a tényleges működés során élő szervezet lehet a „gépelem” (pl. állat, növény), valamint a környezet is jelentősen változhat (pl. a talaj esetén a víz mechanikai hatása igen nagy lehet ugyanazon a helyen). A vertikális géprendszer fejlesztésével, tervezésével korábbi írásunkban foglalkoztunk. Bemutattuk, hogy *a mezőgazdaságból származó alapanyagot versenyképesen feldolgozóipart kiszolgáló géprendszer hiányzó elemének gyártása, vagy fejlesztése kihívást jelent, lehetőséget nyújt a mezőgépiparunknak.*

Ez a szemlélet azért is jó, mert – mint azt a hazai gabonatechnikában is látjuk – ekkor igen jól határozható meg a követelményjegyzék, értékelhető a gép adott helyen igényelt használati értéke. *Az agrár technológiafejlesztéssel összhangban megvalósuló gépfejlesztés igen sikeres horizontális géprendszer- fejlesztést indít el.*

Világviszonylatban is egyedülálló funkcionális gépfejlesztés valósult meg hazánkban például a kombájn adapterek területén az Optigép Kft, a Linamar Hungary Zrt. és a CLAAS Hungária Kft. fejlesztései révén. Például a CLAAS adapterek számos variációja biztosítja a „hagyományos” konstrukció mellett a helyi termelési adottságokhoz illeszkedő variálhatóságot, a különböző növényfajok gazdaságos betakarítását (3. ábra).

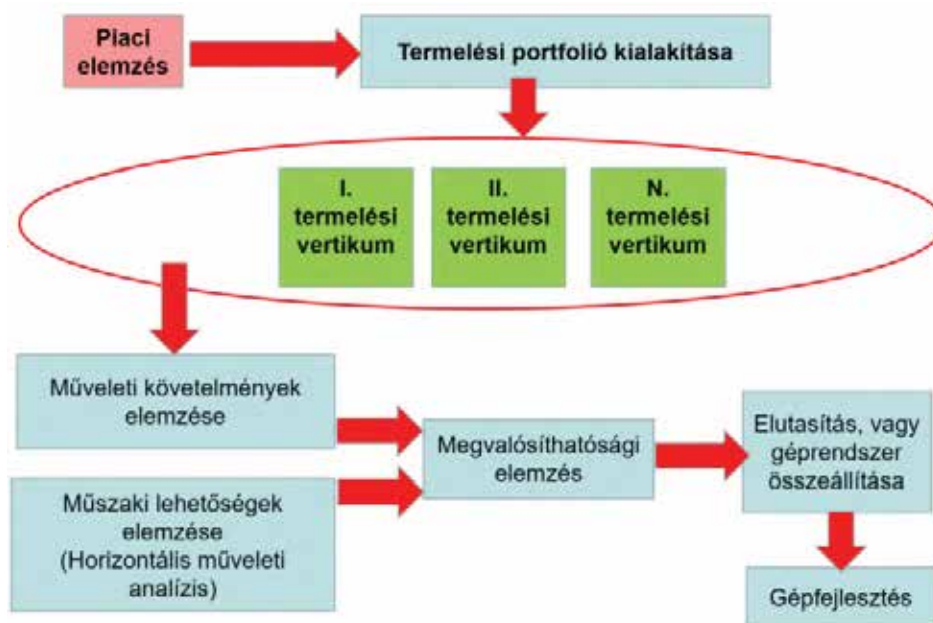


3. ábra A CLAAS gyári rendszerben végzett koncepcionális géptervezésének világszínvonalú adapter fejlesztései (CLAAS, Csanádi 2022)

A horizontális géprendszer tervezésénél is fontos a célok és követelmények pontos meghatározása. Napjaink időjárása, a klímaváltozás hatásai nagy kihívást jelentenek a gépgyártásnak is. Például a csapadék vonatkozásában nem mindegy, hogy az öntözés, a vízgazdálkodás, vagy „egyszerűen” az adott helyen lévő növény igényelt vízellátását fogalmazzuk meg „alapfeladatnak”. Látható, hogy az utóbbi esetben biztosan nagyobb

szerepet kap a melioráció és az esetleges vízellátás eszközei mellett minden más tényező, a talajállapottól (beleértve a művelést is) a növényfajtán át az egyéb biológiai, vagy kémiai megoldásokig, nem is szólva a növényi aktuális vízigényt jól mérő és vezérlő műszerekről, digitális rendszerekről.

Az adott (pl. növényvédő gép, vagy az említett adapter) esetében fejlesztési irány a minél több termékpályán való alkalmazás megteremtése (4. ábra). Az így megvalósuló horizontális géprendszer fejlesztés előnye a gépszerkezettani tapasztalat kihasználása és folyamatos gyarapítása mellett főleg gyártástechnológiai.



4. ábra A horizontális géprendszer fejlesztés kapcsolódásai

Nem jó az a követelményrendszer, amely nem tartalmaz gazdaságossági elemeket: pontosan tudni kell, hogy mekkora lehet a gép előállítási költsége, kalkulálhatónak kell lenni a termék profitszerző képességének is. A célrendszer változtatható elemeit a módszeres géptervezés során lehet módosítani, amennyiben az jelentősen növeli a funkció minőségét. A forgalomban lévő termékek esetében is fontos lenne a „nyomon követés” (traceability), a nagy mezőgazdasági gépgyárak erre is dolgoztak ki rendszereket.

Néhány következtetés

Amennyiben jól definiált célrendszerrel rendelkezünk, lehet jó, versenyképes mezőgazdasági gépet tervezni az ismerttetett módszerekkel. A jó műszaki egyetemeken ez tananyag. A nagy, különösen a multinacionális mezőgépgyárak saját digitális tervező rendszerekkel rendelkeznek, amelyek építenek a vállalat információ-bankjára, a kísérleti és vizsgálati, valamint irányított alapkutatási eredményeikre igen nagy kiberbiztonság mellett.

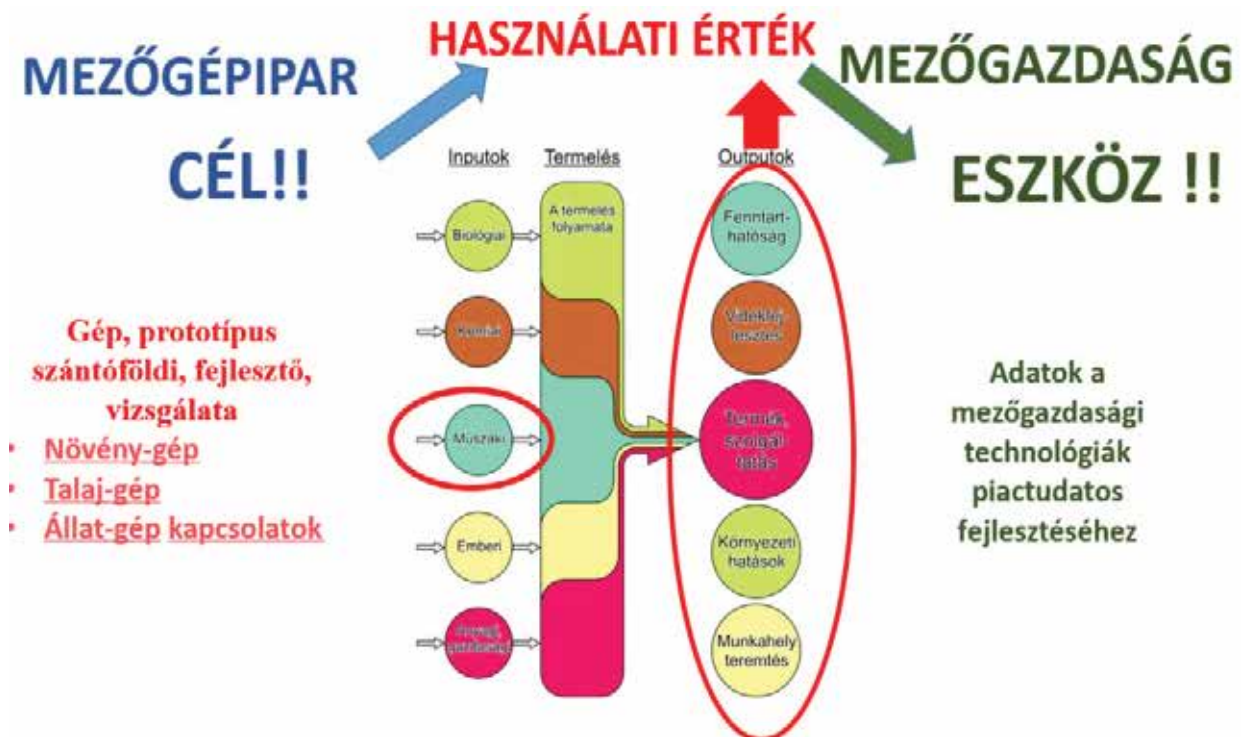
A vertikális géprendszerek termelési célnak megfelelő piactudatos tervezési módszerét is alkalmaznunk kell, mivel a termékpálya bármely szakmai elemének fejlődése a technika követését igényli. Eddig a géprendszer fejlesztés területén elsősorban a géprendszer megtervezésével foglalkoztak, tehát a rendelkezésre álló gépi eszközök és erőforrások kihasználásának optimalizálásával. Kétségtelen fontos a gazdaságban meglévő gépek használata, de egy jobb termékpálya esetén gazdaságos lehet a csere, új gép beszerzése.

Termelői oldalon nincs megfelelően kihasználva a beruházás mellett a géphasználat számos más lehetősége, például a lízing konstrukciók a bérlés és bér munka, a termelői egyéb szövetkezesek, közös géphasználat, gépkörök, az integrációs szolgáltatások. A fejlesztői oldalon hazánkban szintén gyengék az együttműködések, pedig rengeteg, alapvetően külföldi példa van. Például a genetika, vagy a növényvédőszer, műtrágya fejlesztéssel foglalkozó nemzetközi vállalatok nem csupán a vetőmagot, kemikáliát, hanem teljes technológiát kínálnak, beleértve a géprendszert is. Sőt a kutatás fejlesztés területeit is integrálják, természetesen a menedzselt termékpálya mentén! A mezőgépgyártás területén is szinte évente jönnek létre nagy nemzetközi szervezetek, a legutóbbi Agritechnikán a Fendt, Massey Ferguson és Valtra traktormárkákat gyártó AGCO csoport jelentette be az „AGCO Ventures” létrejöttét, amely start-up cégekkel, kockázati alapokkal, inkubátorokkal, egyetemekkel és kutatóintézetekkel fog együttműködni.

Mindezek alapján két további fontos megállapítást tehetünk: a szakterület nem túl kedvező tudománymetriai lehetősége miatt a hazai irányított agrárműszaki alap kutatás gyakorlatilag megszűnt. Éppen a műszaki és az élő szervezetek interakciója miatt erre óriási szükség lenne az új technológiai és gépfejlesztési sikerességhez.

A másik terület a gépvizsgálatok fontossága, amelyet a jelentős agrár indíttatású országokban intézményesen és nagyon sikeresen végeznek. Miért?

A válasz rövid kifejtésében talán segít a korábban már részben bemutatott 5. ábra., amely azt akarja szemléltetni, hogy a mezőgazdasági termelés során egy csomó inputot transzformálunk a közjót támogató, illetve a gazdálkodó profitját növelő terméké.



