

# KNORR-BREMSE DESIGN CHALLENGE 2020 – AZ OPEN INNOVATION LEHETŐSÉGEI, BEVEZETÉSÉNEK ELSŐ LÉPÉSEI ÉS TAPASZTALATAI

## KNORR-BREMSE DESIGN CHALLENGE 2020 – THE POSSIBILITIES, FIRST STEPS OF IMPLEMENTATION AND EXPERIENCES OF OPEN INNOVATION

*Jónás Szabolcs\*, Dóczy Balázs, Dr. Kovács Attila  
Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.*

### ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben a Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.-nél (továbbiakban Knorr-Bremse) a nyílt innovációs megoldások bevezetésének lehetőségét vizsgáljuk, biztonság kritikus környezetben. Jelen publikációban röviden ismertetjük a nyílt innováció jelenségét (open innovation) és a Knorr-Bremse által szervezett Design Challenge 2020 elnevezésű nyílt innovációt támogató pályázatunk eredményeiről, tapasztalatairól adunk ismertetést.

### ABSTRACT

In this article, we want to address the feasibility of open innovation solutions that are investigated at Knorr-Bremse, through a safety critical component. In this publication, we briefly describe the phenomenon of open innovation and the results and experiences of our competition supporting the open innovation, Design Challenge 2020 organized by Knorr-Bremse.

### 1. BEVEZETÉS

A nyílt innováció vagy open innovation egy viszonylag új keletű, de egyre elterjedtebb jelenség az iparban. Több ismert formája létezik. Chesbrough [1] szerint az open innovation kifejezés definíciója a következő: „*a tudás célzott be- és kiáramlása a belső innováció felgyorsítása, és az innováció külső felhasználási piacának bővítése érdekében*”.

Az innováció klasszikus megközelítése szerint a K+F+I tevékenység csak az adott vállalat belső szellemi tőkéjére támaszkodik, valamint ennek a belső szellemi tőkénél a megőrzésére törekszik. A nyílt innovációs megközelítés a belső szellemi tőke mellett külső környezetből származó ötletek, megoldások bevonásával igyekszik hatékonyabbá tenni a vállalat belső K+F+I tevékenységét.

A másik lehetséges, talán kevésbé ismert és alkalmazott módja a nyílt innovációnak, amikor az adott cég egy (rész)feladat kiadásától azt várja, hogy külsősök a cég ötletét felhasználva alkossanak valami újat, ezáltal mások innovációs folyamatát építi.

### 2. KNORR-BREMSE DESIGN CHALLENGE 2020

A nyílt innováció ipari alkalmazhatóságának vizsgálata céljából egy tervezési pályázatot hirdettünk meg. A pályázat 2020 tavaszán indult Knorr-Bremse Design Challenge 2020 néven.

#### 2.1. A pályázatról

A Knorr-Bremse Design Challenge 2020 a Knorr-Bremse mérnökségén zajló belső innovációs tevékenység eredményeként fogalmazódott meg. A célunk alapvetően az volt, hogy felmérjük, mennyire lenne alkalmazható a belső innovációs folyamatnak javítására egy nyílt innováción alapuló pályázat. Egyrészt azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy mekkora érdeklődésre tarthat számot egy ilyen pályázat. Másrészt a belső innovációnk szempontjából kritikus kérdés volt, hogy milyen minőségű pályamunkákat remélhetünk a pályázattól, lesznek-e köztük olyanok, amelyeket megéri ipari környezetben továbbfejleszteni.

