



A Minetechnik Gépipari Kft új szerkezeti kialakítású felvevődobogós repülőgépvontató prototípusfejlesztése az Irinyi Iparstratégiai Programban

ÓCSAI SÁNDOR tulajdonos, ügyvezető, Minetechnik Gépipari Kft.

e-mail: sandor.ocsai@minetechnik.hu

Absztrakt

Az NGM_SZERZ/91/2018 számú, az Irinyi Terv iparstratégiai előirányzatából finanszírozott, „*Repülőgépek reptéren történő biztonságos helyváltogatását segítő új vontatótechnikai eljárás kidolgozása a Minetechnik Kft-nél*” című projekt keretében került sor az MT380 jelű, felvevődobogós, elektromos összerék meghajtású és kormányzású, pilóta-nélküli repülőtéri vontató prototípusának kifejlesztésére a Minetechnik Kft. által. A feladata egy komplex vázszerkezet (hajtáslánc és vezérlés nélkül megtervezése, tesztelése, prototípusának előállítása, és gyártásba vitelével kapcsolatos problémák megoldása (technológia és annak működtetéséhez szükséges gépek, berendezések kiválasztása, beszerzése, telepítése, beüzemelése) volt. Jelen cikk egy üzleti esettanulmány keretében mutatja be a Minetechnik Gépipari Kft-t és fejlesztési projektjének történetét, a megvalósításnál felmerülő kihívások megoldását azok tanulságaival együtt, valamint a projekt eredményeként kifejlesztett, tesztelt és legyártott, új szerkezeti konstrukciós megoldású felvevő dobogós szerkezettel ellátott vontató prototípusát, amely a repülőgépek orrfutókerekeit hidraulikusan megemelő repülőtéri vontató meghatározó része. A felvevő dobogós rész kialakításának újszerűsége miatt a cég használati mintaoltalmat (HAMI) is beadott a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalához. A fejlesztés hozzáadott értéke a felvevődobogó szerkezet kerékkapcsolódási felületének dőlésszöge és nagyobb teherbírása az egyedi szerkezeti kialakítás miatt, valamint mérettől függetlenül bármilyen típusú repülőgépet környezetkímélő módon képes mozgatni. Az ilyen szerkezeti kialakítású felvevő dobogós repülőtéri vontatók jelentős nemzetközi piaci lehetőségek elé néznek, megerősítve a Minetechnik Kft. és a Trepel Airport GmbH közötti hosszútávú, kölcsönösen előnyös stratégiai üzleti partnerséget. Az esettanulmány jó gyakorlat lehet a hazai kis-és közepes vállalatok számára a saját fejlesztés eredményeként létrejött „dobozos termék és know-how megoldásokkal” külfociakra lépés, valamint a regionális beszállítói, termelői központtá válás terén.

Kulcsszavak: zöld gurulás; felvevődobogós szerkezet; reptéri vontató; használati mintaoltalom, nemzetközi hálózatosodás.

Abstract

In the framework of the project NGM_SZERZ/91/2018, funded by the industrial strategic allocation of the Irinyi Plan, entitled "*Development of a new towing technology procedure that helps the safe transfer of aircrafts on the airports at Minetechnik Ltd.*", the MT380, with recording platform, electric all-wheel drive and steering, was carried out in the framework of



the project for the development of a prototype of an unmanned airport train by Hungarian Minetechnik Ltd. The task of the Hungarian company was designing, testing of the prototype including complex frame structure (without drive chain and control, which is installed by the German partner) and solving manufacturing (scale up) problems related to technology and the selection, procurement, installation, commissioning of the machines and equipment necessary for its operation. The scope of this paper to introduce in the business case study form the Minetechnik Machinery Ltd. and the evolution story of its development project, the solutions of the emerging challenges during the implementation phase together with main lessons learnt from it as well as the prototype of the pickup podium structure with a new structural design solution developed, tested and manufactured as a result of the project, which is one of the main component for the towbarless airport tugs that hydraulically raises the nose wheels of airplanes. Due to the novelty design solution for the pickup podium part, the company has also submitted a utility sample protection request (HAMI) to Hungarian Intellectual Property Office. The added value of the development is the inclination angle and greater load capacity of the wheel connection surface of the receiver platform due to the unique structural design, as well as the ability to move any aircraft in an environmentally friendly manner, regardless of type and size. The towbarless airport tugs equipped with this unique structural designed pickup podium will face significant international market opportunities, strengthening the long-term, mutually beneficial strategic business partnership between Minetechnik Ltd. and Treppel Airport GmbH at the same time. This business case study can serve as a good practice for domestic SME's in terms of entering foreign markets with "boxed products and know-how solutions" created as a result of their own development, as well as becoming a regional supplier and production centre.

Keywords: green taxiing, new structure of the pickup podium, towbarless tractor, utility sample, international networking.

1. Bevezetés

A nemzetközi repülőtereken a légi járművek, a repülésre feltöltött üzemanyaguk 2-4%-át a felszálló pálya eléréséig, majd a leszállásukat követően az állóhelyre történő eljutáshoz, a megállásokkal, várakozásokkal tarkított gurulás közben használják fel. Ez nem csak a nagytömegű, főlegesen felhasznált üzemanyag ára miatt kedvezőtlen, de az eközben működő hajtóművek üzemköltsége, amortizációja is magas, számottevő az okozott környezetszennyezés. A folyamatosan növekvő energia- és üzemanyagárak, az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások és a fenntarthatósági szempontok a konstruktőröket, repülő társaságokat, valamint a repülőterek üzemeltetőit a repülőgép működése minden fázisának e szempontok szerinti alapos vizsgálatára és ártértékelésére kényszerítették. A vizsgálat főbb megállapításait az alábbi, 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat: Légijárművek működtetésével kapcsolatos megállapítások

Sorsz.	Megállapítás lényege
1.	A légitársaságok közvetlen üzemeltetési költségeiben jelenleg már 30-40%-os összetevő az üzemanyagár
2.	Jelentősebb repülőtereken - főleg rövid távú járatoknál - egyetlen repülőúton, közvetlen a teleszkópikus utas folyosótól történő kitolást követő hajtómű indítás, a felszállás előtti, valamint a leszállást követő, guruló utakon, működő hajtóművekkel történő haladás (forgalmas repülőtereken és napszakokban az ezt megszakító tetemes idejű megállások, várakozások) során az üzemanyag-felhasználás elérheti az egész repülőúthoz szükséges mennyiség 4%-át.
3.	Repülőtéri utakon történő haladást biztosító működő hajtóművek számottevő járulékos tüzelőanyag fogyasztásán túl a por, szennyeződés, idegen tárgy beszívása miatt kopásuk, elhasználódásuk is nagyobb, de önmagába az üzemidő felhasználásuk is növeli az üzemköltséget.
4.	Esetenként a hajtóművek akár alapjáratú üzemmódján leadott teljesítménye is több, mint ami a repülőtéri utakon előírt gurulási sebesség fenntartásához szükséges, így a kerekek folyamatos, vagy szakaszos fékezése is szükséges.
5.	A hajtóművek károsanyag- és zajkibocsátása jelentősen terheli a környezetet, miközben a repülőtereknek és légitársaságoknak egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásoknak kell megfelelniük és hiányosságok esetén folyamatosan szigorodó bírságokra számíthatnak.
6.	A légijárművek üzemeltetése során egyre inkább előtérbe kell kerülniük a gazdasági megfontolások mellett a „zöld tervezési” szempontoknak”, amelyeket különböző modellezési és szimulációs módszerekkel lehet megalapozni, figyelembe véve a repülőgép típusok szerkezeti kialakítását, méreteit, terhelését, a gurulóutakon eltöltött időt, valamint a fel és leszálláskor elhasznált üzemanyag mennyiséget, szennyező anyag kibocsátást.