5. ábra A mezőgazdasági gépek használati érték és fejlesztővizsgálatának kapcsolódásai

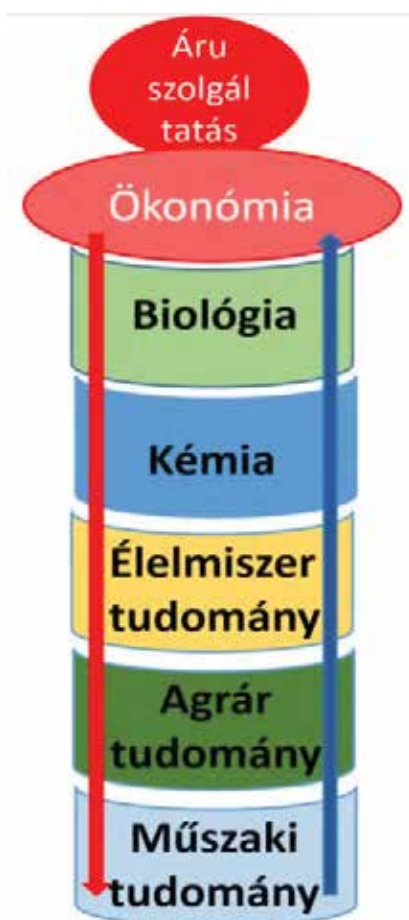
A termelést egy transzformációként fogjuk fel, például esetünkben a gépesítés szerepét a létrehozott kimenetekben (outputok). A gondot az jelenti, hogy a hatást rengeteg olyan tényező befolyásolja, ami például egy ipari gép esetén nem létezik. Gondoljunk például az időjárásra: a szél, a csapadék, a napsütés, a hőmérséklet stb. komoly hatást gyakorol a gép munkaminőségére és még szóba sem hoztunk sok más fontos környezeti tényezőt. Szinte

minden művelet egy-egy műszaki megoldásáról szóló szakmai vitákon, sajnos sokszor nem megalapozott érvekkel, rengeteg egymással ellentmondó véleményt halhatunk! Az igazság az, hogy egy adott mezőgazdasági gép használati értéke teljesen más lehet eltérő körülmények, feltételek esetén. Gondolom nem nehéz belátni: ezt a jellemző halmazt, *az adott helyen, adott termelő számára az alkalmazott gép használati értékét ismerni elengedhetetlenül fontos a sikeres termeléstechológia fejlesztéséhez!* Erre mindig szükség lenne, különösen tényleges hatások (pl. klímaváltozás), illetve gazdasági érdekszerek mentén kialakuló „uralkodó gépesítési elvek” igazolásához, vagy elvetéséhez (illetve az elv „értelmezési tartományának” tisztázásához). Ahogy mondani szokták, sokszor kellene „tisza vizet önteni a pohárba”. Amennyiben az említett szántóföldi, telepi vizsgálatokat hazai gyártású gépekkel végezzük, „két legyet ütünk egy csapásra”! A gépeink nem „szabványos” anyagokkal dolgoznak, a talaj, a növény vagy az állat „műszaki jellemzői”, például az időjárás alapján, akár nagyságrendekkel eltérőek lehetnek. Nincs olyan numerikus program, méretezési elv, amelyek ezt a hatást konkrét mérések nélkül figyelembe tudja venni. *A használati érték (minőségi) mutatók mellett a műszaki részletek, adatok rögzítésekor tehát egy kalap alatt fejlesztő vizsgálatot is végzünk.* Lehet a gépen változtatásokat végezni, vezérlési megoldásokat belőni, a nemlineáris hatásokat optimalizálni! Felvetődhet azonban a kérdés: hogyan lehet fejlesztővizsgálat egy forgalomban lévő gép szántóföldi mérése? Hát így. És még egy érv: a legolcsóbb modell gép a meglévő, akár adatszerzési, akár fejlesztési cél esetén. Minden tökeerős nagy gépgyárnak ez nem kérdés, elég egy pillantást vetni a 3. ábrára. A hazai, alapvetően KKV körbe tartozó mezőgazdasági gépgyárak fejlesztési hatékonyságát tehát jelentősen növelhetné a gépvizsgálatok megszervezése. Ugyanis ez nem csupán adott területeken történő szemrevételezést, felhasználói véleményt jelent, hanem komoly felkészültséget igénylő műszeres mérést és kiértékelést!

3. Hazai mezőgazdasági gépgyárak részvétele a nemzeti fejlesztési programokban

A magyar tulajdonú mezőgazdasági gépgyárak többsége a fejlesztéseit csupán saját forrás felhasználásával végzi. A termékek fejlesztésére irányuló egyre nagyobb piaci igény feltehetően szükségessé teszi ennek a konzervatív fejlesztéspolitikának a változását, az együttműködések, a pályázati források jobb kihasználását. Ennek előmozdítására néhány olyan, jelenleg futó projektet mutatunk be, amelyek részt vesznek a nemzeti támogatási programokban:

A mezőgazdasági műszaki fejlesztések akkor sikeresek, ha a teljes termékpálya „végén” nyújtanak mérhető eredményeket. Tehát például az élelmiszer vagy takarmány előállításban, ipari alapanyag termelésben teremtenek új, versenyképes lehetőségeket, együttműködve a termékpálya más szereplőivel. A sikeres, a piacon versenyképes termék előállításában szerepet játszik például a feldolgozóipar, a nemesítés, a biotechnológia, a vegyipar a felhasznált, hatásos kemikáliák révén, az agrár termelési technológia, az agrár-gépészet mellett. Mint az 1. fejezetben bemutattuk (1 fejezet 2. ábra) „sorrend” sem mindegy, nyilván az első a végtermék piacára irányuló gazdasági elemzés- kutatás, illetve marketing tevékenység (mert ha a végtermék, az áru, vagy szolgáltatás gazdaságtalanul értékesíthető, akkor az nem tudja finanszírozni a termelést). A „sor” végén van a mezőgépészet, amelynek ki kell szolgálnia az igényeket, vagy kihasználnia a kínálgató lehetőségeket, hiszen ez a legjobban tervezhető és szervezhető (mértevezhető), a rugalmassága is a legnagyobb (1. ábra).



1. ábra Egy termékpálya szereplőinek vertikális kapcsolódása (az 1. fejezet 2. ábra ismétlése)

A vertikális szemléletű gép- és technológiafejlesztés egyre nagyobb szerepét felismerve indította el nagyívű fejlesztési programját a CHH Műszaki Kft. (<https://chh.hu>), amelyet pályázat útján a GINOP Plusz-1.1.2-21 Magyar Multi Program támogat. A program nem csupán vállalati fejlesztési koncepciót valósít meg, hanem a szemléletmód megváltozásával valóban elindítója lehet a „multivá” válásnak. A szemléletváltás tükröződik a vállalati küldetését kifejező jelmondatukban is: „Nálunk minden a mag körül forog”. A céljuk a mezőgazdasági technológiafejlesztés vagy éppen az élelmiszeripar igényeinek megfelelően a magtermés olyan feldolgozása, amely figyelembe veszi a helyi termelési adottságokat. A cél színvonalas megvalósítása érdekében a vállalat a piacon fellelhető legmegfelelőbb gépeket alkalmazza, ahol ez nem lehetséges ott műszaki fejlesztést, gyártást végez. Minden konkrét megoldás esetében a kialakított rendszer „testre szabását” is korszerű műszaki tervezési és kivitelezési tevékenységgel végzik, pl. a logisztika, a légtechnika, a por-szűrőtechnika területén. A teljes termékpálya „optimalizálására” irányuló feladatok nagyfokú együttműködést igényelnek az 1. ábrán érzékeltetett más szakterületekkel. A vállalat által biztosított technológiafejlesztést szolgáló laborban (2. ábra) lehetséges a gépek beállításához szükséges mérések, vizsgálatok elvégzése, az információ technológiai eszközök, hardverek és szoftverek pedig a megfelelő feldolgozást és tudásátadást szolgálják.



2. ábra A CHH győri székházához kapcsolódik a biotechnológiai méréseket és elemzéseket végző labor egy új épületszárnyban

A megbízható működést pedig korszerű vállalatirányítási rendszer, ERP (Enterprise Resource Planning) biztosítja. A már meglévő fizikai anyagvizsgáló (síkróstás tisztaság elemző, triór, fajsúlyszeparátor) mellett biológiai jellemzőket elemző labor szolgáltatást indítanak. A Cimbria SEA.IQ optikai elemző és szeparáló berendezés a látható (380-780 nm) és a közeli infravörös (780-1550 nm) spektrum tartományban 0,06 mm pixel érzékenységgel a biológiai tulajdonságokat érzékelő optikai jellemzők mellett, méret és alak szerint képes osztályozni, akár 16 különböző klasztert. A működtetés, a beállítás itt is könnyen elvégezhető, érintőképernyős megoldással. Az ellenőrző rendszer 16 millió szint ismer fel, beleértve az infravörös tartományt, amelyet az emberi szem már nem is érzékel. A berendezés, az érzékeny képalkotásnak köszönhetően, alak és forma szerinti értékelésre is képes. A statisztikai

elemzésen felül a gép a fizikai szétválogatást is elvégzi, akár gazdasági méretekben. Sűrített levegővel megfelelően vezérelt fúvókák végzik el ezt a feladatot, amelyek működési sebessége akár 100 ciklus/ másodpercenként, a garantált élettartamuk pedig 2 milliárd ciklus. A másodpercenként 25 000 szkennelt képek feldolgozásához megfelelő szoftverek állnak rendelkezésre. A kérdés alapvetően az, hogy milyen jellemzőket tanuljon meg a mesterséges intelligencia, ehhez szoros együttműködés szükséges más tudományterületekkel (1. ábra) például a nemesítőkkel a fajtajellemzők, a kemikáliát előállítókkal a stressz tünetek értékelése területén. Amennyiben a berendezés beállítása megtörténik, 99,9%-os biztonsággal lehet eredményt elérni, ez önmagában is értékes tulajdonság a vetőmag előállítás esetén (3. ábra).



3. ábra Cimbria Sea színsztályozógép és munkája különböző terményeknél (CHH Műszaki Kft.)

A fejlesztés eredményeképpen optimalizált feldolgozási technológiát lehet a laborban kidolgozni egy adott termény esetén, adott cél szerint, a feldolgozó (megrendelő) műszaki lehetőségeinek figyelembevételével. Például ilyen feladat a kukoricacsíra nagy pontosságú leválasztása a kukoricadarából.

Más esetben az egész termékpályára kiható eredményeket lehet elérni a CHH Kft. új szolgáltatásával. Alapvetően az új nemesítési eredmények teszik lehetővé, hogy hazánkban is lehet gazdaságosan termesztetni szóját. „A növényfaj jelentősége a takarmányozásban nagy, tehát érdemes kidolgozni a termelés és feldolgozás technológiáját, a partnerekkel ezt el is kezdte a vállalat” hangsúlyozta Horváth Zoltán ügyvezető igazgató.

Minden magtermésre (a máktól a csipkebogyóig) képesek a technológiafejlesztést elvégezni, valamint a kapott eredmények felhasználásával precíziós termelési beavatkozásokat végezni,

legyen szó a vetőmag csávázásáról, vagy a betakarított termény megfelelő szárításáról, tárolásáról a termelői, feldolgozó igények és körülmények alapján.

A *Hevesgép Kft.* (<https://hevesgep.hu>) folyamatosan végezi gyártmányainak fejlesztését. A fix és összezsukható kivitelű szalastakarmány felszedő adaptereik elismertek a hazai és a külföldi piacokon egyaránt. Rendelkeznek tehát üzemi tapasztalatokkal (4. ábra), ismerik a termékeik hiányosságait, a felhasználók, a gazdálkodók igényeit.



4. ábra A fejlesztés alapjául a meglévő adapter konstrukciók szolgálnak

A versenyképes szalastakarmány termelés érdekében egyre nagyobb az igény a nagy áteresztési teljesítményű silókombájnok iránt. Ezeket a silózókat azonban a rendfelszedő adapterek többsége nem tudja kiszolgálni. A munkaszélesség növelésével a megfelelő talajkopírozás okoz problémát a takarmány alapanyag szennyezésével és a veszteség növekedésével. A sebesség növelésében pedig az adapter áteresztőképessége szab határt. Ezért a *Hevesgép Kft.* egy új generációs rendfelszedőcsalád kidolgozásába kezdett, amelyet pályázati forrás is támogat (GINOP Plusz 2.1.1-21). Olyan nagy teljesítményű szalastakarmányfelszedő-gépcsalád kifejlesztése a céljuk, amely valamennyi silókombájonnal kompatibilis, figyelembe veszi az állattenyésztés igényeit (pl. megfelelő tiszta, porral, szennyezőkkel nem kevert alapanyag) és a piac igényeit (pl. jó ár-érték arány, üzembiztos működés, csekély karbantartás igény). A program során figyelembe veszik az összegyűjtött termelői elvárásokat: gazdaságonként, az alkalmazott technológiák függvényében eltérő felszedési szélesség igényt, a különböző megnövekedett áteresztő képességű silózók kiszolgálását biztosító növelt felszedési hatékonyságot, a felszedő tényleges talajkövetését. Az új konstrukciónál a nagyobb elérhető teljesítményt új hajtással, a megnövelt felszedési hatékonyságot speciális felszedő rendszerrel, az univerzális jelleget pedig kapcsolókeretekkel tudják biztosítani. Egy ilyen kaliberű fejlesztésnél elengedhetetlen az üzemi tesztelési fázis, ami során első kézből nyerhető tapasztalat a megfelelő működésről. A megnövekedett műszaki elvárások kielégítése a gyártástechnológia fejlesztését is megköveteli, szintén a pályázati forrásból egy Fronius hegesztőrobot-cellát és egy Haas CNC marógépet illesztenek

a technológiába, mely a későbbiekben a termék szériagyártására is alkalmas lesz. A projekt során létrejövő felszedőgép-családdal, a jelenlegi felvevőpiaci mutatók alapján, évi 100–600 millió Ft bevétellel kalkulál a vállalkozás, így a projekt megtérülése 4 éven belül várható.

A *TDF STEEL Kft.* (www.tdfsteel.com) kunszentmártoni gyárában már az 1970-es évektől készültek acélszerkezetek, majd az 1990-es évektől, a cég termékprofilja egyre inkább az építőipari gépek részegységeinek gyártása lett. Termékeik magas minőségének köszönhetően a világ legnagyobb gépgyáraival kerültek kapcsolatba (például: CNH Industrial Italia, GP-Papenburg Nobas, SW-Umwelttechnik vagy Henschel Industrietechnik). A felhalmozott gyártói és fejlesztői tapasztalatot a piaci igények figyelembevételével mezőgazdasági gépek önálló fejlesztésében is kamatoztatják. Első közelítésben, a korábbi profiljukhoz illeszkedően, talajművelő gépeket fejlesztettek. Így ismertek az altalaj lazítók (Diger), szántás-elmunkáló hengerek (Roller S) és kompakt tárcsás boronák (Discer Pro).