A pályázati kiírás megalkotása egy új kihívás elé állított minket. A pályázat célközönsége a mérnökhallgatók és a frissdiplomás mérnök kollégák voltak (bár a tapasztalt, gyakorló mérnök kollégákat sem zártuk ki a jelentkezésből), ezért olyan alkatrészt kellett a pályázat tárgyának választanunk, amelyhez olyan egyszerűsített követelményrendszert tudunk megalkotni, ami a célközönségünk számára megoldható. Ez a gyakorlatban különböző elhanyagolásokat jelentett (például csavarkötések elhanyagolása és fix

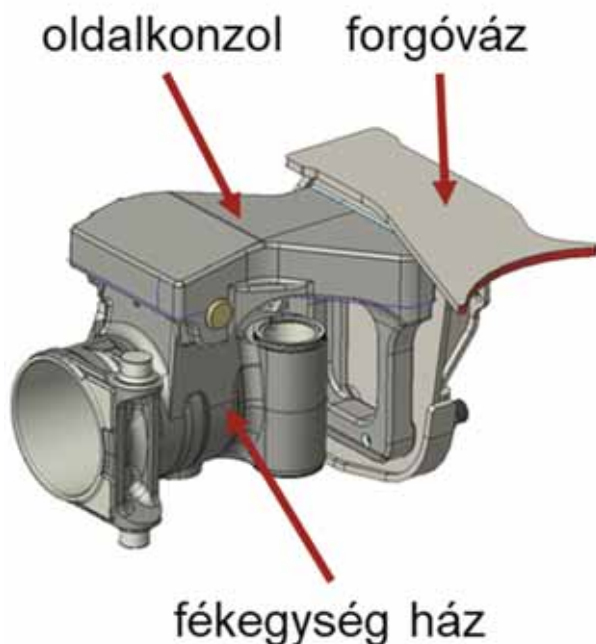
\* szimulációs mérnök, Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft., doktorjelölt ME-ATI, szabolcs.jonas@knorr-bremse.com

megfogás alkalmazása, egyszerűsített feszültséglimitok megadása komplex kifáradásra való méretezési követelmény helyett stb.), amelyek segítségével a feladat a célközönség számára mind mérnöki tudás, mind felhasználható erőforrások (hardware, software) szempontjából megoldható formát öltött.

Hosszútávú célkitűzésünk volt, hogy a beérkező pályaműveket, amennyiben lehetséges, akkor valamilyen formában használni tudjuk, legalább új koncepció szintjén.

A kiértékelést egy három társ csoport szakértő kollégáiból álló keresztfunkcionális csapat végezte, így konstrukciós, öntészeti és műszaki számítási szempontok alapján állt össze a végleges díjazási sorrend.

A feladat kiírása értelmében egy konzol tömegét kellett optimalni úgy, hogy az teljesítse a gyárthatósági feltételeket és ne lépje túl az előírt feszültség kényszereket. A konzolt és a beépítési környezetet az 1. ábra mutatja.

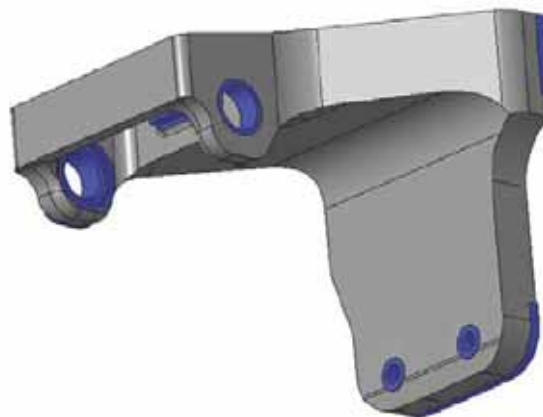


1. ábra Konzol és beépítési környezete

Az 1. ábrán bemutatott konzol, valamint a beépítési környezet alapján megalkottuk a teljes optimalizációs térfogatot (design space, szürke) és a nem módosítható ún. non-design space-eket (kék). Az ezeket tartalmazó teljes tervezési geometria a 2. ábrán látható. A tervezési tartomány (design space) ekkor már az összes lehetséges térfogatot tartalmazza.

A terhelések és megfogások a non-design space-ek felületein lettek feltételezve. A pályázati kiírásban

megadott felületen fix megfogást, a furatokban és a laprugók felfekvő felületein a két terhelési esetben előírt erőket kellett alkalmazni.