Forrás: Saját szerkesztés Kavas et al. (2015) és Ferra et al. (2020) alapján

A légitársaságok és a repülőgépgyártók is intenzíven foglalkoznak azzal a kérdéssel, hogyan lehet a földi guruláskor a hajtóművek erejét a csendes és károsanyag-kibocsátás nélküli elektromos rendszerekre cserélni. Az elsődleges ok, ami a légitársaságoknak vonzóvá teszi ezeket a megoldásokat, a költségcsökkentés: a zsúfolt reptereken nagyon sok üzemanyag takarítható meg, ha a pályáig nem kell beindítani a hajtóműveket, főleg ha a gurulás közben adódik forgalmi probléma, ami miatt a gépeknek várakozniuk kell felszállás előtt. Minden olyan megoldás, amely kíméli a környezetet, csökkenti a zajterhelést, a károsanyagkibocsátást, egyben növeli a hajtóművek élettartamát is. Ezen megoldásokat mutatja be a 2. táblázat.

2. táblázat: Főbb zöld gurulási megoldások

Megoldás	Leírás	Hivatkozás
Személyzet nélküli toló-vontató (push-back) gépjárművel Taxibot rendszer	Nem a repülőgép kap hibrid meghajtást, hanem a pilóták által a gépből vezérelt vontató, amely az utashídtól a pályáig viszi a gépet felemelt orrfutóval, hogy csak röviddel felszállás előtt legyen szükség a hajtóművek bekapcsolására, majd a légijárműről lekapcsolva, a vontató eszköz a központi diszpécser szolgálat utasításai alapján – a repülőtéri úthálózatba épített indukciós vezetékek, illetve GPS segítségével – automatikusan közlekedik következő feladatának színhelyére. A landolás után ugyanez a sorrend fordítottn, hajtóművek kikapcsolása után a taxibot a géphez gurul, majd irány a terminál, csendesen, ráadásul télen még stabilabban is.	(Ganev et al. 2016; IHO 2015; Taxibot 2020)
Orrfutó kerekek meghajtása villanymotorral WheelTug® rendszer	A repülőgépvezető fülkéből kormányozhatja az orrfutómű kerekeket és fokozatmentesen szabályozhatja a haladási sebességet (max. 20 km/h-ig). Az előre és hátramenetet egyaránt biztosító indukciós villanymotorokat a repülőgép gázturbinás segédhajtóműve (Auxiliary Power Unit) látja el elektromos árammal. A felépített rendszer össztömege 136 kg, a motor elhelyezése és működése nem zavarja a kerékféket. A megoldás hátránya, hogy az orrfutóműre a repülőgép tömegének 7-10 %-a jut, ami a leszállást követően akkor problematikus, ha például egy 75 tonna felszálló tömegű A320 esetében 44 tonna alá csökken a leszálló tömeg, mivel a villanymotorral meghajtott 5-7 tonnás orrfutókerék terhelése úgy lecsökken, hogy megcsúszhat a pályán. Ilyenkor rajta ébredő nyomaték ~6000 Nm-ig is növekedhet, ami lényegesen meghaladja az engedélyezett 3500 Nm-t. E terhelés a pálya valamilyen talajegyenetlenségén való áthaladáskor is elérheti az 5800 Nm-t. Guruláskor a meghajtott kerék alacsony részterhelése miatt, csúszós és/vagy már minimális emelkedésű pályán akár haladásképtelenné is válhat a repülőgép.	(Kavas et al. 2015)
Főfutómű kerekek meghajtása villanymotorral (Electric Green Taxiing System-EGTS)	A WheelTug hátrányait küszöböli ki a Honeywell és a Safran cégek együttműködésben kimunkált Electric Green Taxiing System (EGTS) elnevezésű rendszer. Ennek lényege, hogy a villanymotoros meghajtást a főfutóművekre telepítik (referencia modell az AIRBUS A-320).	(Kavas et al. 2015; Thierry Safran, 2014; Warwick 2012)
Repülőgép mozgatása a repülőtéren az orrfutóműre	A Mototok rendszerű, orrfutóműre csatlakozó önjáró, 4 darab zselés, 200 Ah-ás akkumulátoros toló-vontató eszköz működéséhez nem szükséges semmilyen belsőégésű motor (de szükség szerint akkumulátora működésközben a	(Frank et al. 2016; Kavas et al. 2015)

csatolt, külső elektromos vontató kocsival (Mototok® rendszer)	repülőgép APU-járól is utántölthető. Olyan, max. 50 tonna tömegű légi jármű mozgatására alkalmas, ahol az orrfutóműre jutó terhelés nem haladja meg a 6 tonnát. Saját tömegével is terheli a repülőgép orr-részét, így az nem csúszik meg, felszállás előtt leválaszthatják a repülőgépről, így repülés közben nem jelent plusz tömeget.	
Okos gurulóutak	A gurulóút betonjába épített középvonaljelzők a gépek előtt csak azon az irányon világítanak, amerre a gépnek a futópálya és a terminál közötti úton haladnia kell. Az eredmények azt mutatják, hogy a gurulás ideje 10-37 %-kal csökkenthető látási viszonytól és a rendszer automatizáltságának mértékétől függően, a kerozin fogyasztás és károsanyag-kibocsátás pedig 20-40 %-kal csökkenthető a rendszer használatával. Az okos jelzőberendezések (optikai és elektromechanikai szenzorok, big data és online platform megoldások a repülőtéri környezeti adatok gyűjtésére, elemzésére) segítségével a repülőtér hatékonyabban is tud működni, mivel csökkenti az üzemeltetési költségeket, és a gépek földi mozgatása is sokkal előnyösebb: rossz látási viszonyok között is olyan jó hatékonysággal üzemelhet a repülőtér, mint tiszta időben.	(Autopro 2017; Körtvélyes 2017; Liu et al. 2022))

Forrás: Saját szerkesztés a táblázatban hivatkozott referenciák alapján

A fenti megoldások közül leginkább a repülőgépek álló helyről egy erre a célra tervezett vontató járművel (traktorral) való indulás előtti push-back kitolatása terjedt el. Ezen Taxibot-szerű tolatás kétféle módon történhet: nagy teherbírású vontató tengellyel (towbar) vagy hidraulikusan megemelt orrfutóval (towbarless).

1. ábra: Merev vontatótengelyes repülőgép vontató



Forrás Trepel Airport GmbH (Minetech Kft. partnere) weboldal
<https://trepel.com/products/aircraft-tractors/>

Az 1. ábrán látható vontató tengelyes megoldások esetében a földi kiszolgáló személyzet feladata, hogy a nehéz vontató tengely vonóhorogját megbízhatóan csatlakoztassák a repülőgép orrfutóművéhez, ez a potenciálisan veszélyes, sérülések kockázatait magában rejtő folyamat. Másfelől azt is biztosítani kell, hogy a vonóhorog ne váljon működés közben, ezért a repülőgépeket viszonylag kis sebességgel lehet csak mozgatni. Ezen megoldásnál minden repülőgéphez típus más-más vontatótengelyt kell alkalmazni. Ezért csak abban az esetben kifizetődő, ha az adott repülőtéren mozgatott repülőgépek típusvariációja csekély. Ezzel szemben a hidraulikusan megemelt orrfutós vontatóknál nincs szükség merev vontatótengelyre és az adott repülőgép típushoz csatlakoztatható vontatóhorogra (és ezek raktározására). A vontató a különböző típusú repülőgépek orrfutómű kerekeit felemeli a földről és egy fő kezelőszemélyzet szükséges csupán, aki a vontató vezetőfülkéjében a volán mögé ül. A megemelt orrfutóműves vontatók sokkal hatékonyabbak - nagyobb gurulási sebesség, jobb manőverezhetőség, kevesebb holtter, költség optimalizáltabb, biztonságosabb működés (ASR Admin 2020; Aviation 2017; Eagle 2022; Martin 2008; Salamon 2012).

A hidraulikusan megemelt orrfutós vontatók, illetve ezek szerkezeti elemeinek kialakítását z érintett gyártó cégek többféleképpen oldották meg.

Különböző típusú repülőgépek álló helyzetből való vontatására alkalmas, integrált szerkezetű elektromos meghajtású vontató traktor. A repülőgép orrfutómű kerekét teleszkópos, hidraulikus emelőszerkezet emeli meg a vontatáshoz és helyezi el az orrfutóműkerek biztonságos rögzítésére szolgáló dobogóra (kerék tartóba). A vízszintes kialakítású felvevődobogó függőlegesen emeli meg az orrfutómű kerekeket (Guizhou Inst. of Technology 2014).