A piacon a talajkímélő, nagy teljesítményű, forgatás nélkül dolgozó, mulcsot hagyó talajművelő eszközök iránt nő a kereslet. A klímaváltozás miatt ugyanis jelentősen szűkül az egyes szántóföldi műveletek időablaka, miközben a rendelkezésre álló, megfelelően képzett munkaerő csökkenése tapasztalható. A „hagyományos” nehéz tárcsák részben megoldják ezt a feladatot, azonban olcsóbb, kevesebb anyagfelhasználással megvalósított, univerzálisabb munkaeszközök versenyképesek. A rövid tárcsa nyújtja azokat a műszaki lehetőségeket, amelyek kihasználásával kompromisszumok nélkül lehet a korszerű talajművelést elvégezni. Ezért egy sokoldalúan használható, variábilis rövid tárcsa fejlesztésébe kezdett a *TDF STEEL Kft.*, amelyet pályázati forrás támogat (GINOP_PLUSZ-2.1.1-21-2022-00076). A gazdálkodói igények kielégítésére különböző, akár nyolc méter munkaszélességű, a méret függvényében függesztett és vontatott kivitelű munkagépek fejlesztésébe kezdtek. A rövidtárcsa esetében a műveleti jellemzőket jól lehet beállítani a szerszám állásszögének változtatásával, amelyhez nem kell a gerendelyt mozgatni. Ezt kihasználva, valamint kialakítva a tárcsalapok gyors cseréjének lehetőségét, tervezik a gazdasági igényeknek megfelelő precíziós megoldást, amely a szerszám széleskörű felhasználását teszi lehetővé a tarlóhántástól az alapművelésen át a tavaszi kiegészítő talajmunkákig. A sokoldalú állítási lehetőség biztosítja az üzemeltetés optimalizálását, a víz megőrző talajművelés igényeit. Ezáltal mind a nedvesebb tavaszi, mind pedig a nyári, aszályosabb, kötöttebb tarlóművelés és az őszi, kora téli, szintén nedvesebb talajviszonyok között is tökéletes munkát tud végezni az új gép, a kukorica után nem ritka extrém sok szármadarvány esetén is. Már a gép háromdimenziós modellezése (5. ábra) során is nagy figyelmet fordítanak a kedvező súlyeloszlásra, valamint a geovertikális, súlypontban ható terhelés növelésére. Ennek érdekében a futómű súlyát is kihasználják, a munkahelyzetben célszerűen méretezett elhelyezéssel (5. ábra), amely növeli a lapokra jutó behúzó erőt és stabilabb, egyenletesebb (pattogás mentes) vontatást eredményez, akár nagyobb (12-13 km/h) munkasebesség esetén is. A számítások szerint, az említett súlyelrendezésnek és a munkagép anyagtakarékos kivitelének, állíthatóságának köszönhetően a vonóerő szükséglet is csökkeni fog.



5. ábra Az új fejlesztésű variábilis rövidtárcsa 3D digitális modellje

Említettük, a gyártástechnológia fejlesztésének jelentőségét, mivel e nélkül sok esetben nem lehetne az új konstrukció által támasztott működési követelményeket kielégíteni, pl. a nagyobb pontosságot, vagy a megnövekedett igénybevételt. Különösen igaz ez olyan gyártási technológiákra, ahol az eredményt jelentősen befolyásolja az anyagot érő külső hatás. Például tipikusan ilyen a hőhatás, amely nem csupán a hőforrás jellemzőitől, hanem a beavatkozás idejétől a megmunkált anyag termikus jellemzőitől is függ. A kovácsolás, az edzés, a felületi hőkezelések során alapvetően határozza meg a munkaminőséget a mérésekre alapozott pontos hőkerelés. Az Arany Család 40 éve, 2015-óta az *Arany Gépipari Művek Kft.*

(<https://aranymuvek.hu>) formájában foglalkozik fémmegmunkálással, mezőgazdasági gépalkatrészgyártással, ami főként nagyszilárdságú csavarok és mezőgazdasági kopóalkatrészek előállításával. A több mint 800 általuk gyártott alkatrészt keresik a hazai felhasználók mellett külföldön is. A minőségi elvárások kielégítése, a kovácsoló kapacitás bővítése érdekében automata adagolású indukciós hevítő berendezést helyeztek üzembe (6. ábra), amelyet pályázati támogatás is segített (GINOP-1.2.16-22-2023-00707).



6. ábra Az indukciós hevítő berendezéssel pontos hőkezelést tudnak végezni.

A pályázat segítségével a minőségirányítási rendszerük kiépítését segítő korszerű raktár került még kialakításra, valamint egy nagy pontosságú négytengelyes CNC megmunkálóközpont beszerzése történt meg.

A hazai mezőgazdasági gépgyártás fennmaradása, növekedése érdekében elengedhetetlen a gyárak fejlesztő tevékenységének erősítése. A gazdaság fejlesztésének célját szolgálja a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által létrehozott Nemzeti Innovációs Ügynökség. A Mezőgépgyártók Országos Szövetsége (MEGOSZ) együttműködési megállapodást írt alá az új szervezettel, ezzel támogatva a mezőgépgyárak innovációs törekvéseit, tevékenységét.

4. Diagnosztikai és gyártástechnológiai fejlesztések a hazai mezőgépgyártóknál

A nemzetközi összehasonlításban is színvonalas hazai gyártmányok az egyedülálló, sokszor szabadalmazott megoldások mellett számos kisebb fejlesztésekkel érnek el versenyelőnyt a mezőgazdasági gépek piacán. Az azonos gépcsoportba tartozó gyártmányok között minőségi különbséget a hatékony digitalizációt támogató, egyedülálló mérés technikai megoldásokkal, valamint jobb gyártástechnológiával lehet elérni. Nem véletlen, hogy a MEGOSZ tagvállalatai kutatásokra alapozott fejlesztéseket végeznek ezeken a területen is, kihasználva a lézertechnika, vagy a robotizáció egyedülálló lehetőségeit:

Napjaink egyik legégetőbb kérdése a környezetünk megóvása. Ennek okán a Szegedi Tudományegyetem Fizikai Intézetének Fotoakusztikus Kutatócsoportja a gépjárművek károsanyagkibocsátásának vizsgálatát tűzte ki célul.

Az általunk alkalmazott fotoakusztikus spektroszkópia egyre népszerűbb mérési módszer, köszönhetően számos előnyös tulajdonságának, mint pl. a nagy mérési pontosság, gyors válaszidő és a nagyon széles mérési tartomány. Éppen ezért egyre szélesebb körben alkalmazzák, többek között az iparban, az orvostudományban és a környezetvédelemben is. Az eljárás lényege, hogy a vizsgálandó gázkomponens elnyelési hullámhosszára hangolt és a mérőkamra rezonanciafrekvenciájával egyenlő frekvenciával modulált lézer fényével a fotoakusztikus kamrán keresztüláramló gázt átvilágítjuk. A mérendő komponens elnyeli a modulált fényt és így az átvilágított gáz többletenergiaára tesz szert, ami periodikus hőmérsékletnövekedést okoz. A gerjesztés hatására kialakuló hőmérsékletváltozás okozta nyomásváltozás pedig már hang formájában, mikrofonnal detektálható. Az ily módon kapott fotoakusztikus jel egyenesen arányos a gáz koncentrációjával. Legújabb fejlesztéseik eredményeképpen lehetségessé vált a módszer alkalmazása a motorok kipufogógázaiiban megjelenő gázkomponensek mennyiségének valós idejű meghatározása, üzemi körülmények között.

A MEGOSZ Tagvállalat, az Energotest Kft. (www.energotest.hu), a Contireg Mérnökiroda Kft. és a Szegedi Tudományegyetem konzorciumi együttműködésben, a Széchenyi 2020 program keretében sikeresen elnyert és megvalósított egy GINOP (GINOP-2.2.1-15-2017-00036) pályázatot, amelyben egy új emisszió mérő és monitorozó technológia kifejlesztése történt meg. A projekt célja egy olyan műszer megalkotása volt, amely egyszerre teszi lehetővé az emissziós bázisú motordiagnosztikát, illetve a környezetterhelés meghatározást valós menetkörülmények között. A fejlesztés első szakaszában egy hagyományos fotoakusztikus rendszerrel végezték a méréseket, azonban hamar nyilvánvalóvá vált, hogy ennek a rendszernek a legnagyobb hátránya a mintavételezés, azaz, hogy a teljes kipufogógáz-áramból csak egy kis mennyiség kerül a mérőkamrába. Ez a mérési módszer a kipufogóban fellépő jelentős gázáramlási sebességek mellett nagy mérési hibával terhelt és ezért úgy döntöttek, hogy kísérletet végeznek a korábban már általuk tudományos folyóiratban közzétett, de a gyakorlatban eddig még nem alkalmazott úgynevezett nyitott fotoakusztikus kamra alkalmazására, oly módon, hogy a kamrát a gépjármű kipufogó rendszerébe integrálva megtörténjen a teljes gázáram valós idejű vizsgálata mintavételezés alkalmazása nélkül. Első kísérleteik nem voltak sikeresek, mivel a kamrán áthaladó gázáram olyan mértékű áramlási zajt generált, ami ellehetlenítette a fotoakusztikus jel érzékelését. Ezért átalakították, „áramvonalasították” a mérőkamrát (1. ábra), illetve a szegedi ELI-Alps kutatóintézetrel együttműködve a mérőmikrofont is átalakították, és így a mérőrendszer már alkalmas volt nagy gázáramlási sebességek esetén is a mérésekre. Ezt az új mérőkamra konstrukciót szabadalmaztatták.



1. ábra: A kifejlesztett nyitott fotó-akusztikus kamra

Ugyanakkor a kipufogóba történő működtetéshez még számos technikai problémát meg kellett oldaniuk, ilyen például a rendszerben keletkező vízgőz kicsapódása, a folyamatosan változó gázhőmérséklet, a nagy áramlási sebesség és ebből származó zaj hatásának kiküszöbölése. Ezenkívül szükséges volt a jármű működési adatait és a mérőműszer által küldött adatokat összehangolni, megfelelő működés közbeni távelérést és a mérőműszer tápellátást biztosítani. A projektben az SZTE a két ipari partnerrel szoros együttműködésben oldotta meg ezeket a feladatokat.

A kifejlesztett rendszer a korábbi műszerekhez képest gyorsabban, pontosabban képes adatokat szolgáltatni a fotoakusztikus működési elvnek köszönhetően. Ez a rendszer a korábbiakhoz képest jelentős előrelépésnek bizonyult, és tesztelhető volt a Közlekedéstudományi Intézetben görgős tesztpad segítségével.

A GINOP projekt eredményeként elkészült egy olyan mérőrendszer mintapéldánya, ami a gépjárműbe helyezhető, a kipufogó rendszerére csatlakoztatható. Megfelelő fényforrás alkalmazásával számos kipufogógáz-komponens koncentrációja valós időben mérhető. Innentől kezdve a fejlesztési tevékenység két irányban folytatódott. Egyrészt az SZTE munkatársai dolgozni kezdtek a mintapéldány komplettírozásán, másrészt kezdetét vette egy olyan nyitott kamrás rendszer kialakítása, ami közvetlenül a gépjárműbe, azaz a kipufogórendszerbe integrálható. Ezt a feladatot is sikeresen megoldották. A kipufogórendszerbe történő beépítéshez lelkes támogatást és komoly szakmai segítséget kaptak a szegedi SZC Csonka János Technikum munkatársaitól, míg a Videoton Holding ZRt. Fejlesztési Intézete az általuk fejlesztett mérőelektronikát alakította át az aktuális mérési követelményeknek megfelelően. Az így elkészült mérőrendszer mintapéldánya a 2. ábrán látható. A gépjármű csomagterébe került a mérésekhez szükséges elektronika. A fotoakusztikus rendszer legfőbb eleme a megfelelően kialakított (1. ábra) nyitott kamra a kipufogó rendszerbe került beépítésre.



2. ábra: Gépjárműbe integrált mérőműszer (bal oldali kép), valamint a beépített érzékelő elem (jobb oldali kép)

Munkájuk eredményeként belátható közelségbe került egy olyan technológia létrehozása, amely egyedülálló lesz a piacon, megnyitva az utat a gépjárművekbe integrálható intelligens vezérlő technológiák fejlesztése irányába. A fejlesztés eredményeként megvalósulhat a megbízható, gyors, közel valós idejű, nagy mennyiségű emissziós adatgyűjtés és -feldolgozás, amelynek fő célpiaca az autó- traktor- munkagép gyárak, a hozzájuk kapcsolódó mérés-technikai kutató-fejlesztő, illetve minősítő intézmények, valamint hatóságok és ellenőrző szakmai szervezetek.