2. ábra Teljes tervezési geometria (design és non-design space-ek)

A maximálisan megengedhető egyenértékű (Mises-féle) feszültség 140 MPa-ra adódott az előzetes számítások alapján. Az elvárt minimális falvastagság mértéke 8 mm, a legkisebb alkalmazandó rádiusz 3 mm volt. A feladat szerint vártunk egy dokumentációt is, amelyben a pályázóknak össze kellett foglalni az elvégzett munkát, és ha volt, kiemelni a nehézségeket (például feszültség szingularitás).

## 2. PÁLYÁZÁS

### 2.1. Meghirdetés módjai

A verseny elsődlegesen a Knorr-Bremse honlapján került meghirdetésre. Regisztráció után minden jelentkező e-mailben megkapta a részletes kiírást és a 2. ábra szerinti modellt STEP formátumban. Ezt a formátumot a legtöbb CAD rendszer képes olvasni. Annak érdekében, hogy a lehető legtöbb potenciális pályázóhoz eljusson a felhívás, a Facebook és a LinkedIn felületein is meghirdetésre került a verseny.

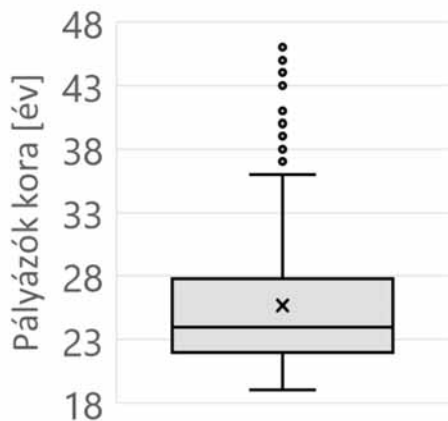
Az egyetemekkel való jó kapcsolatainknak hála az egyetemi honlapokon, NEPTUN rendszeren keresztül is számos hallgatóhoz eljutott a pályázati lehetőség híre.

### 2.2. Pályázók köre

Összesen 285 pályázó regisztrált a verseny felhívásunkra, ebből összesen 45 pályázó küldte vissza határidőre az elkészült design variánsát.

A pályázók két fő csoportra oszthatók, így egyetemi hallgatókra és már végzett, gyakorló mérnökökre. A jelentkezőktől a regisztráció során a GDPR szabályokbetartása mellett bekértük életkorukat és

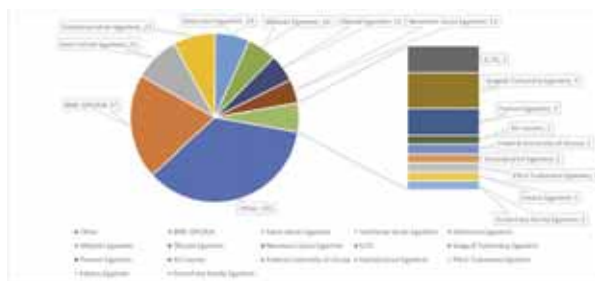
azt, hogy mely felsőoktatási intézményben tanulnak, ha még hallgatók. Ezen adatokból némi képet kaphattunk a jelentkezők összetételéről. Ezek az információk fontosak lehetnek a későbbi, hasonló pályázatok szervezéséhez. A 3. ábrán a kor eloszlása látható ún. box-plot formában, azaz a medián, kvartilisek megoszlása, és extrémum eseteket tartalmazza.



3. ábra Jelentkezők kor szerinti megoszlása

A pályázók átlag életkora 24 év, a legfiatalabb 19 éves, a legidősebb jelentkező pedig 46 éves volt. A 3. ábráról jól leolvasható, hogy a legtöbben egyetemista vagy éppen frissen végzett, kezdő mérnök korúak.

A 4. ábrán a jelentkezőket egyetemeken szerinti megoszlásban ábrázoltuk.