Egy másik megoldás a gépjármű karosszéria hátsó részére épített emelőszerkezetet foglal magában, amely egy kábel segítségével emeli meg az orrfutómű kereket. A vezérlő mechanizmus a megemelt orrfutómű kereket összenyomja, és a keréktartóba süllyeszti. A kábellel való összeköttetés megmarad a repülőgép vontatásának teljes időtartama alatt (Xinxiang Pingyan Aviation Tech. Eng.Co.Ltd. 2018).

További kivitel egy hidraulikusan megemelt orrfutóműves vontatási megoldást foglal magában. A vontatószerkezet hornyos kialakítású, amikor a repülőgép orrfutómű kerekei belépnek a horonyba, ezek egy reteszeléssel rögzítésre kerülnek, és egy hidraulika megemeli őket (Shanghai Hangfu Airport Equipment Co Ltd. 2013).

Európában a német Goldhofer GmbH (Trepel Airport GmbH versenytársa) fejleszt és gyárt különböző megoldású, a különböző repülőgépek orrfutókerekeit hidraulikusan megemelő vontató típusokat (lásd 2. ábra). A „PHOENIX” típusú termékcsalád minden tagja kompakt és moduláris járműkoncepción alapul. Igény szerint különböző kapacitású elektromos hajtásláncokkal (66 – 165 kWh kapacitás tartomány, gyorsan tölthető zselés ólom vagy lítium-ion akkumulátorok) vagy hibrid hajtással lehet ellátni, a vezetőfülke és a vontató mérete, geometriai kialakítása ergonomikus, egyedileg testre szabható, kis terhelés mellett is maximális úttapadás, szűk fordulókör. A repülőgépek számos típusának vontatására alkalmas 352 tonnáig, 32 km/h maximális sebességgel, alacsony üzemeltetési költséggel és hosszú élettartammal (Goldhofer 2021; Goldhofer 2022).

2. ábra: Orrfutókereket megemelő „PHOENIX E” Goldhofer vontató



Forrás: Lufthansa Group (2022)

Az intenzív mérnöki fejlesztések célja, a meglévő és működő towbarless vontató megoldások mellett újabb prototípusok kifejlesztése, tesztelése, gyártásba vitele, akár formatervezési, akár belső szerkezeti kialakítások, akár újabb szabadalmaztatható megoldások megvalósítása révén. Az Edutus Egyetem Műszaki Intézete egyik céges partnerének a Minetech Kft.-nek a fejlesztési projektje szorosan illeszkedett ezen nemzetközi trendekhez, amelynek tárgya egy elektromos meghajtású, a kis sugarú kanyarodást és harántmozgásokat is lehetővé tevő összerék kormányzású, a technika jelenlegi állása szerinti megoldásokhoz képest könnyebb önsúlyú towbarless repülőgép vontató felvevődobogós részegységének újszerű, iparilag alkalmazható szerkezeti kialakítása volt.

3. Módszertan

Jelen cikk az üzleti esettanulmány módszerén alapul, leírva a kutatás tárgyához kapcsolódó döntéseket, kihívásokat, lehetőségeket, problémákat, melyekkel a Minetech Kft. szembesült. Az esettanulmány egy kvalitatív kutatási módszer (a vizsgálat tárgyának mélyreható elemzésére összpontosító kutatás, ahelyett, hogy statisztikákat használna általános következtetések levonására), inkább segít megérteni a folyamatokat, és a köztük lévő összefüggéseket, azaz lényegében egy valós esemény szimulációja (Rashid et al. 2019; Diop and Liu 2020).

Az üzleti esettanulmányok fókuszában általában egy adott vállalat működésével kapcsolatos kihívások (például növekedési, erőforrás bevonási és elosztási kérdések) jelentik a főbb kérdéseket. Emellett a módszer összetett és részproblémákat tár fel és mutat be: az eset

feldolgozása a részproblémák megoldását, illetve a részkérdések megválaszolását jelenti. Annak érdekében, hogy a bemutatott probléma értelmezhető, megoldható legyen, az esettanulmánynak tartalmaznia kell a megfelelő mennyiségű és minőségű információt. Végül hiteles és hihető az olvasó számára: az esettanulmányban foglalt döntési helyzetnek, információnak valósnak, koherensnek kell lenni, hogy értelmezhető megoldás épülhessen rá. Olyan jelenségek vizsgálata során érdemes alkalmazni, amikor 1) sokszínű tényezők közötti kapcsolatot vizsgálunk, 2) az egyes tényezők közötti kapcsolat meghatározásához nincs egyértelmű algoritmus, szabályrendszer, valamint amikor 3) a tényezők és a kapcsolatok közvetlenül megfigyelhetők. Az esetmódszer kutatási megközelítése tehát a tényezők közötti kapcsolatot leíró esettanulmányokat (case study) helyezi a középpontba (Yin, 2003). Az esettanulmánnyal egy adott témával vagy témával kapcsolatos hipotézisek vagy elméletek tesztelését, validálását, hasonló helyzetek, jelenségek ellenőrzését vagy összehasonlítását végezzük el akkor, ha költség vagy egyéb okokból nincs lehetőségünk nagyobb számú mintán dolgozni. A kivitelezés módja: kérdőívek, interjúk, adatbázisok, hazai és nemzetközi dokumentumok elemzése (Ábrahám, 2018).

Jelen cikkben bemutatott esettanulmány készítése során levont következtetések, megállapítások, javaslatok a szerzők szakmai magánvéleményét tükrözik.

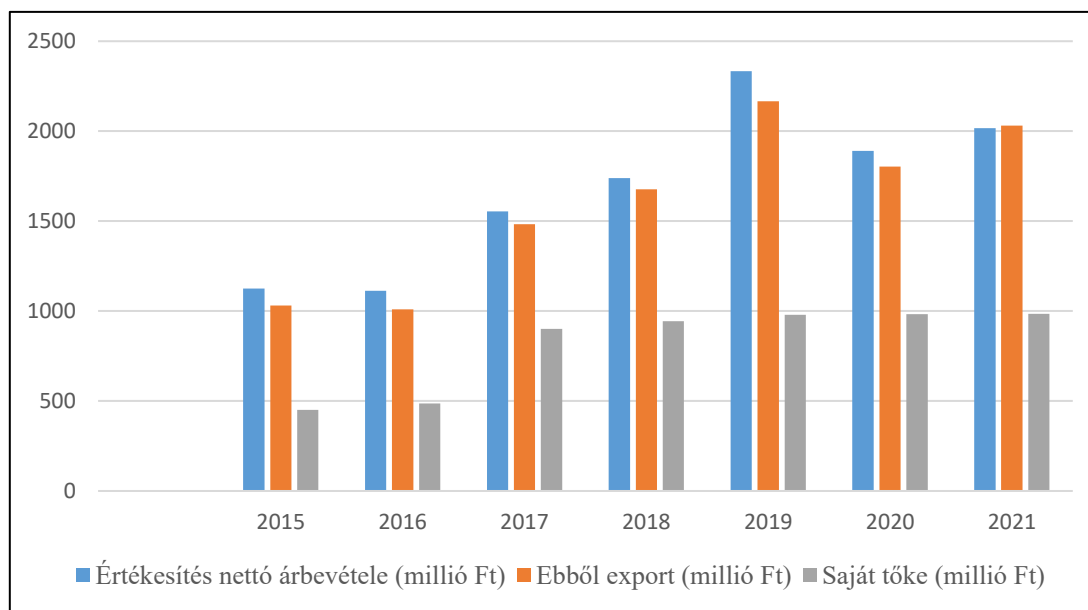
4. A MinetechNIK Gépipari Kft. bemutatása

A MinetechNIK Kft. 2009-ben azzal a céllal jött létre, hogy a több éves sikeres üzleti és műszaki tapasztalatokat összekovácsolva és a bányászati gépgyártás területén meglévő piaci lehetőséget kiaknázva a nemzetközi piacon versenyképes termékek, alegységeket előállításával meghatározó piaci szereplővé váljon. A cég egy 100%-ban magyar tulajdonú vállalkozás, tradicionális tudással a különböző szerkezeti és szerszámacélok megmunkálásában, alakításában, hegesztett acélszerkezetek gyártásában és forgácsolásában. A feldolgozott anyagminőségek a szerkezeti acélokon túlmenően kiterjed a finomszemcsés és a nagy kopásállóságú acélok feldolgozására is, a kívánt anyagminőségben, 1÷300 mm-es lemezvastagság mellett. Gyártási tevékenysége szerteágazó, többek között a bányai gépek, alagút-fúrók, repülőtereken működő repülőgép vontatók teljes acélszerkezeteinek gépgyártási területét öleli fel. Küldetése, hogy a minőségi gépelőállítás terén szakmai tudást és tapasztalatot felhasználva, a változó piaci igényekhez igazodva, már a felhasználói igények megjelenését megelőzve korszerű, új műszaki megoldásokkal segítse ügyfeleit folyamatos fejlesztés útján. A cég jellemzően kis szériás (akár 10 darabos) megrendeléseknek tesz eleget, s a teljesen egyedi vevői igényeket is ki tudják elégíteni. Elsősorban Németországba szállítanak, fő megrendelőjük a GHH Fahrzeuge és a Herrenknecht AG. A cég székhelye és egyben telephelye logisztikailag kedvező fekvésű, Pest megye déli részén nem messze az M5-ös autópályától, és Budapesttől a 4-es főút mellett található Cegléden a Külső-Káta út 35. sz. alatt.