A nagy energiájú lézertechnika gyártásfejlesztésével foglalkozik a Bay Zoltán Kutatóközpont (www.bayzoltan.hu). A Gyártási Divízió Fejlesztési Csoportjának fő tevékenysége az ipari megmunkáló lézerek széleskörű alkalmazása. Immáron 30 éve foglalkoznak a lézersugaras vágás, hegesztés (kis és nagy szériás), hőkezelés témájával, ipari megrendelésekre, K+F területekre és szakmai ismeretbővítésre egyaránt koncentrálnak. Az ipari megbízások teljesítésében szerzett tapasztalataik (legyen szó speciális vágásról, hegesztésről, egészen a minőségi eltérések oknyomozásáig) hozzájárulnak ahhoz, hogy kutatóik fémteni, fizikai, anyagtudományi ismereteikkel a kutatás-fejlesztés terén is sikeres megoldásokat alkossanak (pl. speciális ötvözetek előállítás, valamint azok más anyagokkal való együttműködésének hasznosítása).

A mezőgazdaságban használatos munkaeszközök acél alapanyagaira jellemző, hogy azokat a mechanikai tulajdonságok javításának céljából jelentős mértékben ötvözik, amivel a szerszámok, kopó alkatrészek - többek között - jóval nagyobb élettartamúvá válnak. Az említett alapanyagokat, eszközöket hagyományos eljárásokkal nehézkes vagy lehetetlen megmunkálni. A lézersugaras vágás technológiájára jellemző, hogy független a munkaanyag keménységétől, így azok könnyedén megmunkálhatók.

A lézersugaras vágás mellett az említett anyagok lézersugaras hegesztése is kedvezően hajtható végre a hagyományos hegesztő eljárásokkal szemben. Az iparban használatos technológiák közül a legkisebb hőbevitellel a lézersugaras megoldással hegeszthetők az egyes darabok. Ez kedvezően hat az alkatrészek vetemedésére, illetve keskeny hőhatásövezet alakul ki, így a lehető legkisebb mértékben lágyítja ki az anyagot. A lézersugaras hegesztés különleges, kulcslyuk technológiáját alkalmazva mély, keskeny varratok hozhatók létre, ami még inkább kedvezően hat az említett hatásokra.

Abban az esetben, ha az alkatrészek a használat során sérülnek, a lézersugaras technológia megoldást nyújt a megbízható javításra, a drága gépelemet nem kell újra legyártani. Ehhez az LMD (Laser Metal Deposition) eljárást alkalmazzák, ahol a lézersugár segítségével felhevített, illetve megolvasztott anyagba hozaganyagot juttatnak, ezzel "újjáépítve" a sérült alkatrészeket (3. ábra). A technológia alkalmazásával lehetőség nyílik arra is, hogy egy

kevésbé ötvözött alapanyagú acél munkaeszköz felületét kopásálló réteggel lássuk el. Ebben az esetben egy szívós anyag kedvező tulajdonságai a kemény, kopásálló tulajdonságokkal egészülnek ki, aminek köszönhetően azok élettartama nagy mértékben kitolható.



3. ábra Alkatrész hegesztése lézer technológiával

Az egyes gyártási műveleteknél széleskörűen alkalmazzák a korszerű lézer technikát az alábbiak szerint:

- VÁGÁS:** Telephelyeiken (Budapest, Eger, Kecskemét) foglalkoznak lézersugaras vágással. A lézersugaras vágást 2, illetve 3 dimenziós térben végzik, Trumpf gyártmányú berendezéseikkel. Jól bevált gyakorlat szerint a Megrendelőnek csupán egy három-dimenziós modellt kell rendelkezésükre bocsátania, mely alapján elkészítik a vágókészüléket, illetve a vágópályát. Rendelkeznek a napjainkban legelterjedtebb (SolidEdge, SolidWorks) tervezőszoftverek mellett, a lézersugaras vágáshoz elengedhetetlen megoldásokkal is (TruTops Cell, RadMax).

- HEGESZTÉS:** Lézersugaras hegesztéssel közel két évtizede foglalkoznak az egri és a budapesti telephelyükön. Lézerberendezéseikkel hagyományos és mélyvarratos hegesztés is kivitelezhető. Hegesztés szempontjából problémás anyagok (pl. kis vastagságú vagy eltérő anyagminőségű alkatrészek) esetén is sikeres munkát végeznek. A tapasztalataik nemzetközi szinten is kimagaslóak. A hegesztést követően laborjaikban minőségellenőrzést (4. ábra) végeznek (metszetkészítés után fénymikroszkóppal vizsgálják a varrat geometriáját)



4. ábra Munkaminőség mikroszkópos ellenőrzése

•**HŐKEZELÉS:** Jelentős tapasztalattal rendelkeznek pontszerű/lokális, illetve rezgőtükrös megoldással végzett hőkezelésekben is. A technológia alkalmazható nagy méretű, tömbszerű acél alkatrészek edzésekor (pl. csapágytőke). A hőkezelés során (5. ábra) használt lézertechnológiák a kezelt anyagok mechanikai tulajdonságait javítják (pl. keménység, kopásállóság). Amellett, hogy a már ismert tulajdonságjavító hatások ipari teljesítések során célként fogalmazhatók meg, a berendezések ezen képessége további K+F projektek keretében kiaknázható.



5. ábra Lézeres hőkezelés

•**MIKROMEGBUNKÁLÁS:** Kis méretben történő anyageltávolítás, amely a rendkívül kicsi hőbevitel miatt nagyon jó minőségben végezhető. Például lab-on-chip-ek kimunkálása, implantátumok felületi struktúrálása a hatékonyabb beépülés érdekében. Bonyolult felületi

struktúrák létrehozása, kimunkálása, ezzel a felület tulajdonságainak megváltoztatása lehetséges – pl. szín, nedvesítés (Femtoszekundumos lézerrel).

A lézeres technológiákon túl, a Kutatóközpont régóta foglalkozik a fémek más eljárásokkal történő felületkezelésével is. Ezek változatos módszerekkel vihetők végbe az elérni kívánt tulajdonság függvényében. Elektrokémiai úton – akár plazma segítségével – különböző összetételű és tulajdonságú rétegeket választhatunk le fémfelületekre, melyek pl. az anyag keménységének mértékét, kopásállóságát befolyásolhatják. Az alkalmazott eljárások:

- Elektrokémiai anodizálás: alumínium és ötvözetekre történő kopásálló bevonat létrehozása.
- Elektropolírozás: különböző acélok, illetve alumínium felületkezelése.
- Plazma anodizálás (PEO): titán és ötvözetekre történő biokompatibilis bevonat létrehozása.
- Plazmával történő felületi színezés.
- Plazma polírozás (PEP): titán és ötvözeteinek felületkezelése.
- Galvánbevonatok létrehozása (pl. arany, nikkel).

Elektropolírozás révén acélok, valamint alumíniumok felületkezelése, míg plazmapolírozás révén titán és ötvözeteinek felületkezelése valósítható meg.

A felületi- és tömbi anyagfejlesztések területén is számos módszert alkalmaznak:

- Nagyhőmérsékletű kísérletek végzése különböző kemencékben levegőn, argon atmoszférában és vákuumban.
- Ultrahangos nanorészecske-szintézis.
- Szol-gél technológiai eljárások.
- Nyersanyagok és kritikus nyersanyagok visszanyerése ipari hulladékból.
- Különböző töltetű mikro- és nano-biopolimer kompozitok előállítás.

Szintén gyártástechnológiai fejlesztéssel forradalmasítja a mezőgazdasági gépgyártásban különösen fontos élhajlítást a PMT Zrt (www.pmtgep.hu), a *PMroboT* - robotos automatizált élhajlító cellával (6. ábra).



6. ábra A PMT Zrt. „PMroboT” robotos automatizált élhajlító cellája üzemi állapotban

Az ipari termelésben óriási változások történtek az elmúlt néhány évtizedben, mely sokkal bonyolultabbá, összetettebbé teszi a beruházási döntéseket. A régi, alapvetően műszaki követelményeket figyelembe vevő tényezőkön túl nagyságrenddel több, folyamatosan változó szempontot kell értelmezni és átgondolni ma már egy közép vállalkozás vezetőjének is, mint tíz-húsz évvel ezelőtt. Óriási a nyomás az innovációra, nemcsak a gépgyártóknál, hanem az üzemeltetőknél is. A termelés bővítés, a termelékenység növelés és hatékonyság javítás a hagyományos módszerekkel ma már nem érhető el. Egy kezelő 8 órát tud termelni heti öt napon keresztül (leszámítva a kieső időket), és ekkor még nem beszéltünk az ipart sújtó munkaerőhiányról, amely cégmérettől függetlenül, így a KKV szektorban is jelen van. A robotos élhajlító cella megoldást jelenthet erre a problémára, hiszen egy automatizált rendszer napi 24 órát, akár heti hét napon keresztül is képes működni. A fejlesztést utóbbi években felerősödő az automatizált rendszer iránti vevői igény, megkeresés alapján indították. A részben vagy teljesen automatizált élhajlító gép esetében az alkatrész kezelést (alkatrész felvétel, hajlítási lépések elvégzése, forgatás, alkatrész lerakás) és/vagy az élhajlító szerszám cserét kezelői beavatkozás nélkül automatikusan végzi a rendszer.

Aki ma ilyen rendszert kíván üzembe helyezni – legyen szó a világ bármely pontjáról –, két lehetősége van:

Vásárolhat sztenderd rendszert egy élhajlító gépgyártó cégtől, amellyel egy megfelelően tesztelt, biztos üzemi konstrukciójú megoldást választ, viszonylag rövidebb szállítási határidővel. Ugyanakkor szinte biztos, hogy a késztermék nem felel majd meg teljesen a technológiai követelményeknek, és később egyedi fejlesztésre lesz szükség az üzembe helyezéshez.

A másik megoldás, hogy az adott cég megvásárol egy sztenderd élhajlító gépet, és egy robottechnikával foglalkozó szakcéggel elkészítteti az automatizált rendszert. E megoldás előnye, hogy teljes mértékben a felhasználó technológiai igényeire alakítható, ugyanakkor a fejlesztés időigényes és költséges, nagy hibalehetőséggel. Sztenderd automatizált rendszereket ma a világon csupán néhány vezető élhajlító gépgyártó cég készít. Ezen rendszereknek, habár alapkonceptióban eltérnek egymástól, egy közös jellemzőjük van, mégpedig a magas költségvonzat. Ugyanis jelenleg mindenki a nagy, tömegtermelő cégek igényeire fejleszti a rendszereit.

Mindezek figyelembevételével a *PMT Zrt* olyan automatizált gyártó cellát alakított ki, amely kisvállalkozások részére is megfizethető árszinten van, modulárisan épül fel, azaz később is bővíthető. Univerzális kialakításával a gép használható hagyományos CNC élhajlító gépként is, így olyan kisvállalkozásoknak is előnyös, akiknek van széria és egyedi hajlítási feladata is. A kifejlesztett berendezés jellemzői:

1. A technológiai követelményeknek megfelelő, de jelentősen kedvezőbb árú alapgép alkalmazható.
2. Az „US” (Európai Szabvány szerinti) szerszámrendszer használatát választották az automatizált cellához, az univerzalitása és a kedvező árszintje miatt. Ehhez egy egyedi „grippert” (robotos szerszám megfogót) is kifejlesztettek (7. ábra), mely majdnem az összes „US” típusú szerszám megfogására alkalmas. Kialakították a gripper „WILA” szerszámok (Észak-Amerikában elterjedt szerszám szabvány szerinti eszközök) megfogására alkalmas változatát is, még kedvezőbb árú alternatívát kínálva azoknak, akik ezt a rendszert kívánják használni. De más, kisebb szériában vagy egyedileg gyártott szerszámok megfogására és cseréjére is alkalmas az általunk kifejlesztett rendszer. A szükséges szerszám átalakításokra és a gripperekre nemzetközi szabadalmi bejelentésük van.



7. ábra Az élhajlító gépre felszerelt robot a gripperrel (robotos szerszám megfogóval)

3. A *PMT Zrt* gripperes megoldása olyan fejlesztés, amely kevés és egyszerű többletmunkát igényel a szerszámok gyártásakor, tehát csak kis mértékben növeli a szerszámok árát. Akár meglévő szerszámok is átalakíthatóak robotos megfogásra. Alkalmazható mindkettő, a „WILA” és az „US” szerszámrendszer, de kisszériás (csak egy gyártó által használt), valamint egyedi szerszámokhoz is, ezáltal biztosítva a teljes választási lehetőséget a vevők számára.

4. Az élhajlító gép és a robot egy egységet képez, a robot az élhajlító gépre van felépítve. A rendszer így rendkívül helytakarékos, könnyen áttelephető, nem merül fel szinkron probléma, elmozdulásból eredő hiba.