4. ábra Jelentkezők egyetemenként

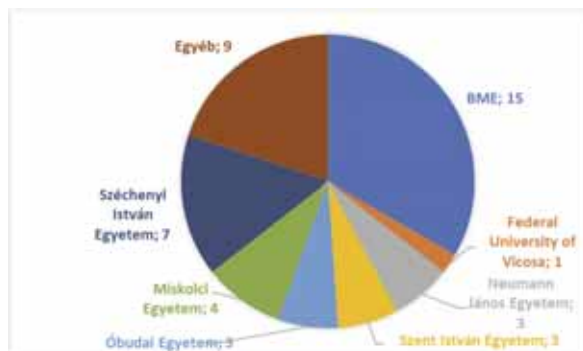
A diagramból megállapítható, hogy az egyetemisták aránya a jelentkezők között több, mint 60%. A fennmaradó rész pedig vagy külsős, vagy nem adott meg oktatási intézményt a jelentkezési lapon.

A BME-ről érkezett a legtöbb regisztráció, 57 fő, ami az összes regisztrálóra vetítve 20%-ot tesz ki. Mivel nem minden hallgató adta meg a képző kar nevét, így a GPK és a KJK karok itt együtt szerepelnek a BME esetén, de közel azonos mértékben jelentkezték a két karról. Az egyetemekről, amelyeket levélben kértünk, hogy NEPTUN rendszerben, saját honlapon is jelentessék

meg a versenyt, lényegesen többen jelentkeztek, mint a direkt meg nem szólított intézmények hallgatói.

### 2.3. Beérkezett pályaművek

Összesen 45 pályamű érkezett meg a verseny lezárásáig. A beérkezett pályaművek megoszlása az 5. ábrán látható.



5. ábra Beérkezett pályaművek

A BME-ről érkezett vissza a legtöbb megoldás. A győri Széchenyi István Egyetem hallgatói vitték el az első és a második helyezéseket, a harmadik helyezett BME-s hallgató lett. További díjazott pályamű érkezett a Miskolci Egyetemről és a Neumann János Egyetemről, illetve további öt pályamű, amelyek nagyon jól sikerültek ajándécsomagot kaptak. A díjazottak teljes névsorát a [2] linken keresztül érhetjük el.

### 3. PÁLYAMŰVEK ELEMZÉSE

A cikkben röviden összefoglaljuk, hogy milyen munkákat kaptunk, melyek voltak helyes megközelítések a feladatkiírásnak megfelelően és milyen tipikusnak mondható hiányosságokat találtunk a geometriákban.

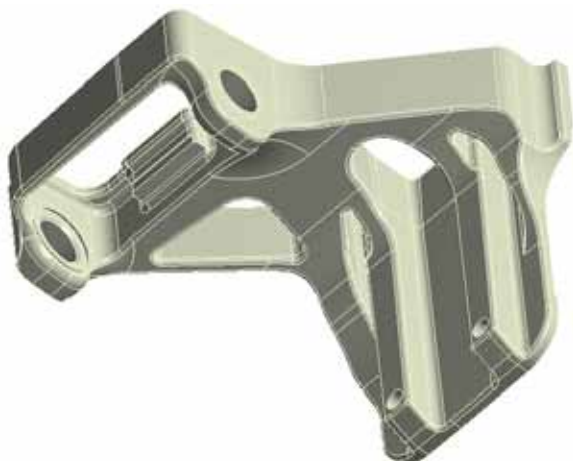
#### 3.1. Beérkezett és díjazott pályamunkák

A díjazott pályaművek kiemelkedők abból a szempontból, hogy minden feltételnek eleget tettek, és az átlagosnak tekinthető dokumentációnál részletesebb, alaposabb munkát végeztek.