A Minetechnik Kft. egy dinamikus növekedési pályán lévő vállalkozás, melynek kedvező vagyoni, pénzügyi és jövedelmi helyzetét a gazdálkodási adatok is alátámasztják (lásd a 3. és 4. ábra).

A 3. ábra a cég nettó értékesítési árbevételének, valamint saját tőkeállományának az alakulását szemlélteti a 2015-2021 időszakban. A Minetechnik Kft. fejlődési potenciálja az egyre növekvő exportorientáltságában rejlik, árbevétel mintegy 90%-a származott külföldi (elsősorban német piacokon) egyedi vagy kis szériás termékek eladásából. A forrásokon belüli saját tőke 40%-os aránya is a tőkeerőséget reprezentálja. A folyamatosan növekvő árbevételi trend megtorpant a Covid-19 járvány kitörésekor, de a Minetechnik Kft.-nek sikerült a megrendelés állomány átmeneti visszaeséséből adódó kihívásokat (csökkentett termelési kapacitások, ideiglenes leállások) megoldania munka és termelés szervezési újítások bevezetésével, amiben jelentős része volt a cikkben bemutatandó fejlesztési projekt eredményes megvalósításának is. Az átmeneti, 2020. évi árbevétel csökkenést követően az értékesítési volumene és árbevétele ismét növekedésnek indult 2021-ben.

3-ábra: Minetechnik Kft. Árbevétel és saját tőkeállomány alakulása (2015-2021)

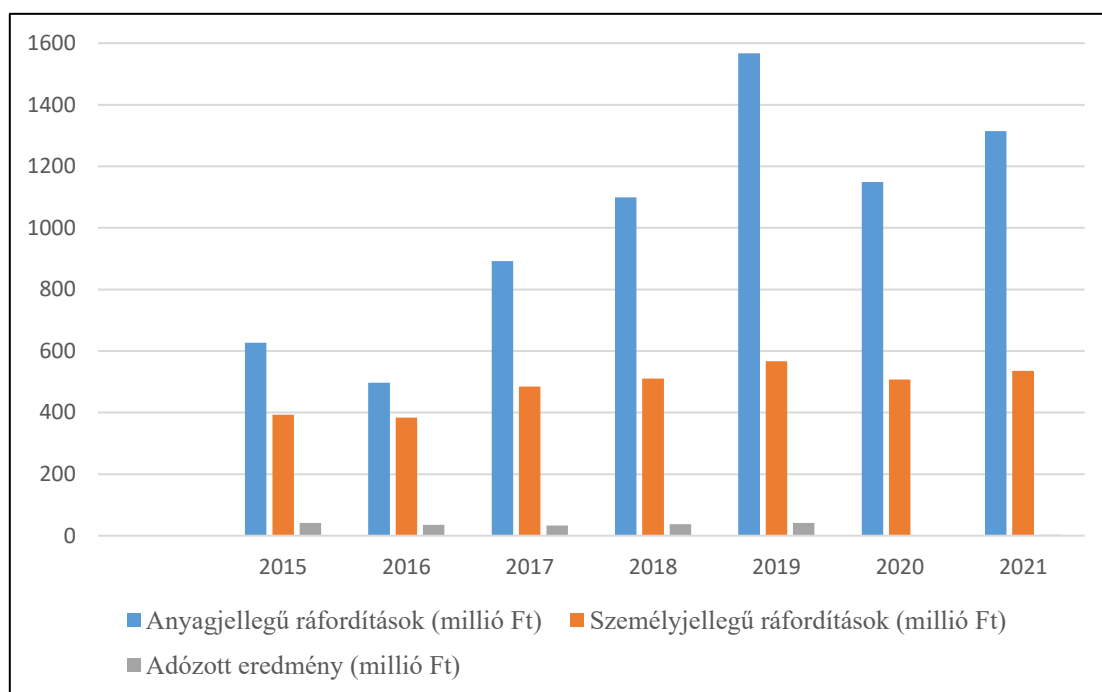


Forrás: Saját szerkesztés a <https://e-beszamolo.im.gov.hu> (2022) alapján

A 4. ábrán a Minetechnik Kft. anyagi és személyi ráfordításainak és az adózott eredmények trendjeit láthatók egymással összevetve. A cég számára egyre komolyabb kihívásokat jelentenek a folyamatosan emelkedő alapanyag, alkatrész árak, szállítási, karbantartási kiadások és a növekvő bérköltségek, amely bár a stabil üzletmenetet nem befolyásolta, de annak jövedelmezőségét igen (adózott eredmények negatív trendje). Ezt a kedvezőtlen folyamatot fogja várhatóan megállítani a fejlesztés magas hozzáadott értékű eredményének gyártásba kerülése, illetve a megrendelések révén nagyobb árrésszel lehet értékesíteni a Minetechnik Kft. 100 %-os szellemi tulajdonát képező, egyedi szerkezeti kialakítású felvevő dobogót (amely

meghatározó része) az orrfutómű kerekeket megemelő reptéri vontatóknak. A nagyobb árás és jelentősebb értékesítési volumen érezhető mértékben fog pozitívan hozzájárulni a közeljövőben a cég üzletmenete jövedelmezőségének javításához, növekedési pályára állítva adózott eredményeinek alakulását.

4.ábra: Minetechnik Kft. Ráfordítások és adózott eredmény alakulása (2015-2021)



Forrás: Saját szerkesztés a <https://e-beszamolo.im.gov.hu> (2022) alapján

5. A fejlesztési projekt keretében végzett tevékenység

Előzmények és célok

Az NGM_SZERZ/91/2018 kódszámú, az Irinyi Terv iparstratégiai előirányzatából támogatott, „Repülőgépek reptéren történő biztonságos helyváltóztatását segítő új vontatótechnikai eljárás kidolgozása a Minetechnik Kft-nél” című projekt tárgya egy, előnyös paraméterekkel jellemezhető, MT380 jelű, felvevődobogós, elektromos összerék kormányzású és meghajtású pilóta-nélküli, orrkereket hidraulikusan megemelő repülőtéri vontató prototípusának kifejlesztése, tesztelése volt a Minetechnik Kft. által. A cég által elvégzett műszaki fejlesztés eredménye egy komplex vázszerkezet (hajtáslánc és vezérlés nélkül, amelyet a német partner szerel be) megtervezése, tesztelése, prototípusának előállítás, gyártásba vitelével kapcsolatos problémák megoldása (technológia és annak működtetéséhez szükséges gépek, berendezések kiválasztása, beszerzése, telepítése, beüzemelése). A Minetechnik Kft., hogy minél magasabb



szinten eleget tudjon tenni német partnercége vevői igényeinek, bevezette a DIN 1090 szabványt, amely acél- és alumínium tartószerkezetek gyártására, kivitelezésére, forgalomba hozatalára vonatkozó egységes követelményeket és dokumentációs kötelezettséget segít folyamatosan felügyelni és koordinálni.