5. Az élhajlító cella univerzálisan használható, 15 másodperc alatt átállítható automatizált üzemmódról hagyományos CNC élhajlító géppé, és vissza automatizált üzemmódra. Ennek előnye, hogy azon vállalkozásoknak, akik nem engedhetnek meg maguknak több gépberuházást, szükség esetén lehetőségük nyílik azon termékek gyártására is, amelyeket nem lehet (vagy túl költséges lenne) automatizált rendszerrel előállítani. (Például délelőtt gyártják a kézzel hajlítható alkatrészeket, délután pedig működik az automatizált rendszer.)

6. Az automatizált cella modulárisan épül fel. Az alapegység az élhajlító gép a robotos alkatrész kezelő rendszerrel felszerelve. Emellett kiegészítő felszerelések integrálhatóak, illetve egyedileg a termékekre szabhatóak.

További bővítési lehetőségek:

- Automatizált szerszámcsereelő rendszer (gripper, szerszámtár, robotos cserélésre alkalmas szerszámrögzítő rendszer).
- Alkatrész pozicionáló és fordító egyedileg kialakítva a gyártmányokhoz.
- Aktív lemezvastagság mérő.
- Alapanyag tároló és pozicionáló.
- Késztermék csúszda.
- Késztermék tároló rendszerek.

- Egyedi igény szerinti kiegészítők.

Azonos műszaki konstrukciójú termékek esetében versenyelőnyt jelent egy új digitális fejlesztést elindító szenzor és mérőrendszer, valamint modern, egyedülálló gyártástechnológia alkalmazása. Teljesen új konstrukciók kialakítása egyre nehezebb, ki kell tehát használni a gép „okosításának” lehetőségét, a jobb minőséget, nagyobb termelékenységet, pontosságot nyújtó gyártástechnológiai fejlesztések lehetőségeit. A *Mezőgépgyártók Országos Szövetsége* (MEGOSZ, www.megosz.eu) törekszik olyan közösség kialakítására, amelyben a gyártás fejlesztésével foglalkozó vállalatok, nonprofit szervezetek (egyetemek, kutatóintézetek) együttműködésével a kutatás által vezérelt innovációk tudnak megvalósulni.

5. Hazai egyetemek a mezőgazdasági gépfejlesztés szolgálatában

A hazai egyetemek szerepe, jelentősége nagy a mezőgazdasági gépek fejlesztésében egyfelől az agrárműszaki tudományokban elért eredményeik hatása, másfelől az utánpótlás, a korszerű tudással rendelkező gépészmérnökök révén. A Mezőgépgyártók Országos Szövetségében tevékenykedő egyetemek összeállításainak felhasználásával szeretnénk a mezőgépészet területén végzett tevékenységüket röviden bemutatni. Reményeink szerint cikkünkkel hozzájárulunk a kutatás-fejlesztési, innovációs együttműködések fejlődéséhez.

A *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem* (www.bme.hu) *Gépészmérnöki Karán* 130 éve folyik mezőgazdasági géptervező mérnökök képzése. A mezőgazdasági gépészeti tantárgyakat korábban az önálló *Mezőgazdasági Géptan Tanszék*, ma a *Gép- és Terméktervezés tanszék* (GT3, <https://gt3.bme.hu/>) mezőgazdasági gépek munkacsoportja gondozza a sokak által jól ismert BME MG épületében (1. ábra).



1. ábra. A „BME MG” épület (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)

A gépészmérnöki alapképzési szak (BSc) célja olyan mérnökök képzése, akik alkalmasak gépek és gépészeti berendezések üzemeltetésére és fenntartására, a gépipari technológiák bevezetésére, illetőleg alkalmazására, a munka szervezésére és irányítására, a műszaki fejlesztés, kutatás és tervezés átlagos bonyolultságú feladatainak ellátására. A hallgatók 6 specializáció közül választhatnak a sikeres szigorlatok után. A Géptervező specializáció felelőse a *GT3 tanszék*, amelynek keretében ismerkednek meg a hallgatók a mezőgazdasági gépekkel, géprendszerekkel. A Mezőgazdasági gépek tervezése tantárgy minden géptervező hallgatónak kötelező az 5. szemeszterben, amelynek keretében egy otthon megtalálható mezőgazdasági, vagy ahhoz kapcsolódó egyszerűbb berendezést kell egyénileg „újra tervezni”, vagy áttervezni a félév során (ilyen lehet pl. egy vízszintes tengelyű szárzúzó, függesztett műtrágyaszóró, de kerti kisgép is, mint sövényvágó, ágaprító). A Mezőgazdasági erőgépek (6. szemeszter) és a Mezőgazdasági munkagépek (7. szemeszter) tantárgyak kötelezően választhatóak. A géptervező specializáción végző hallgatók a záróvizsgán a Mezőgazdasági gépek tervezése tárgyat is választhatják vizsgatárgynak. Az alapszakon évente 25-35 hallgató jelentkezik a géptervező specializációra, ebből 6-10-en választják a mezőgazdasági tárgyakat és 4-6-an írnak mezőgazdasági témájú szakdolgozatot.

A gépészmérnöki mesterképzési szak (MSc) célja olyan mérnökök képzése, akik képesek a gépek, gépészeti berendezések és folyamatok koncepciójának kidolgozására, modellezésére, majd tervezésére, üzemeltetésére és karbantartására; a gépipari technológiák, illetőleg új anyagok és gyártástechnológiák kifejlesztésére, környezetszempontú alkalmazására; vezetési, irányítási és szervezési feladatok ellátására; a műszaki fejlesztés, kutatás, tervezés és innováció feladatainak ellátására; hazai és/vagy nemzetközi szintű mérnöki projektekhez való kapcsolódásra, azok koordinálására, valamint a gépészeti tanulmányok doktori képzés keretében való folytatására is. A képzés elején hallgatók a Géptervező specializációt is választhatják. Ezen belül kötelezően választható a Mezőgazdasági gépek fejlesztése 1 és 2 tantárgyak, amelyek keretében a terményfeldolgozási gépeket és -tárolási technológiákat, állattartási technológiákat és berendezéseit, valamint a diszkrétételes modellezés alapjait ismerhetik meg a hallgatók.

A géptervező mesterképzésre 35-45 hallgató jelentkezik évente, ebből 2-3 hallgató készít mezőgazdasági témájú diplomamunkát, amelyek kivétel nélkül ipari tervezési feladatok. Végzett diákjaink magyar kisvállalatok (pl. *Busa Bt.*) és világcégek (pl. *CLAAS Hungária Kft.*) tervezői irodáiban helyezkednek.

Az oktatóknak több évtizedes tapasztalata van a géptervezés területén, amelyet számos mezőgazdasági gépgyártó vállalattal kialakított szakmai kapcsolat, együttműködés, piacon lévő termék is bizonyít. Oktatóink témavezetésével olyan diplomatervek, szakdolgozatok, hallgatói projektmunkák születtek, amelyek jelenleg is piacon lévő, vagy gyártás alatt lévő gépeket eredményeztek (2-3. ábrák).



2. ábra. Traktorra szerelhető homlokrakodó (diplomamunka) *Ferroflex Kft.*
(Agromashepo, 2011: Nagydíj)



3. ábra. Mulcs vetőgép (projekt+diplomaterv) *Seedimex Kft. - Sokoró Kft.* (Agromashexpo, 2009: Nagydíj)

A munkatársak magas szintű szakmai ismerete és rendszerszemlélete lehetővé teszi a projekt jellegű gondolkodásra és problémamegoldásra alapozott megoldáskeresést az ipari projektek eredményorientált kidolgozásában. A projektszemléletű gondolkodásban az állandó munkatársak projektvezetőként vesznek részt, míg az alacsonyabb szaktudást igénylő feladatok megoldása időszakos munkatársak – PhD és mesterszakos hallgatók – bevonásával történik. Így megfelelő támogatást tudunk nyújtani a vállalatok gépjelöltési igényeihez. Ebbe a munkába a tanszék nem mezőgazdasági géptervezéssel foglalkozó kollégáit is be tudjuk vonni, akik igen magas elméleti és gyakorlati tudással rendelkeznek a gépészet egyéb területein. Rendelkezésre áll továbbá az a számítógépes szimuláció, modellezés területén szerzett tapasztalat, amely segítségével a szimulációs vizsgálatok által jelentősen lecsökkenthető egy új termék kísérleti periódusának, ezzel piacra juttatásának időtartama.

Az oktatás mellett a tanszék profiljában a kutatási tevékenységek széles skálája is megtalálható. A gépészeti alapkutatások, mint pl. gépszerkezeti elemek kopási, alakváltozási, feszültségterjedési vizsgálata mellett gépészeti rendszerek működésének elemzése is kutatási terület.

A mezőgazdasági géptervezői oktatócsoport elsődleges alapkutatási területe a talaj és szemcsés halmazok mechanikai tulajdonságainak vizsgálata és numerikus modellezése, valamint ezen eredmények alkalmazása a géptervezés folyamatában. Speciális alkalmazott

katatási területnek tekinthető a mezőgazdasági erőgépek, traktorok hajtóművei hatásfokának vizsgálata, valamint a talajlégzés, a talaj széndioxid kibocsátásának kutatása.

A tanszéken egyedi kísérleti vizsgálóberendezések fejlesztésére és üzemeltetésére is lehetőség van, amelyek segítségével gépegységek műszaki, technológiai vizsgálatát lehet elvégezni, mielőtt azok beépítésre kerülnének a komplett berendezésbe, gépcsoportokba. Szántóföldi mérésekhez is fejlesztettünk korábban egyedi mérőberendezést, amely egy már létező, vagy újonnan kifejlesztett gép, technológia munkaminőségét képes vizsgálni.

A tanszék kutatási stratégiái között szerepel a különböző jövőbe mutató növénytermesztési technológiák géprendszerének fejlesztése. Ennek keretében olyan piacon még nem található berendezések, célgépek technológiai és konstrukciós előtervei kerültek kifejlesztésre, amelyek később egy jobb ipar-felsőoktatás együttműködés mellett piacképesek lehetnek.

A kutatási és fejlesztési munkák fontos bázisai a tanszéken található prototípus előkészítő műhely, 3D nyomtató (rapid prototyping) műhely, videokonferencia terem. Ezek az egységek elsősorban az oktatásban keletkező termékmodellek és gép prototípusok kidolgozására szolgálnak, de különböző ipari projektekhez szükséges prototípusok és kísérleti berendezések gyártása és üzemeltetése is itt történik. A géptervezés döntéshozatalának támogatását elsősorban a rapid prototyping műhely segíti, az oktatási és ipari partnerekkel történő digitális kommunikáció a videokonferencia teremben történik.

A kompetencián kívül eső gyártási, kutatási igények kielégítését elsősorban a *BME* karainak és tanszékeinek együttműködése, eszközállománya biztosítja. A felsorolás teljességének igénye nélkül kiemelendők a fémtechnológiai és polimertechnológiai anyagvizsgálati laboratóriumok, az áramlástechnikai vizsgálatok mérésére alkalmas szélcsatorna. A *Gépészmérnöki Kar Gyártástudomány és -technológia Tanszéke* az Ipar 4.0 alkalmazásának területén vezető szerepet tölt be hazánkban, és az ott szerzett tapasztalatokat tudja átadni a mezőgazdasági gépgyártók számára. A *Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék* elsősorban a robotikai és optikai rendszerek tervezése területén tud bekapcsolódni a kísérleti fejlesztésekbe.

A *MATE Műszaki Intézet* (<https://muszaki.uni-mate.hu/home>) és jogelődjei nagy múltra visszatekintő tevékenységi köre a mezőgazdaságban és gépiparban alkalmazott gépek és technológiák egyedi vizsgálati módszereinek kidolgozása, mérések elvégzése és szakszerű kiértékelése. Ehhez az Intézet kiterjedt mérőeszközparkkal és laboratóriumi és helyszíni mérések elvégzésében több évtizedes tapasztalatot birtokló kutatói közösséggel rendelkezik. A vizsgált mennyiségek köre kiterjed a különböző mechanikai, termodinamikai, áramlástechnikai, villamos mennyiségek mérésére. Általános igény a gyakorlatban például a különböző gépelemek egyedi szilárdsági és fárasztó vizsgálata, erő- és nyomatékmérések, hidraulikus rendszerek vizsgálata, szárítóberendezések hő- és áramlástan vizsgálat, kenőanyagok, hajtóanyag adalékok laboratóriumi és üzemi vizsgálata, terepen mozgó járművek vontatási jellemzőinek mérése, villamos működtetésű gépek, berendezések energetikai vizsgálata széles teljesítménytartományban, agrárinformatikai rendszerek vizsgálata, vagy a precíziós adatgyűjtési módszerek alkalmazása szántóföldi körülmények között. Az *Intézet* vállalja az egyedi mérőrendszerek kialakítását és igény esetén a műszaki ökonómiai elemzést is tartalmazó kiértékelést és támogatja a gépfejlesztéssel, gyártással, és üzemeltetéssel foglalkozó partnereit a kísérleti gépek és technológiák műszaki jellemzőinek mérésében és az eredmények kiértékelésében.