Az alkalmazott tervezési metódust figyelembe véve a beérkezett pályaművek két nagy csoportra bonthatók:

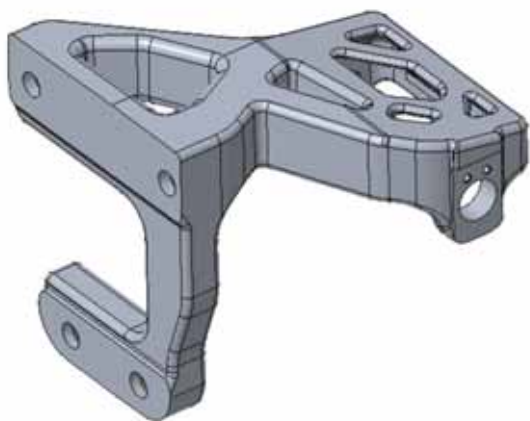
- Sokan a klasszikusnak tekinthető iteratív design eljárást alkalmazták, azaz minden CAD-ben történt geometria módosítást egy VEM számítással ellenőrizve jutottak el a követelményeket teljesítő geometriáig
- Érkeztek a modernebb, optimáló algoritmusok segítségével történő tervezést

alkalmazó megoldások is [3]. Ez utóbbi módszertanra a 6. és 7. ábrákon láthatunk példákat.



6. ábra Generatív tervezési példa 1.

A 7. ábrán látható megoldás sok szempontból rendhagyó geometria. Egyrészt a függőleges felfekvő felület kialakítása a jelenleg alkalmazottól és a többi pályaműtől is rendkívül eltérő módon valósult meg, másrészt az optimálós algoritmus által javasolt bordázott rész is olyan megoldás, amelyet korábban nem alkalmaztunk, de az innovációs folyamatokba kiválóan beillik, és a jövőben vélhetően bekerülnek a fejlesztésbe, később a gyártásba is az ilyen jellegű megoldások.



7. ábra Generatív tervezési példa 2.

A topológiai optimálás során a versenyzőknek komoly technikai kihívásokkal kellett szembe nézniük, ugyanis elvárás volt a jogtiszta szoftver használat. Emiatt hallgatói verziókat használtak, és ezen szoftverek hátránya az ipari verziókhöz képest az, hogy lényegesen kisebb méretű modelleket lehet alkalmazni, vizsgálni.

A hagyományosnak tekinthető tervezési irányelveket követő jelentkezők is szép számmal képviselték magukat, ami önmagában nem okozott hátrányt, ugyanakkor a geometriák megjelenésében érezhető a lényegi különbség. A 8. ábrán a hagyományos tervezési irányelvek mentén készült variáns látható.



8. ábra Hagyományos tervezési példa

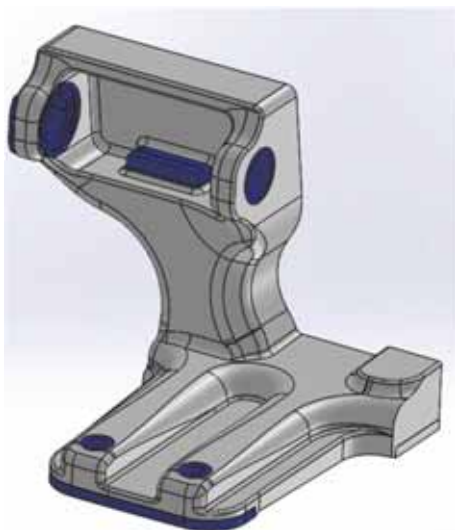
A modellek mérete végeles elemes szimulációk végzésekor is korlátozta a jelentkezők mozgásterét, így csak nagyobb elemméret mellett volt lehetséges a szilárdsági számítás elvégzése. Az esetek nagy részében az alkalmazott elemméret meghaladta az általunk megfelelőnek tartott méretet. Az eredményeket következőképpen a Knorr-Bremse-nél is elemeztük, és összevetettük a különböző számítások eredményét. A különbségek többnyire mindösszesen néhány MPa-ra adódtak, de bizonyos esetekben döntő mértékű eltéréseket tapasztaltunk. Ennek egyik lehetséges oka a nem megfelelő szoftverhasználat vagy tapasztalatlanság, és néhány speciális esetben a beérkezett dokumentáció alapján a nem megfelelő peremfeltétel-rendszer használat volt.