A megrendelővel közösen gyártásra kerülő prototípus legyártása és annak sorozatgyártásba vitele volt az alapvető cél. A fejlesztés két repülőgéptípus kiszolgálását célozta, az Airbus A380 és a közeljövőben gyártásba kerülő 575 személyes, de akár 853 személyesre is bővíthető, több, mint 277 tonnás Airbus A380Plus típusúkat, amelyeket a jövőben vonórudas megoldással már nem lehet mozgatni. A jövőbeli termék értékesítésének hazai piaca is lesz, hiszen a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérén is egyre nagyobb repülőgépek közlekednek, azonban a külföldi megrendelővel együtt pontosan azért tervezték meg és fejlesztették ki ezt a megoldást, mert nemzetközi szinten jelentős igény van rá.

A megvalósított és 2020-ban lezárt projekt egy többlépcsős beruházás része volt. Első lépésként 2014-ben 248 millió forintot meghaladó összköltségű projektben egy nagyteljesítményű lézervágó került beszerzésre, lehetővé téve korszerűbb termékek előállítását, a termékpaletta bővítését a földmunkagépek acélszerkezetének, alvázának gyártásán keresztül, továbbá a munkák hatékonyságának növelését, illetve a cég piacainak bővítését is. A jelenlegi fejlesztési projekt beruházása jól kapcsolódott a MinetechNIK Kft. által 2016-ban a VEKOP-1.2.1-16 konstrukció kapcsán benyújtott és támogatásban részesült projekthez is, amelynek beruházási terve a piaci térnyerést, illetve a költséghatékony működést célzó termelőeszközök beszerzését tartalmazta. Olyan kapacitásbővítő beruházás valósult meg, mely magába foglalta 2 db, egyedi gépgyártást szolgáló vízszintes fűrőmaró megmunkáló központ beszerzését. A gépek segítségével több művelet végezhető: fűrés, felfűrés, süllyesztés, dörzsárazás, furatesztergálás, besúzás, oldalazás sík és alakos felületek, lépcsők és hornyok marása. A kiválasztott típusok alkalmasak nagyméretű gépalkatrészek megmunkálására, valamint a hengeres felületek és ezek tengelyére merőleges (nagyon sokszor körgyűrű felületű) síkok készítésére. A berendezések a legkorszerűbb technológiát képviselik és amellet, hogy az üzemeltetésük által a cég termelékenységé emelkedett, elősegítették a fajlagos előállítási költségünk csökkenését, a hozzáadott érték és a foglalkoztatottak számának növekedését. A második lépcsőben 2017-ben történt egy használaton kívüli gyártócsarnok beüzemelése, felújítása is, amely 80 darab repülőtéri repülőlép vontató komplett acélszerkezetének gyártásához szükséges műszaki feltételeket teremtette meg. A korszerű termelő egység kialakítása egy komplett ingatlan és infrastruktúra beruházás mellett magában foglalta a daruhíd, munkadarab forgató egység, hegesztőgépek és fűrészgépek beüzemelését is. A harmadik fázisban 2018-ban beszerzett gyártóeszközök a mai csúcstechnológiát képviselik, kombinálva az Ipar 4.0 rendszerrel. Minden berendezés rendelkezik olyan vezérlővel, a vezérlőkhöz kapcsolódó szoftverrel, szenzorral, illetve ezek előkészítésével, amely a későbbiekben lehetővé teszi az egész rendszer hálózatba kötését és az Ipar 4.0 kritériumai szerinti működését, kommunikációját. Ez gyorsabb, szofisztikáltabb gyártást tesz lehetővé, miután valós idejű információkat generál, bármilyen hiba esetében lehetővé teszi a gyorsabb beavatkozást. Az eddigieknél magasabb kvalifikációjú szakembereket igényel, így az alacsonyabban kvalifikált szakemberek más, egyszerűbb feladatokat tudnak ellátni a cégnél, elősegítve a teljesítménynövekedést ezeken a területeken is.



Az eszközök fejlesztése során ma már jelentős hangsúlyt kap a megmunkálás gyorsasága, a gyártó világcégek kifejezetten erre fejlesztik a vezérlést és a mechanikát. A hozzáadott érték nagyobb bevételt generál a cégnek - a cég profitja növekszik (Ócsai 2022).

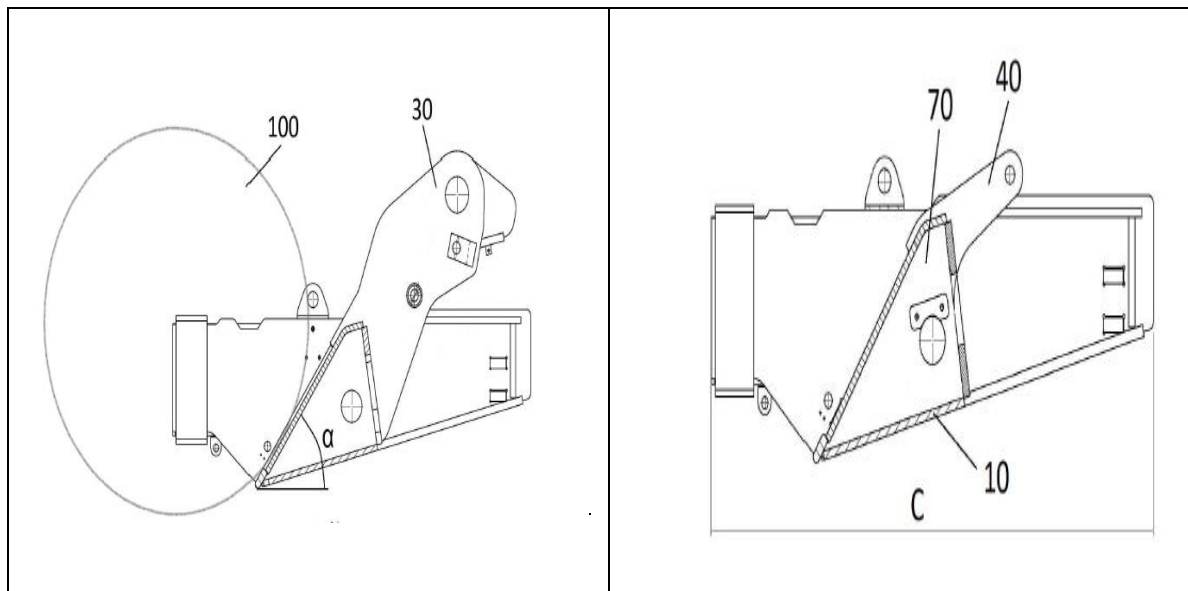
A projekt műszaki és újdonságtartalma

A projekt során kifejlesztett technikai megoldásokkal egy olyan prototípus jött létre, amely a repülőgépek reptéren történő helyváltoztatását teszik lehetővé még tökéletesebb, még biztonságosabb módon, szemben tolórudas rendszerű vontatókkal. Nagyszilárdságú acélok alkalmazásával, vékonyabb lemezekkel biztosítható az igénybevételeknek való megfelelés, miközben az önsúly csökken a jelenleg alkalmazott, orrfutókereket hidraulikusan megemelő vontatókhoz képest. Emiatt anyagtakarékos konstrukciónak nevezhető. megtakarítás érhető el az alapanyagban, valamint a hegesztő huzalban, és a felhasznált villamos energiában. A felvevő dobogó újfajta szerkezeti kialakítása miatt a repülőtér gurulópályával nem érintkező első kerék biztonságosabban rögzíthető, az egyedi dőlésszög miatt a vontató kerekei között egyenletesebben oszlik meg terhelés, valamint a kerekek gumiabroncsai kevésbé morzsolódnak. Mivel a leváló gumik nem tömítik el vízelvezető bevágásokat, így csökken a karbantartási igény. A projekt egyik nagy innovációja, hogy nem szükséges kettő vezérlő hely, mivel a kezelő pult kialakítása olyan, hogy a fülkén belül körbe elforgatható, s így irányítható a berendezés. A vezető fülke teljesen lift-szerűen emelhető, így a kezelői felügyelet hatékonyabban oldható meg. A biztonsági szenzorok mellett egy a repülőgép kerekét megközelítő navigáló rendszer, valamint a gazdaságos üzemeltetés megvalósítása érdekében egy fékenergia visszanyerő és tároló rendszer is beépítésre került. Ez utóbbi hatalmas mozgatott tömegek esetében nem elhanyagolható, melyet a kerék felvételkor az emelésre hasznosítanak. (Forma-1 –ben a „KERS”-nek nevezik). Szintén újítás volt, hogy a gépek mozgásának kontrolálása, és azonosítása érdekében egy GPS helymeghatározó rendszer alkalmazása, amely képes biztosítani a fix beszálló rendszerű beszálló helyek centiméteres pontosságú pozicionálását összhangban az Ipar 4.0 kompatibilitási követelményekkel. Összkerék kormányzása nagyon hasznos mozgások megvalósítására teszi alkalmassá, mint például kis sugarú kanyarodás, vagy harántmozgás.