A mezőgazdasági erő- és munkagépek, valamint a termesztési technológiák vizsgálatánál, minősítésénél kiemelt jelentősége van az energetikai méréseknek. A technológia vagy művelet során felhasznált energia fontos tényező, mely hatással van a termelési folyamat gazdaságosságára. A *Műszaki Intézet* feladatai közé tartozik a mezőgazdasági erő- és munkagépek vizsgálata. A munkagép vizsgálatoknál fontos jellemző a munkagép

teljesítményigényének mérése, másrészt az erőgépek vizsgálatánál fontos jellemző, hogy maximálisan mekkora teljesítményigényű munkagép csatlakoztatható az erőgéphez. Az erő- és munkagépek jellemzőit laboratóriumi és terepi, normál üzemi körülmények között is vizsgáljuk.

Az erőgépek laboratóriumi vizsgálatai kiterjednek akár 300 kW teljesítményű traktormotorok teljesítményleadó tengelyen (TLT) keresztüli fékezési vizsgálatára (4. ábra). Ezek a belsőégésű motorok üzemi jellemzőinek kontrollált laboratóriumi körülmények közti meghatározására adnak lehetőséget.

Az Intézetben rendelkezésre álló fékezőjármű egyedülálló módon alkalmas az erőgépek vontatási jellemzőinek szántóföldi körülmények közti mérésére (5. ábra). Ezzel vizsgálható az erőgépek vontatási teljesítménye, terepjáróképessége, valamint akár a gumiabroncsok energetikai hatékonysága is. A kapcsolódó fejlesztéseknek köszönhetően optimalizálható a traktorok tömege, mérsékelhető a talajtömörítés, ezáltal javítható a fajlagos hajtóanyagfelhasználás és csökkenthető a káros emisszió.



4. ábra. Traktormotor üzemi jellemzőinek vizsgálata TLT fékezéssel



5. ábra. Traktorok vontatási jellemzőinek vizsgálata fékkocsival

A *Műszaki Intézet* az erőgépek mellett számos, a növénytermesztés és állattenyésztés gépesítéséhez kapcsolódó munkagép-csoport átfogó munkaminőségi és energetikai vizsgálatára, laboratóriumi és terepi vizsgálatára is kínál lehetőséget. Az energetikai vizsgálatok kiterjedhetnek még a villamos meghajtású berendezések, hidrosztatikus hajtások teljesítményviszonyainak vizsgálatára, szárítóberendezések komplex vizsgálatára.

A *Műszaki Intézet* felkészült a gépelemek, szerkezetek szilárdsági elemzésére, melyben numerikus szimulációs eszközrendszer és a mechanikai jellemzők tenzometrikus mérőbéllyeges technikával történő mérésében szerzett több évtizedes tapasztalat nyújt segítséget. Az intézet az anyagvizsgálatokhoz, fárasztó vizsgálatokhoz is számos laboratóriumi tesztberendezéssel rendelkezik. A mobil gépek váz- és járószerkezetének fárasztóvizsgálatára, valamint gumibroncsok fárasztóvizsgálatára alkalmas villamosított körpályával rendelkezik. A műpályás fárasztóvizsgálat során a szerkezetet érő fokozott dinamikus hatások eredményeként gyorsabban juthatunk el egy olyan igénybevételi számhoz, amely szerkezeti meghibásodást eredményez. A fárasztóvizsgálat során ébredő szerkezeti hibák helye és mértéke értékes információt szolgáltat a konstruktőröknek (6. ábra).



6. ábra. Vágóasztal szállítókocsi és pótkocsi fárasztópályás vizsgálata

Az erő- és munkagépek, gépszerkezetek modernizálásával nagyban elősegíthető az eszközök munkavégző és adatszolgáltató képessége. A gazdálkodók munkája során gyűjtött adatok felhasználásával a gazdaságok működése optimalizálható. A *Műszaki Intézet* különféle érzékelőkkel, érzékelő rendszerekkel, és adatgyűjtőkkel folytatott tevékenysége lehetőséget biztosít az agrárinformatikai rendszerek termelési környezethez történő hangolására. Ide tartozó tevékenységek például:

- távérzékelési eszközök alkalmazása;
- talaj- és növényi jellemzők mérésére alkalmas érzékelők, érzékelő-rendszerek fejlesztése, integrálása;
- távérzékelte információk beépítése a gazdálkodók döntéshozatali folyamatába;
- mechanikai és energetikai mennyiségek villamos méréséhez kapcsolódó érzékelők, mérőrendszerek, adatfeldolgozási folyamatok fejlesztése;

- ISOBUS alapú eszközök fejlesztésének elősegítése;
- adatfeldolgozási folyamatok fejlesztése.

A nagy jelentőséggel bíró navigációs rendszerek és kapcsolódó funkciók meghatározóak, mert a művelet minőségére és a hatékony üzemeltetésre kihatnak. Ezen a területen végezhető vizsgálatok a következők:

- mechanikus, lézeres sorvezetés;
- GPS vezérlésű automatakormányzás (soron tartás);
- fogáskiosztás hatékonysága;
- sorcsatlakoztatási és visszatérési pontosság ellenőrzésére, tesztkörülmények között (adott pálya, objektum mentén) és tényleges szántóföldi munkaműveletekben (pl. kukoricavetés, kultivátorozás);
- gyári és univerzális gépfüggetlen applikációk vizsgálata.

A *Műszaki Intézet* a gépesítés-ökonómia területén elért elméleti és gyakorlati eredményei segítségével komplett agrárinformatikai rendszerek átfogó elemzésében, vizsgálatában, jellemzésében tud szerepet vállalni. Ide tartozhatnak:

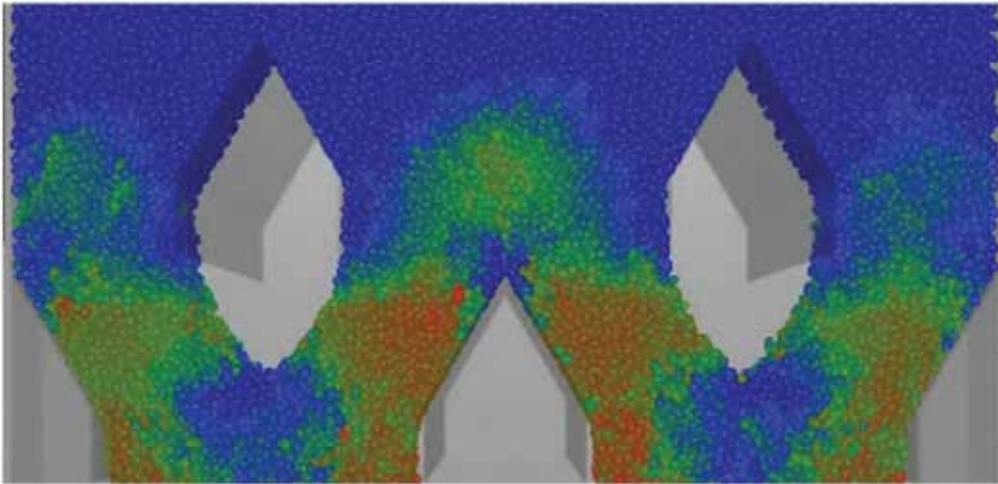
- megtérülési számítások végzése;
- üzemeltetési költségek becslése.

Az erőgépek és munkagépek rendszerének átfogó ismerete nagyban segítheti a sikeres gazdálkodást és a fenntartható fejlődést. A szántóföldi növénytermesztési technológiák alpműveleteihez kapcsolódó gépek helyes beállításával a munkaidő-, az energia-, és egyéb ráfordítások optimalizálhatóak, a munka minősége pedig javítható. A különböző beállítások esetében a mutatók mérhetőek és összehasonlíthatóak. A *Műszaki Intézet* a mezőgazdaságban alkalmazott gépek és technológiák hatékonysági mutatóinak, és az ezekhez kapcsolódó környezeti- és talajjellemzők korszerű terepi és laboratóriumi vizsgálatával és fejlesztési javaslatokkal kíván hozzájárulni a termelők, gyártók és forgalmazók munkájához.

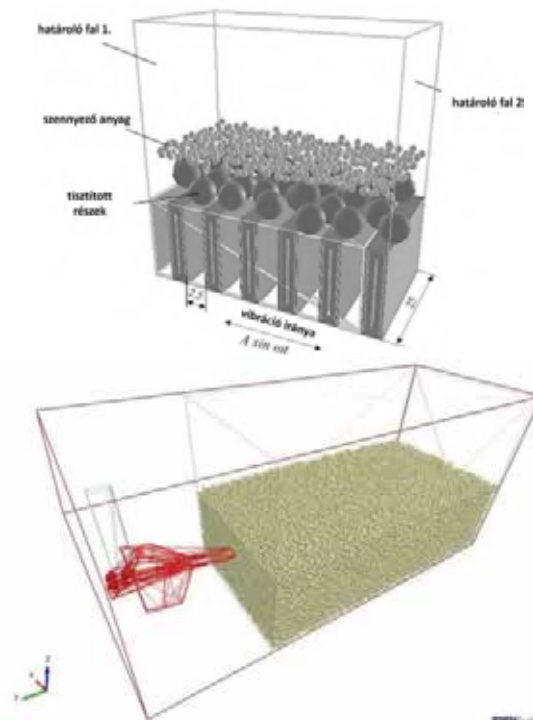
A mezőgépezetben szereplő számos technológiai eljárás értelmezhető úgy, mint egy szemcsehalmaz és az azzal érintkező, vagy abban mozgó test kölcsönhatása. Ilyen a talaj-talajművelő szerszám, talaj-kerék, szemestermény-tárolóberendezés, szemestermény-anyagmozgatógép kölcsönhatása. Az említett folyamatok műszaki tervezése során legtöbbször a szemcsehalmaz és az azzal érintkező vagy benne mozgó test határfelületénél fellépő jelenségek pontos modellezése jelenti a legnagyobb nehézséget. A klasszikus mechanikai módszerek különösen nehezen használhatók ezen jelenségek leírására. Ezek a határfelületi jelenségek viszont jelentősen befolyásolják az adott mezőgazdasági folyamat energiaigényét, a szerszámok, gépek kopását, élettartamát, pontosságát és különösen az előállított vagy megtermelt végtermék minőségét, így megismerésük közvetlen kapcsolatban van a termelési folyamatok hatékonyságának növelésével. A szemcsehalmazok mechanikai viselkedésének Lagrange-féle leírási módon alapuló modellezése (ide tartozik pl. a diszkrét elemek módszere, amely a szemcsehalmaz viselkedését az azt alkotó szemcsék mozgásának külön-külön történő modellezésével vizsgálja) olyan élvonalbeli technológia, amely a leginkább alkalmas az ilyen jellegű problémák vizsgálatára. Az eljárás igen jelentős számításigénye azonban csupán az utóbbi években tette azt lehetővé, hogy a valóságos értékeket elfogadható módon megközelítő számú szemcse mozgásának vizsgálatát elvégezve modellezzük a fent említett mezőgépezeti problémákat.

Mind saját számítási erőforrásaink, mind a *Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség* által rendelkezésünkre bocsátott szuperszámítógépes kapacitások felhasználásával számos mezőgépezeti probléma modellezésével foglalkoztunk, pl. szárítóberendezések optimális anyagáramlási csatornáinak kialakítása (7. ábra), rostaberendezések optimális működési paramétereinek meghatározása, valamint talaj-talajművelő szerszám kölcsönhatásának modellezése (8. ábra), keverőberendezések hatékonyságának és töltőberendezésnek szemcsemozgás-viszonyainak vizsgálata, (9. ábra), keverőberendezés

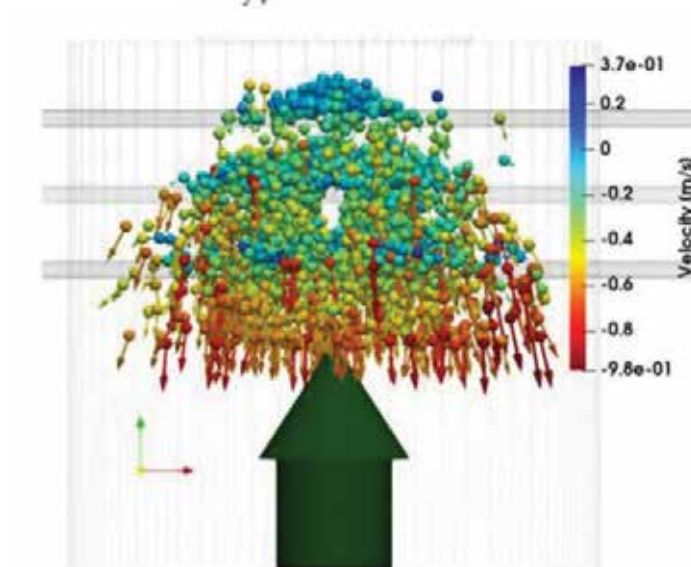
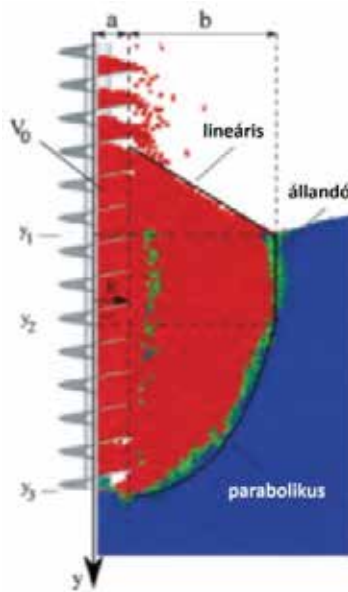
működési hatékonyságának elemzése (10. ábra), vagy akár hántoló berendezés mozgásviszonyainak optimalizálása (11. ábra).