A kiírásban szerepelt, hogy önthetőnek kell lennie a tervezett konzolnak, így erre különös hangsúlyt fektettünk az ellenőrzési folyamat során. Önthetőségi kérdések esetén felmerül az öntészeti szimuláció lehetősége, amelyet bizonyos esetekben el is végeztünk, így meg tudtunk győződni arról, hogy megfelelő a kialakítás.

Önthetőség szempontjából a 9. ábrán láthatunk helyes megoldást. A design variáns robotsztus, ennek ellenére számottevő tömegcsökkentést ért el

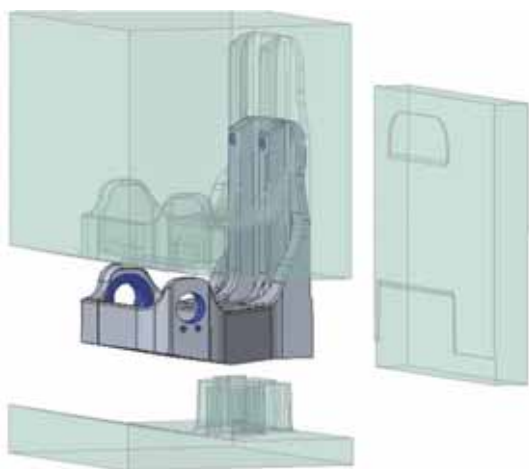


a pályázó, és a feszültségi limiteket is betartotta a terhelési esetek mindegyikében.



9. ábra Öntészet szempontjából legjobb megoldás

A dokumentációkkal kapcsolatban ugyan nem volt követelmény az öntőforma és a szerszámozás megtervezése, de ennek ellenére érkeztek megoldások, javaslatok erre vonatkozóan is. Erre mutat példát a 10. ábra.

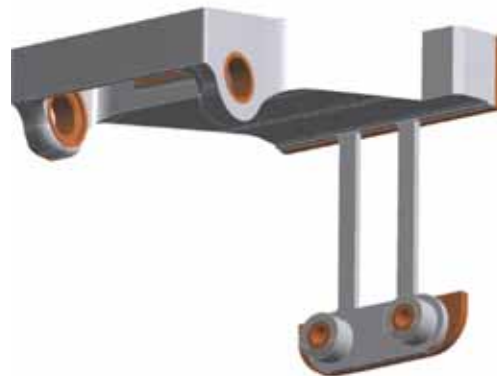


10. ábra Öntési szerszámozás

### 3.2. Tipikusnak tekinthető hiányosságok

A beérkezett pályaművek közül számos esetben az volt a tapasztalat, hogy a pályázók nem vették figyelembe az összes megkötést, így például gyakran lemaradtak a rádiuszok a modellekről. Ezt a hibát ugyan kis súllyal, de kénytelenek voltunk figyelembe venni az értékelés során, ugyanis az önthetőség szempontjából hátrányos.

Gyakori hibának volt tekinthető a felfekvő felület túlzott karcúsítása. Ugyan a jelentkezők jól mérték fel, hogy ebben a régióban elhanyagolható mértékben ébredt feszültség, azonban az ilyen módon tömegesökkentett konzol önthetősége kétségessé vált. A 11. ábrán láthatunk példát a kevésbé megfelelő megoldásokra, ahol egyrészt a rádiuszok elhanyagolása, másrészt a túl karcú felfekvő felület is megjelent.



11. ábra Öntési szerszámozás

Továbbá megjelentek azok a megoldások is, amelyek ugyan alkalmazták a mai kor követelményeinek megfelelő generatív tervező eszközöket, így különféle beépített vagy különálló topológia optimaló algoritmusokat, azonban a végső megoldás során eltekintettek a teljes önthetőség biztosításától. A 3D nyomtatás lehetővé képes tenni ilyen szoborszerű tárgyak létrehozását, de a klasszikus öntési eljárások vagy egyáltalán nem, vagy csak nagyon költséges úton.