A projekt során olyan teherbírású alvázat, karosszériát és traktorszerkezetet kellett kifejleszteni, amely megfelel a nagy repülőgépek vontatása által támasztott kihívásoknak. A traktor jellemzői: Hossz: 8.700 mm; Szélesség: 4.200 mm; Magasság: 2.100 mm; Tömeg 41 tonna.

A felvevődobogó szerkezet repülőgép vontatóhoz geometriai jellemzői: A=2116 mm; B=832 mm; C=1375mm. Szerkezeti anyaga kizárólag ST690 nagyszilárdságú speciális szénacél, a részegységek közötti oldhatatlan kötés hegesztéssel biztosított. A felvevődobogó felépítése a 10 alaplemezre épül fel. A 100 repülőgép első kereke a 20 támasztó elemmel érintkezik, és ezen helyezkedik el a mozgatási művelet közben is. A felvevődobogó 20 felülete $\alpha = 47^\circ$ azaz a 10 alaplemez vízszintessel bezárt dőlésszöge (5. ábra)

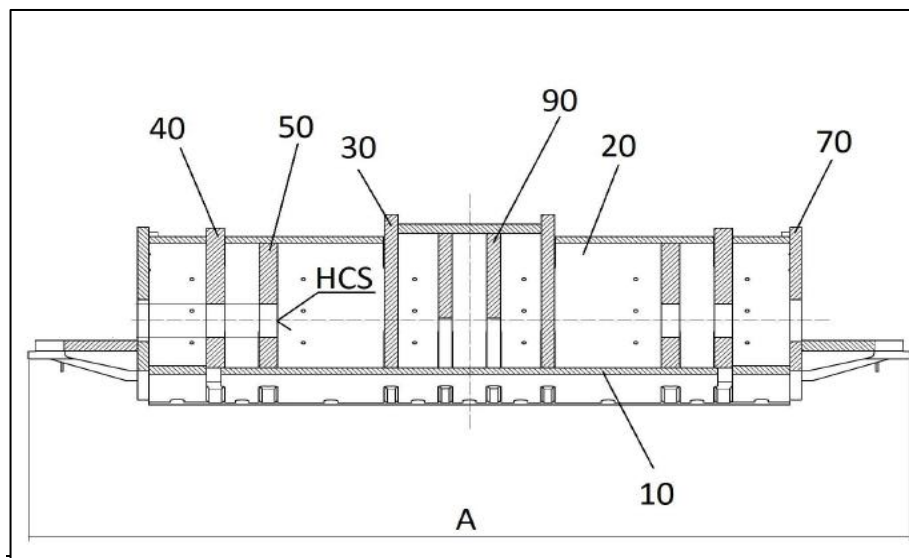
6. ábra: Felvevő dobogó metszeti rajzai I és II.



Forrás: Saját szerkesztés Minetechnik (2022)

A traktorhoz hidraulikus elemekkel kapcsolódik felvevődobogó HCS jelzetű tengelyvonalakon. A szerkezet a nagy teherbíró képességét a kazettás szerkezetnek, valamint a növelt szilárdságú anyag alkalmazásának köszönheti (6. ábra)

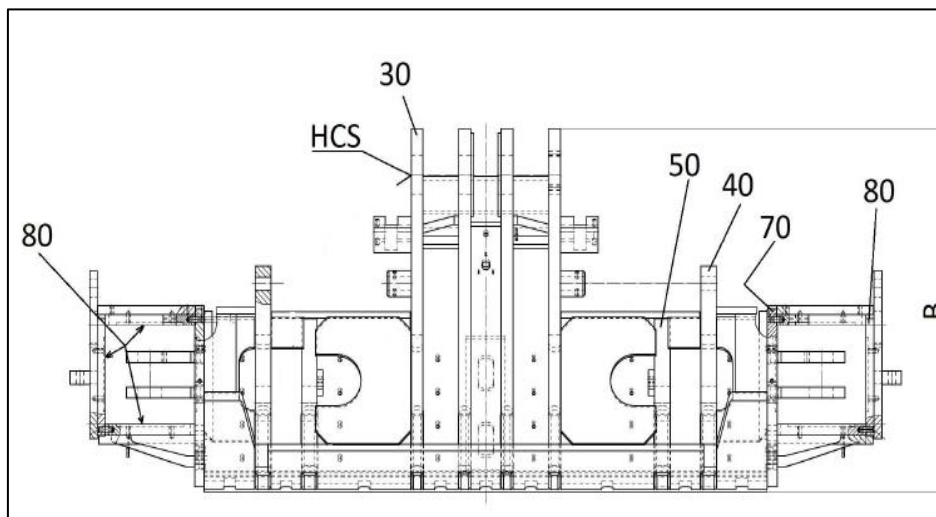
7. ábra: Felvevő dobogó metszeti rajz III.



Forrás: Saját szerkesztés Minetech Kft (2022)

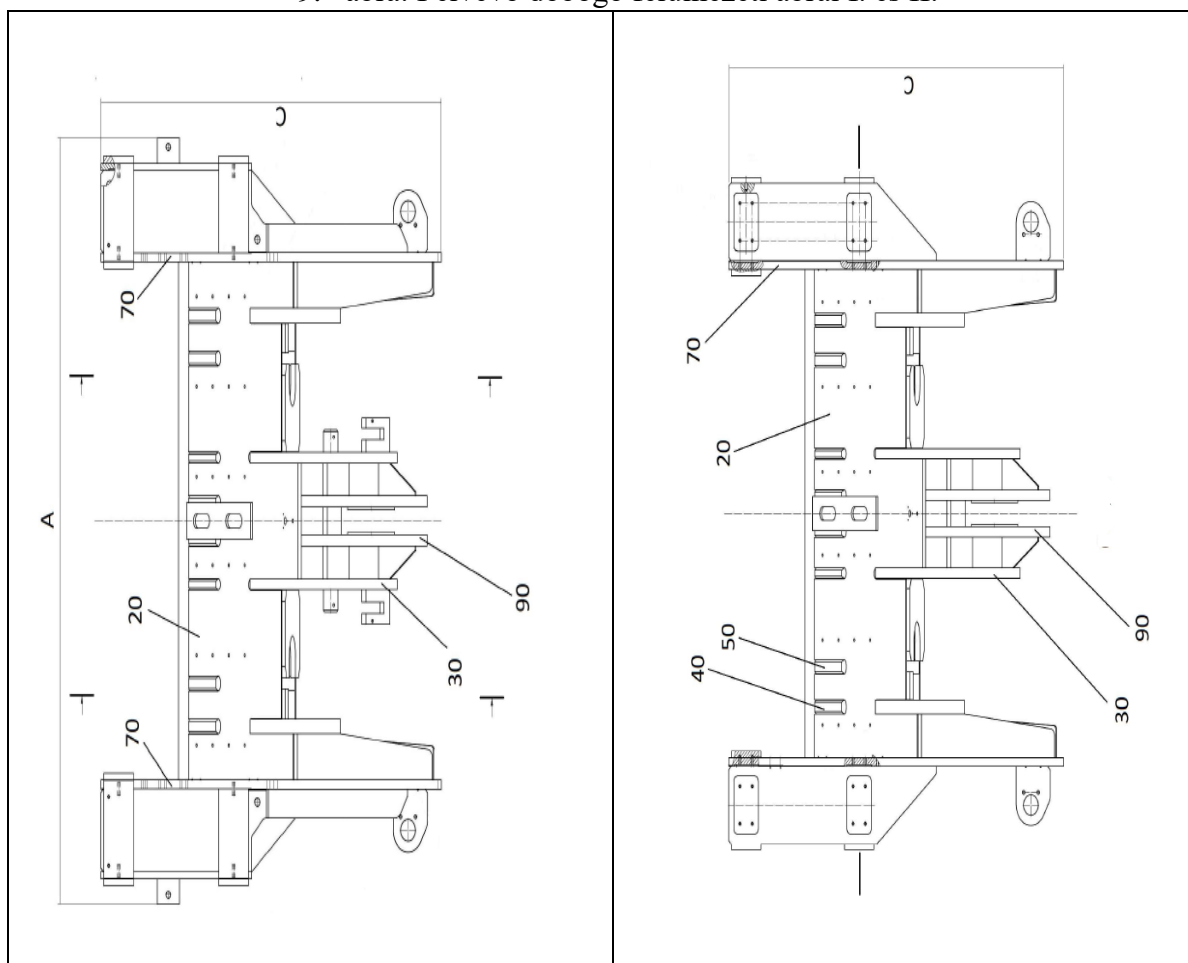
A kazettás szerkezet a 10 és 20 alkatrészek közé-, vagy részben közé beépülő 30; 40; 50; 60; 70; 90 merevítő egységek által alakul ki. A jobb és bal oldalon egymástól egyforma távolságban található két-két merevítő(40; 50), illetve középső rész tengelyvonalától jobb és balirányban található két-két (30; 90), összesen négy merevítő. 80 csatlakozó részben kerül megvezetésre, a 100 kerék megtámasztása. A kerékkel terhelt dobogó megbillentése a 30; 90 merevítők segítségével történik. A felvevődobogó részegységei nem oldható kötással (hegesztéssel) kapcsolódnak egymáshoz. Az egyszerűsített kazettás szerkezetű merevítő egységekkel ellátott alaplemez két oldalán található csatlakozó részben megvezetett, a felvevődobogó élének és felületének szerkezetébe részben vagy teljes mértékben beépülő merevítőegységek vannak, jobb és bal oldalon egymástól egyforma távolságban található két-két merevítő, illetve középső rész tengelyvonalától jobb és balirányban található két-két, összesen négy merevítő egység (7. és 8. ábrák).