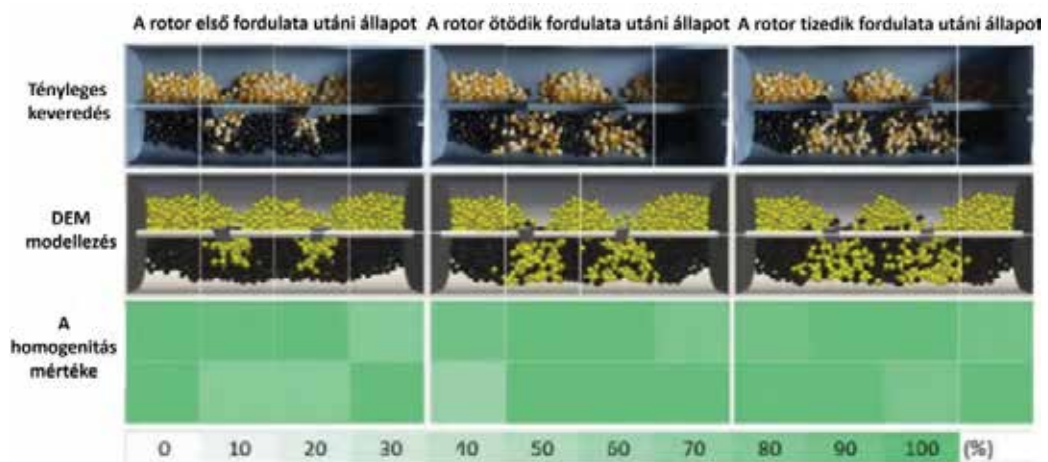
7. ábra. Szemcsemozgás sebességeloszlása keresztáramú szárítóberendezésben



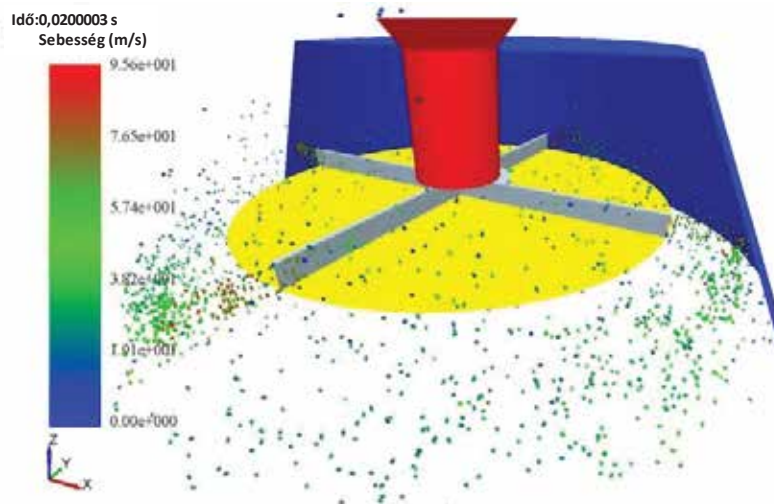
8. ábra. Vibrációs rosta optimális működési paramétereinek meghatározása, valamint rezgő talajművelő szerszám-talaj kölcsönhatásának modellezése



9. ábra. Keverőberendezés aktív zónája, valamint töltőberendezésnek szemcsemozgás-viszonyai



10. ábra. Keverőberendezés működési hatékonyságának elemzése



11. ábra. Hántoló berendezés magmó mozgás viszonyainak elemzése

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen kifejlesztésre került egy Univerzális, moduláris rendszer, mely képes a traktorokba épített ISOBUS terminálokra adatot továbbítani (fedélzeti elektronika, univerzális ISOBUS iECU). A rendszer moduláris felépítéséből kifolyólag könnyen bővíthető, valamint a központi adatfeldolgozó modul egyszerűen cserélhető és szükség szerint átprogramozható. A rendszer egy alaplaptól, egy CPU modulból (12. ábra) és az implement specifikus mérő/szabályozó/kommunikációs/adattárolási modulokból áll. Az alaplapp tartalmazza a különböző bővítőkártyák tápellátását biztosító feszültség szintek előállításért felelős áramköröket, két CAN csatlakozóval, melyek megfelelnek mind az ISO11783 ISOBUS, valamint a SAE J1939 szabványoknak. 4 db DSUB25 csatlakozó biztosítja a bővítőkártyák csatlakozását, melyeken keresztül CAN, I2C, SPI, RS232, RS485, 1-Wire szabványoknak megfelelő kommunikáció teremthető az CPU modullal. Az alaplapi kártyán biztosított a túláram, túlfeszültség, ESD és fordított polaritás elleni védelem. A CPU modul alapját egy STM32F446RET6 mikrovezérlő képezi. A modul USB-n keresztül, egyéb eszköz csatlakoztatása nélkül programozható egy STM32F103CBT6 típusú coMCU segítségével. A modul el van látva a szükséges perifériákkal, melyek segítségével a bővítőkártyákhoz csatlakozni képes (13. ábra).



12. ábra. Központi egység egy CPU modulal felszerelve



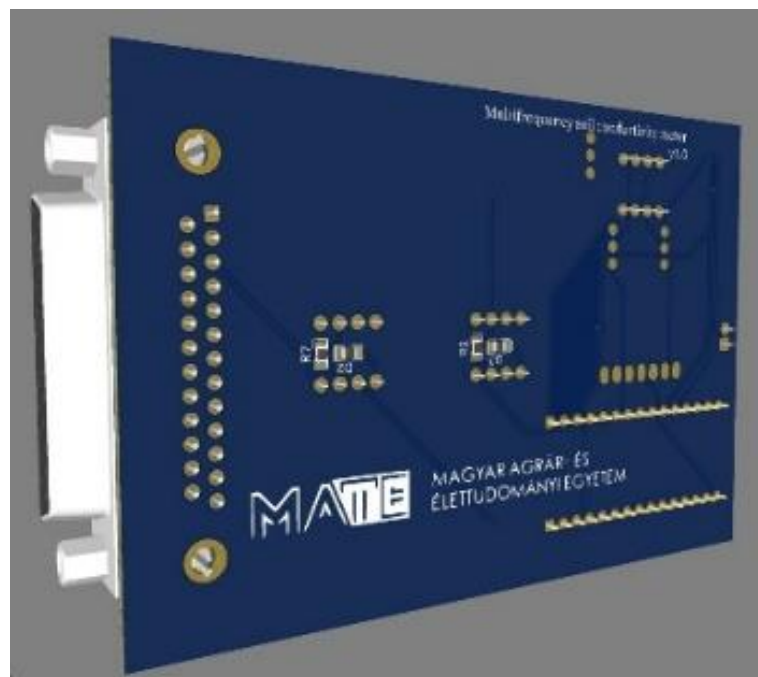
13. ábra. Az elkészült alaplap ECU illesztőkártya kísérleti példánya

A rendszer működőképességének bizonyítása céljából több bővítőkártya is készült, melyek a teljesség igénye nélkül a következők:

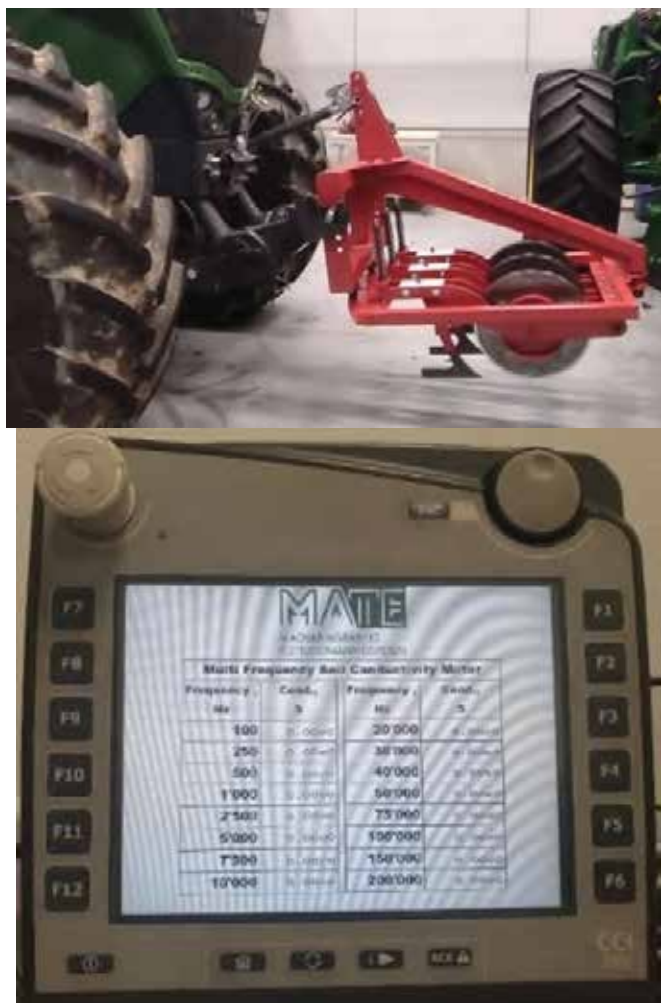
- pótkocsimérleg, mely a pótkocsira szerelt szenzorok, illetve GPS és GPRS modul segítségével a terminálon megjelenítik a pótkocsi tengelyterhelését, valamint térbeli pozícióját (14. ábra);
- 3 pont felfüggesztés terhelésmérő, mely a felfüggesztés terhelését jeleníti meg valós időben a terminálon;
- talajszenzor, mely a talajművelés során mutifrekvenciás mérés (15. ábra) segítségével a talaj vezetését méri, mely támogatást nyújt a precíziós talajerő visszapótláshoz (16. ábra).



14. ábra. A működő eszköz képe



15. ábra. Multifrekvenciás vezetőképességmérő bővítőkártya

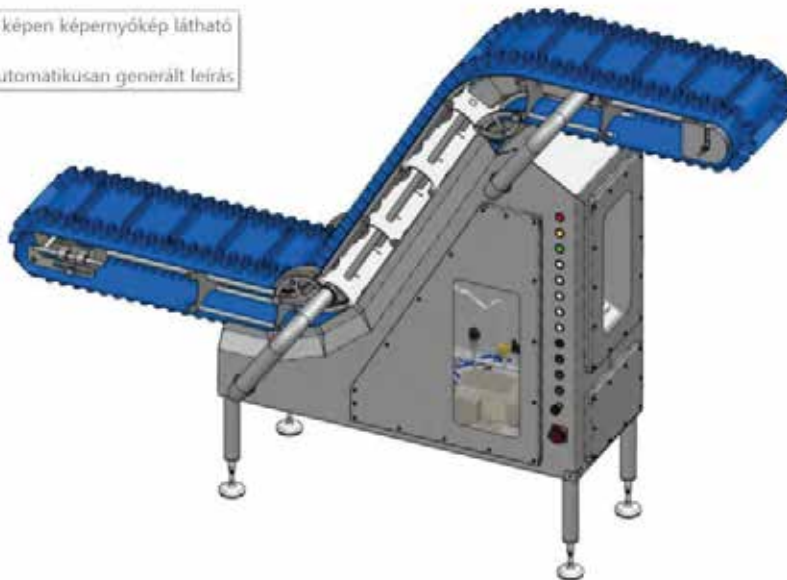


16. ábra. A felszerelt mérőtapintó és a terminálon megjelenő eredmények

A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kara (<https://mk.u-szeged.hu/>) az élelmiszeripar műszaki kutatási feladatai, a gépek vizsgálata mellett termékek, eszközök fejlesztésével is foglalkozik, együttműködve ipari vállalatokkal. Ennek a tevékenységnek egy példája a *MOLTECH AH Anyagmozgatás- és Hajtástechnikai Kft*-vel anyagmozgató berendezéscsalád kialakítása (2020-1.1.2-PIACI KFI). Az iparágban használatos szállítóberendezések működése során jelentős mértékű szennyeződés szaporodik fel a heveder és a szállítóberendezés felületén, amelynek eltávolítása jelenleg főként kézi mosással zajlik. A *Mérnöki Kar* a szállítószalag szerkezetét (17. ábra), megmunkálásait és anyagválasztását, valamint a tisztítási technológiák összehasonlításához szükséges ismeretanyagot és metódust, és a komplex, moduláris berendezés rendszerünk automatizálásához szükséges elveket és alap információkat (18. ábra), valamint a berendezések megépítéséhez szükséges releváns törvényi és rendeleti szabályozásokat egy helyről szerezhettük meg.