Jelenleg a topológiai optimalás ipari alkalmazhatóságának egyik legnagyobb korlátozó tényezője, különös tekintettel az öntvényekre, a nyers optimalási eredmény használható CAD modellé formálása, pontosabban ennek a jelentős időigénye. Ezzel a problémával a pályázók is szembesültek a feladat megoldása során, azonban néhány esetben elmaradt a nyers optimalási eredmény megfelelő szintű feldolgozása, geometriai utómunkája. A 12. ábrán egy ilyen példát mutatunk be.



12. ábra Generatív tervezési hiányosságok

A harmadik leginkább szembevető hiányosság a dokumentációban jelentkezett. A dokumentációk nagy része csak a szükséges minimum elvárásokat teljesítette, ami a munka összességének minőségére is hatással volt.

A dokumentációk értékelésének egyik fő szempontja a szilárdsági ellenőrzés bemutatásának milyensége volt, így szükségképp a végesselemez modell felépítését, azok peremfeltételeit, az alkalmazott háló felosztást célszerű lett volna bemutatni. Azonban ez a legtöbb esetben elmaradt. A pályázati kiírásban külön felhívtuk a figyelmet a VEM számítás során esetlegesen tapasztalt feszültség szingularitások bemutatására, annak érdekében, hogy biztosítva legyen az esetleges feszültségi limit túllépés valamilyen akadályozó körülmény miatt. Ez szintén számos esetben hiányzott a dokumentációból.

Természetesen hangsúlyozzuk, voltak pályázók, akik ezt a követelményt is magasan túlszárnyalták, és kiváló dokumentációt csatoltak a pályázatukhoz.

#### 4. ÉRTÉKELÉS ÉS ÖSSZEFOGLALÁS

A verseny alapvetően sikeresnek mondható minden szempontból. A pályázattal kapcsolatos érdeklődés túlszárnyalta az előzetes várakozásainkat, a jelentkezők és a beérkezett pályamunkák számát tekintve nagyon elégedettek lehetünk. Emellett kaptunk olyan pályamunkákat, amelyek műszaki tartalma lehetővé teszi, hogy a célkitűzéseknek megfelelően tovább tudjuk fejleszteni, és ezáltal értékes ötleteket és új koncepciókat kapjunk.

A beérkezett pályázatok összeségében azt tükrözik, hogy a magyar mérnökképzés jó, de vannak területek, amelyekben megvan a tananyag fejlesztési lehetőség.

A pályázatokat elemezve inspirálódtunk, és ezekből az új, „doboz”-on kívüli megoldásokból tudunk tovább dolgozni.

Összességében azt mondhatjuk, hogy a Design Challenge 2020 pályázat megmutatta, hogy érdemes a nyílt innovációt ipari problémák újszerű

megközelítésére alkalmazni. A pályázat során gyűjtött tapasztalataink jó alapot szolgáltatnak a jövőbeli hasonló pályázatok kiírásához.

Ugyan az elsődleges célok között nem szerepelt, de a tehetséges mérnökhallgatók bevonására is alkalmas.

#### 5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani ezúton is az egyetemi kapcsolatainknak, akik segítették munkákat a pályázat egyetemi meghirdetésével.

#### 6. IRODALOM

- [1] H. CHESBROUGH, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Review Press; First Trade Paper Edition, 2006
- [2] [https://www.knorr-bremse.hu/hu/railvehicles/kb\\_rail\\_challenges/knorr-bremse\\_rail\\_challenges.jsp](https://www.knorr-bremse.hu/hu/railvehicles/kb_rail_challenges/knorr-bremse_rail_challenges.jsp)
- [3] JÓNÁS Sz., KRIZSMA Sz., FELHŐS D., *Függvas intuitív és számítógéppel segített topológiai optimálása és végesselemez analízise*, GÉP 70, 1 pp. 25-29., 2019