8. ábra: Felvevő dobogó előlnézeti



Forrás: Saját szerkesztés (Minetechnik, 2022)

9. ábra: Felvevő dobogó felülnézeti ábrái I. és II.





Forrás: Saját szerkesztés (Minetechnik, 2022)

Magyarországon, sőt a régióban nincs a nehézgép gyártásban olyan tervező- és gyártókapacitás, amely azt a készütségi fokot tudná előállítani, ami ennek a fejlesztésnek az eredménye. Ez azt jelenti, hogy a magyar beszállítók csak kisebb alkatrészek (alvázak, sárvédők, egy-egy karosszériaelem stb.) gyártására képesek. Ezzel szemben ez a gyártás komplett járműkarosszériát jelent, alvással együtt, festve, lakkozva, amihez a külföldi megrendelőnek csak a hidraulikát, a futóművet, a motort és az elektronikát kell szerelnie. Az új technológia lehetővé teszi a fenti készütségi fokú terméket olyan méretekkel, amilyeneket a régióban nem gyártanak. Segítségével megvalósul az egyengetéstől a hegesztésig a teljes gyártási folyamat, és a fejlesztések meg alapozzák az összeszerelést is. A cég környezetében lévő beszállítók is munkát fognak kapni a fejlesztés eredményeként. Ezen kívül már felújítás alatt van egy csarnok, amiben további szolgáltatások lesznek vagy bővülnek (pl. festékszórás). Sokkal több a hozzáadott érték, hiszen a megrendelő a traktort készre festve, lakkozva kapja, ebben a profilban Magyarországon egyedülálló módon. A gépek nem csak a fejlesztendő termék gyártásában alkalmazhatók, hanem támogatják a már meglévő speciális nehézgép gyártásokat (a meglévő gépek is támogatják az újonnan beszerzendőket), így a gyártási folyamatok szervezettebbekké válnak. Rövidül a gyártásra fordított idő, azaz egységnyi idő alatt több termék kerül le a gyártósorról, az üzem hatékonysági mutatóit növelve és a terméket olcsóbbá téve.

Összefoglalás

A Minetechnik Gépipari Szolgáltató Kft. fejlesztésében megvalósult MT380 elektromos meghajtású, összkerék kormányzású, elődeinél könnyebb vontató kifejlesztése és gyártásba vitele. Az A= 2116 mm; B=832mm; C=1375 mm geometriai jellemzőkkel bíró, ST690, megnövelt szilárdságú szénacél alaplemeze épülő, támasztóelemekkel és merevítőkkel ellátott, egyszerűsített kazettás szerkezetű, a részegységeket egymáshoz nem oldható kötéssel (hegesztéssel rögzített), a vontató traktorhoz hidraulikus elemekkel kapcsolódó felvevődobogó szerkezet repülőgép vontatóhoz a korábbi megoldásokhoz képest nagyobb teherbírású és 47° dőlésszögű. A nagyobb teherbírás a kazettás szerkezetnek, valamint a növelt szilárdságú szerkezeti anyagnak köszönhető. A dőlésszög eredményként a kerékkapcsolódási felület lehetővé teszi a biztonságosabb, a repülőgépek orrfutómű szárait, valamint a gurulóutakat kevésbé terhelő vontatási módot. Emellett bővíti a mozgó repülőgépek típusválasztékát a szélesebbé váló orrfutóműkerék méret tartomány miatt. Hosszabb élettartammal és megbízhatóbb működtetéssel jellemezhető.

Jelen fejlesztési projekt jó gyakorlatként szolgálhat a hazai kis-és középvállalatok számára a saját fejlesztésű termékkel, szolgáltatásokkal vagy egyéb magas hozzáadott értékű megoldásokkal új vagy már meglévő piacokra való lépésre elősegítve az adott cég több lábbon állását, diverzifikáltabb termék portfolió kialakítását. Az elmúlt időszakban a V4 országok gazdasági növekedésének forrását - főleg Németországba – irányuló export és a külföldi befektetések jelentették. Ebben a térségben a feldolgozóipar, az autó és járműipari, gépipari,

elektronikai gyártás a mai napig a meghatározó, húzó gazdasági ágazat. A Minetechnik Kft. saját erőből megvalósított fejlesztési projektje beilleszthető a térségben napjainkban felerősödő trendbe. Ennek lényege, hogy a helyi viszonyokra adaptálható, gyakorlatban is működő megoldásokat találjanak a „közepes jövedelmi csapdából” való kitörésre. A korábbi, külföldi működőtőke (nemzetközi nagyvállalatok) összeszerelő, gyártó, és logisztikai egységeinek az adott térségekbe vonzására, ott tartására valamint relatíve olcsó, de képzett munkaerőre épülő, export-vezérelt tényezőkre épülő gazdasági növekedési modellt fel kellene váltania a belső, endogén adottságokat kiaknázó, a térség szereplői között alulról szerveződő, bizalmon és kölcsönös érdekeltségeken alapuló hálózatos innovációs együttműködések megvalósító, tudásalapú gazdasági növekedési modellnek. A hálózatos együttműködésekben a gazdasági szempontok kerülnek előtérbe, gyakran kevésbé formális stratégiai partnerségeket hozva létre az érintett szereplők között a helyi gazdaság versenyképességének erősítése (meghosszabbított értéklánc, magasabb hozzáadott értékű tevékenységek, helyettesítő saját termékek révén), a települések fejlődése, a lakosság életszínvonalának javítása érdekében.

Az iparfejlődés fenntartható fejlődésének kulcsa a tényezőellátottság javítása, az ipari szektorok bővítése kombinálva a nagy hozzáadott értékű szolgáltatásokkal, amelynek kulcstényezője a tudásalapú társadalom fő erőforrása, a megfelelő minőségű és mennyiségű humán tőke lesz, amelyből a Minetechnik Kft. is „hiányt szenvedett” a fejlesztési projekt megvalósítása során.