Az egyetemi oktatókból álló szakértői csapat részt vett a szállítószalag vázszerkezetének statikai méretezésében, az automatizálási feladat helyes felépítésében és az alkatrészválasztásban, valamint összefoglalót állított össze az általános élelmiszerhigiénéről, a projekt szempontjából releváns élelmiszeranyagok tulajdonságairól, támogatva ezekkel a tervezői csapat munkáját.

A képen képernyőkép látható
Automatikusan generált leírás



17. ábra. 60°-ban emelkedő Z-kialakítású öntisztító szállítóberendezés prototípus 3D rajza



18. ábra. Szállítási tesztek az első prototípus berendezéssel

A projekt eredménye egy moduláris elemekből álló, tisztítóberendezéssel ellátott szállítóberendezés-család lett (19. ábra), amely az építési szakasz során könnyen és egyszerűen változtatható szélességben, hosszban, teljesítményben és magasságban és az alkalmazni kívánt

tisztítási-fertőtlenítési metódusok tekintetében egyaránt. Megoldásuk komplex tisztítást tesz lehetővé (fizikai és vegyszeres tisztítás, öblítés, szárítás, fertőtlenítés), üzem közbeni és üzemszünetben való tisztítással. A beépített, célzott tisztítási és fertőtlenítési technológiák kevésbé támaszkodnak a konvencionális vegyszerekre, így kevesebb szennyvíz keletkezhet, továbbá a termelés közbeni, kézi, személyzet által elvégzett berendezés tisztítási műveletek időarányosan csökkenthetőek.



19. ábra. Ipari validációs teszt a második prototípus berendezéssel

A *Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán* (<https://emk.uni-sopron.hu>) 1956-ban alakult meg az *Erdészeti Géptani Tanszék*, amely 2000-tól 2021-ig az *Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet* részeként működött. Az *Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet* 2021-ben beolvadt az *Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézetbe*. Napjainkban ezen az intézeten belül működik egy erdészeti gépesítéssel (az erdészeti gépesítés oktatásával és kutatás-fejlesztésével) foglalkozó csoport.

A *Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának* erdészeti gépesítéssel foglalkozó tanszéke, majd intézete, jelenleg csoportja a kezdetektől szoros kapcsolatokat ápol a mindenkori hazai erdészeti gépgyártással. Volt időszak, amikor 20-nál több hazai erdészeti gépgyártóval volt egyidejűleg kapcsolata. A közelmúlt együttműködései közt a *Bagodi Mezőgép Kft-vel*, a *Farmgép Kft-vel*, a *Huniper Kft-vel*, az *IKR Zrt. Műszaki Üzemével*, a *RÁBA Jármű és Busz Gyártó Kft-vel* és a *Szepiművek Bt-vel* folytatottak a jelentősebbek.

A *Bagodi Mezőgép Kft-vel* közös fejlesztések közül fontosabbak: a BGT-EF szabadföldi csemetetermesztési gépsor, mely 23 gépből áll, és a *Magyar Innovációs Szövetség* 2004. évi, XII. Innovációs Nagydíj Pályázatán elismerő oklevelet kapott (20. ábra); a BGT-ETG-EF erdőtelepítési gépsor, mely 20 gépféleségből áll; a BDÜ energetikai faültetvény dugványozógép-család (21. ábra), mely fejlesztésnek részese a *Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (MGI)* is; a BAG energetikai faültetvény döntő-apritó-gépcsalád (22. ábra), mely fejlesztésnek részese az *MGI* és a *Budapesti Műszaki Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszéke* is; az EEK-02 elektromos közelítőgép (23. ábra), amely a *Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalánál* 2012. október 31-én 4182 lajstromszámmal, B60P 3/41 NSZO-jelzettel használati mintaoltalmat kapott (e fejlesztésnek részese a *HM Budapesti Erdőgazdaság Zrt.* is).



20. ábra. A BGT-EF csemetekerti gépsor fejlesztésért kapott innovációs oklevél



21. ábra. Kétsoros, lökőrudas adogatószerkezettű dugványozógép (fotó: Horváth B.)

Farmgép Kft-vel közös fejlesztés az SZVF-60 vegyszerkenőgép és a VÍZÖNTŐ erdőtűz-oltó berendezés (24. ábra), a *Huniper Kft-vel* pedig a HUNIPER-100 forgókaros injektológép (25. ábra), mely fejlesztésnek részese a *Nyírerdő Zrt.* is. Az *IKR Zrt. Műszaki Üzemével*, később a *Pannon Technika Kft-vel* közös fejlesztés az erdészeti többcélú (gyűjtő, tömörítő) kihordó család, melynek öt gépfélesége közül meghatározó a BPT-10MOZ mozgó rakoncás kihordó (26. ábra). A *RÁBA Jármű és Busz Gyártó Kft-vel* közös fejlesztések: a RÁBA-27.235-6.6-000 erdészeti tehergépkocsi (27. ábra) és a RÁBA 571.51-003 erdészeti pótkocsi, mely fejlesztéseknek részese volt még az *ERDŐGÉP Kft.* is. A tehergépkocsi

prototípusát a 2000-es évek elején még több mint 30 db gép gyártása követte. A napjainkban is létező típus gyártását a piaci verseny kissé háttérbe szorította. A *Szepiművek Bt*-vel közös fejlesztés – melynek részese *Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.* és a *Kiskunsági Erdőgép Kft.* is – a VT-02 vágástakarító (28. ábra).



22. ábra. BAG energetikai faültetvény döntő-aprító-gép munkában (Bábolnai Nemzetközi Gazdanapok, 2013: Különdíj és MEGOSZ Díj) (fotó: Horváth B.)



23. ábra. EEK-02 elektromos közelítőgép (fotó: Horváth B.)



24. ábra. VÍZÖNTŐ erdőtűz-oltó berendezés (fotó: Horváth B.)



25. ábra. HUNIPER-100 forgókaros injektológép (forrás: Huniper Kft.)



26. ábra. BPT-10MOZ mozgó rakoncás kihordó (Bábolnai Nemzetközi Gazdanapok, 2012: Különdíj; Agromashexpo, 2013: Hazai Termékfejlesztési Díj; Bábolnai Nemzetközi Gazdanapok, 2013: MEGOSZ Díj) (fotó: Horváth B.)



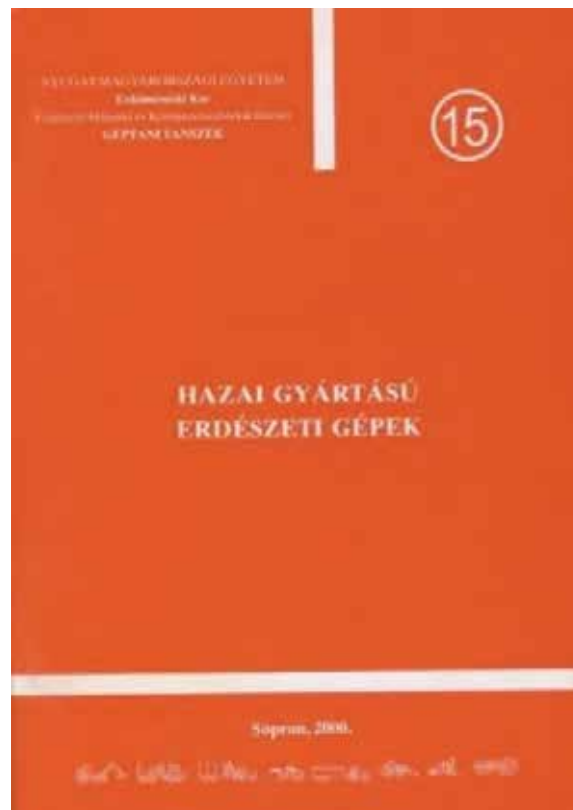
7. ábra. RÁBA-27.235-6.6-000 erdészeti tehergépkocsi (WOOD-TECH, 1998: Vásárdíj)
(fotó: Horváth B.)

Az Erdészeti Géptani Tanszék és jogutódja az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet saját kiadású periodikaként, 1996-tól megjelenteti a „Gépesítési információk”, népszerű

nevükön a „piros füzetek” kiadvány-sorozatot (<https://emki.emk.uni-sopron.hu/gepesitesi-informaciok>), amely tájékoztatja az erdőgazdasági gyakorlatot az erdészeti gépesítési kutatás-fejlesztések új eredményeiről, az alkalmazható új gépek műszaki és ökonómiai jellemzőiről. A sorozatnak eddig 27 kötete jelent meg, köztük a sorozat 15. köteteként a hazai gyártású erdészeti gépek katalógusa (29. ábra), amelyben – nem szerepeltetve az erdőgazdaságban is használható mezőgazdasági gépeket – 52 erdészeti gépféleség, több mint 70 erdészeti géptípus kapott helyet.



28. ábra. Homlokrakodóra szerelt VT-02 vágástakarító (fotó: Horváth B.)



29. ábra. Hazai gyártású erdészeti gépek katalógusa (fotó: Horváth B.)

A gépgyártókkal folytatandó jelen együttműködések nehezíti, hogy egyes esetekben tulajdonos-váltások következtek be az erdészeti gépeket is gyártóknál, ami több esetben a gyártási profil módosulásával járt együtt, ami az erdészeti gépgyártás teljes megszűnését, vagy

lényeges szűkülését jelentette. Különösen igaz ez az elmúlt évtizedek meghatározó, talán legjelentősebb hazai erdészeti gépgyártójára, a *Bagodi Mezőgép Kft-re*, amelynek profilja a bányagépek irányába tolódott, és teljesen leállt náluk az erdészeti gépfejlesztés. Megrendelés esetén ugyan még gyártanak erdészeti gépeket, de ez a folyamat eléggé akadozva megy.

Szünetelnek továbbá a pályázati lehetőségek, amik a 2000-es évek elején nagyot lendítettek a hazai erdészeti gépfejlesztéseken, és az ezekre épülő gépgyártásokon. Nehezíti továbbá a helyzetet, hogy a hazai erdészeti gépgyártás termékei még a hazai piacokon sem ismertek széles körben, a nemzetközi piacokra pedig egyáltalán nem jutnak ki. Pl. a 2023. évi Agromashexpo szakmai kiállítás és Agrárgép-show-n összesen csak egy erdészeti gépgyártó, az IG+JM Kft. volt jelen (kereskedők – külföldi gépekkel – azért voltak). A nehézségek ellenére az *Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet* erdészeti gépesítéssel foglalkozó csoportja jelenleg az *IG+JM Kft-vel*, a *Hunnia Fagép Kft-vel* és a *Hári Tech Kft-vel* folytat aktív együttműködések, melyek érdemi eredményei a közeljövőben várhatók.

Az *Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet* erdészeti gépesítéssel foglalkozó csoportja a jövőben a *MEGOSZ K+F+I* tevékenységéhez:

- az erdőgazdasági terület gépesítettségi helyzetének folyamatos nyilvántartásával;
- az erdészeti gyakorlat erdógép-fejlesztési igényének folyamatos felmérésével;
- az erdészeti gépesítési terület hiányhelyeinek naprakész előrejelzésével;
- az erdőgazdasági gyakorlat gépfejlesztési elképzeléseinek folyamatos gyűjtésével, összehangolásával, ezek alapján a kutatási és fejlesztési irányok meghatározásával;
- az ágazat K+F+I pályázatainak megvalósításába történő bekapcsolódással;
- erdógép-fejlesztések, tervezések kivitelezésével;
- a hazai erdészeti gépgyártás (beleértve a mezőgép-gyártás azon produktumait is, amelyek erdészeti alkalmazása lehetséges) összehangolásával;
- a tagvállalatok által gyártott erdészeti gépek funkcionális vizsgálatával tud bekapcsolódni.

A jelenlegi gazdasági helyzetben különösen fontos a hazai mezőgazdasági gépgyártás piaci sikerességének növelése. Ehhez világszínvonalú gépfejlesztés, a nemzetközi piacon történő sikeres szereplés, szívós marketing munka, az új agrártechnológiák figyelembevétele szükséges. Ezek a célok azonban nem teljesíthetők a kutatás eredményei, a gépek fejlesztővizsgálatának információi nélkül, amelyek az egyetemekkel, kutatóintézetekkel együttműködve szerezhetők meg. A Mezőgépgyártók Országos Szövetségének (www.megosz.eu) kutatással foglalkozó tagjai segítik a sikeres fejlesztőmunkát, a közelmúltban a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen megkötött stratégiai együttműködés is ezt szolgálja. A Szövetség nyitott az innovációt segítő minden kezdeményezésre, együttműködésre.