A változó befektetői preferenciákból adódóan egyre több tőke áramlik olyan térségekbe, ágazatokba, vállalatokba, amelyek a fenntarthatóság szempontjából és az Environmental, Social and Governance (ESG) megközelítés alapján jól teljesítenek. Az ESG-szemlélet három fő területe a környezeti hatások vizsgálata, a társadalmi kérdések kezelése és a vezetői döntéshozatal folyamata. A rendszeren belüli minősítések (ratings) segítenek a nehezen értelmezhető működési tulajdonságokat lefordítani a számok nyelvére. Az ESG-stratégiát követő pénzügyi szakemberek már a fenntarthatósági szempontok alapján rangsorolják a cégeket, ágazatokat és ez alapján hozzák meg befektetési döntéseiket. Ezzel a fejlesztéssel a Minetechnik Kft. nagy lépést tett előre az ESG szemléletű üzleti modell kialakítása felé, amihez egy nem könnyű szervezeti kultúra- és szemléletváltást is meg kellett valósítania.

Köszönetnyilvánítás

Jelen esettanulmány az alábbi projektek keretében valósult meg:

Az NGM_SZERZ/91/2018 kódszámú, az Irinyi Terv iparstratégiai előirányzatából támogatott, *„Repülőgépek reptéren történő biztonságos helyváltoztatását segítő új vontatótechnikai eljárás kidolgozása a Minetechnik Kft-nél”*

IRODALOMJEGYZÉK

1. Ábrahám Zsolt (2018): Mit adnak nekünk az esettanulmányok. Az esettanulmány módszer áttekintése, Budapesti Corvinus Egyetem, 169. sz. Műhelytanulmány, ISSN 1786-3031, URL: http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3639/1/Abraham_169.pdf
2. ASR Admin. (2020): Benefits of Towbarless Tractors; <https://aviationspares.com/benefits-of-towbarless-tractors/>

3. Autopro (2017): Jelentősen csökkenthető a környezetszennyezés az okos repülőtéri gurulóutakkal egy tanulmány szerint; <https://autopro.hu/szolgaltatok/jelentosen-csokkentetho-a-kornyezetszennyez-es-az-okos-repuloteri-guruloutakkal-egy-tanulmany-szerint/183952/>
4. Aviation (2017): What are the advantages of towbarless pushback tugs?; <https://aviation.stackexchange.com/questions/45109/what-are-the-advantages-of-towbarless-pushback-tugs>
5. K. A. S. Diop and E. Liu (2020): Categorization of case in case study research method: new approach; Knowledge and Performance Management, Volume 4 (1) 1-14; doi: 10.21511/kpm.04(1).2020.01
6. Eagle (2022): Aircraft Tractors: Traditional vs. Towbarless Tugs; <https://eagletugs.com/towbarless-versus-traditional-aircraft-tugs>
7. Marcello Fera, Raffaele Abbate, Mario Caterino, Pasquale Manco, Roberto Macchiaroli and Marta Rinaldi (2020): Economic and Environmental Sustainability for Aircrafts Service Life; Sustainability 2020, 12, 10120; doi:10.3390/su122310120 www.mdpi.com/journal/sustainability
8. Christopher Frank; Jean-Guillaume Durand; William Levy; Frederic Allair and Dimitri N. Mavris (2014): Design of an Improved Green Taxiing System. Focused around the Landing Gear; AIAA 2014-3010, Session: Aircraft Subsystems Design and Integration; doi: <https://doi.org/10.2514/6.2014-3010>
9. Ganev, E., Chiang, C., Fizer, L., and Johnson, E. (2016): "Electric Drives for Electric Green Taxiing Systems"; SAE Int. J. Aerosp. 9(1):62-73; <https://doi.org/10.4271/2016-01-2013>.
10. Guizhou Inst. of Technology (2014): CN203958627U jelű, 2014.11.26-n közzétett szabadalmi bejelentés; <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/051919247/publication/CN203958627U?q=CN203958627U>
11. Goldhofer (2021): Goldhofer's Electric Towbarless Aircraft Tractor Passes Test; HeavyLiftNews; <https://www.heavyliftnews.com/goldhofers-electric-towbarless-aircraft-tractor-passes-test/>
12. Goldhofer (2022): Towbarless tow tractors; <https://www.goldhofer.com/en/towbarless-tractors>
13. Igazságügyi Minisztérium (2022): Közzétett céges beszámolók; Minetech Kft. általános üzleti évet záró beszámoló; https://e-beszamolo.im.gov.hu/oldal/kereses_merleglista
14. IHO (2015): Csendes gurulás, Frankfurtban a pilóta vezet!; <https://iho.hu/hirek/csendes-gurulas-frankfurtban-a-pilota-vezet-150222>
15. Kavás László, Óvári Gyula és Rozovicsné Fehér Krisztina (2015): A Gazdaságos és környezetkímélő repülés feltételei megteremtésének a lehetőségei a repülőtereken; Repüléstudományi Közlemények XXVII. évfolyam 2015. 1. http://epa.oszk.hu/02600/02694/00067/pdf/EPA02694_rtk_2015_1.pdf

16. Körtvélyes Tivadar (2017): Jelentősen csökken a gurulódó az okos középvoaljelzőkkel; Airportal; <https://airportal.hu/jelentosen-csokken-a-guruloido-az-okos-kozepvoaljelzokkel/>
17. Lufthansa Group (2022): Emission-free aircraft towing: Lufthansa LEOS is the launch customer of the all-electric towbarless aircraft tractor Phoenix E; <https://www.lufthansagroup.com/en/newsroom/releases/emission-free-aircraft-towing-lufthansa-leos-is-the-launch-customer-of-the-all-electric-towbarless-aircraft-tractor-phoenix-e.html>
18. Xing Liu, Qi Wang, Chengming Zou, Mei Yu, Denghong Liao (2022): Edge intelligence for smart airport runway: Architectures and enabling technologies; Computer Communications, Volume 195, pages 323-333; ISSN 0140-3664; doi: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2022.09.003>; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366422003437>
19. J. Martin (2008): Conventional or Towbarless Tractors?; <https://www.aviationpros.com/gse/article/10375718/conventional-or-towbarless-tractors>
20. Ócsai Sándor (2022): Minetech Kft. interjú, szóbeli közlés
21. Robert K. Yin (2003): Case Study Research, Design and Methods. Third Edition. Applied Social Research Methods Series, Vol. 5. SAGE Publications. 2003.
22. SAFRAN (2015): EGTS; <http://www.safranmbd.com/systems-equipment-178/electric-green-taxiing-system/>
23. Michael R. Salamon (2012): Use of Towbarless Tractors at Airports—Best Practices; Federal Aviation Administration Airport Cooperative Research Program; ISBN 978-0-309-21393-6; DOI 10.17226/14649; <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3716.pdf>
24. Rashid, Y., Rashid, A., Warraich, M. A., Sabir, S. S., & Waseem, A. (2019): Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business Researchers; International Journal of Qualitative Methods, 18. <https://doi.org/10.1177/1609406919862424>
25. Shanghai Hangfu Airport Equipment Co Ltd (2013): CN 202966671U jelű, 2013.06.05-n közzétett szabadalmi bejelentés; <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/048507779/publication/CN202966671U?q=CN%20202966671U>
26. Taxibot (2020): Taxiboting Concept; <https://www.taxibot-international.com/concept>
27. D. Thierry: WheelTug, Safran-Honeywell and IAI Offer Three Rival Solutions for Airline Engine-off Taxiing AVIATION NEWS 2014. 02. 11. (e-dok.) <http://www.ainonline.com/aviation-news/airtransport/2014-02-11/wheeltug-safran-honeywell-and-iai-offer-three-rival-solutions-airline-engine-taxiing>
28. G. Warwick (2012): Electric taxiing systems make development progress; https://www.researchgate.net/publication/292875095_Electric_taxiing_systems_make_development_progress



29. Xinxiang Pingyuan Aviation Tech. Engineering Co. Ltd (2018): CN207725643U jelű,
2018.08.14-n közzétett szabadalmi bejelentés;
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/063084582/publication/CN207725643U?q=CN207725643U>

A tanulmány elkészítésében közreműködött:

DR. PEREDY ZOLTÁN intézetvezető, Edutus Egyetem Műszaki Intézet

e-mail: peredy.zoltan@edutus.hu

CZÉBELY-LÉNÁRT LÁSZLÓ ügyvezető igazgató, GA Iparfejlesztés Kft.

e-mail: laszlo.czebely@iparfejlesztes.hu