



HIDRAULIKUSPROFIL-NYITÓ SZERSZÁM KONSTRUKCIÓS TERVEZÉSE

THE DESIGN OF A HYDRAULIC PROFILE OPENING TOOL

Kőhegyi Zsolt,¹ Ravai-Nagy Sándor,² Szigeti Ferenc³

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, zsoltkohegyi03@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, nagy.sandor@nye.hu

³ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, szigeti.ferenc@nye.hu

Abstract

The topic of this publication is the design of a hydraulically operated manual profile opening tool that enables the precise and repeatable opening of extruded aluminum profiles used in bus bellow manufacturing. The necessity of the development was justified by the difficult handling and inaccurate operation of the currently used equipment. The paper presents the different structural designs and operating principles examined during the design process and provides a detailed justification for the application of hydraulic actuation. The main structural elements of the equipment are introduced, as well as the structure and operating principle of the hydraulic system. During the design process, special attention was given to ergonomic aspects, ease of operation, and workplace safety. The structural strength verification was carried out exclusively using the finite element method, which confirmed the adequate stiffness and operational reliability of the construction. Compared to the previously used equipment, the presented solution enables higher accuracy, better repeatability, and a more efficient manufacturing process, while reducing the number of errors and the proportion of nonproductive time. The longterm objective of the development is to ensure the flexible applicability of the tool for different profile sizes.

Keywords: *hand tool design, cold forming, finite element analysis.*

Összefoglalás

A publikáció témája egy hidraulikus működtetésű kézi profilnyitó szerszám tervezése, amely buszharmónika-gyártás során alkalmazott, extrudált alumíniumprofilok pontos és ismételhető nyitását teszi lehetővé. A fejlesztés szükségességét a jelenleg alkalmazott berendezések nehézkes kezelhetősége és pontatlan működése indokolta. A cikk ismerteti a tervezés során vizsgált különböző konstrukciós kialakításokat és működési elveket, majd részletes indoklást ad a hidraulikus működtetés alkalmazása mellett. Bemutatásra kerülnek a berendezés fő szerkezeti elemei, valamint a hidraulikus rendszer felépítése és működési elve. A tervezési folyamat során kiemelt figyelmet kaptak az ergonómiai, kezelhetőségi és munkabiztonsági szempontok. A szerkezet szilárdsági ellenőrzése kizárólag végelelemmódszerrel történt, amely igazolta a konstrukció megfelelő merevségét és üzembiztonságát. A bemutatott megoldás a korábbi berendezésekhez képest nagyobb pontosságot, jobb ismételhetőséget és hatékonyabb gyártási folyamatot tesz lehetővé, miközben csökkenti a hibák számát és az improduktív idők arányát. A fejlesztés hosszú távú célja a szerszám többféle profilméret-hoz történő rugalmas alkalmazhatóságának megvalósítása.

Kulcsszavak: *kéziszerszám-tervezés, hidegalakítás, végelelem-vizsgálat.*

1. Bevezetés

A közösségi közlekedésben használt csuklós autóbuszok, trolibuszok és sínen futó járművek gyártásában fontos szerepet játszanak a jármű-harmonikák, amelyek biztosítják az átjárást a járműegységek között. A harmonikák gyártása alapvetően két fő részből áll: a szövet előkészítéséből és az alumíniumprofilok megmunkálásából [1].

A projekt az alumíniumhajlítás területén használt profilnyitó berendezés fejlesztésére irányul. Az alumíniumhajlítás során extrudáltprofil-száanyagokat dolgoznak fel, amelyekből különböző szerkezeti elemek készülnek, például harmonikakeretek, korlátok és tetőszerkezetek. A gyártás során a profilokat méretre vágják, hajlítják, valamint elvégzik az összeállításhoz szükséges előkészítő műveleteket, például furatok készítését és illesztések kialakítását.

A gyártási folyamat egyik fontos lépése a profilok és a szövet kapcsolatának kialakítása. Ennek során az alumíniumprofilokat rároppantják (1. ábra), majd rákalapálják (2. ábra) az előre varrott szövethullámokra. A probléma ott jelentkezik, hogy a szövetdarabok összevarrásánál, a

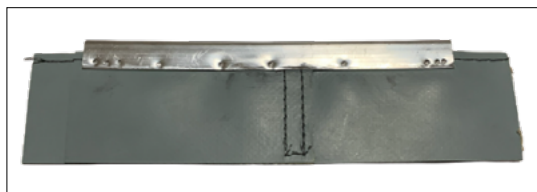
csatlakozási pontokon három réteg szövet kerül egymásra, ami jelentősen megnöveli a vastagságot. Ez a megnövekedett vastagság már nem fér bele a profil eredeti keresztmetszetébe, ezért ezeken a pontokon szükséges a profil kinyitása (3. ábra), hogy a szövet megfelelően behelyezhető legyen.

Jelenleg a cég egy 100 mm-es dugattyú-átmérőjű pneumatikus munkahengerrel működtetett nyitóberendezést használ. Ennek két változata van: egy szimpla munkahengeres és egy tandem-munkahengeres kivitel (4. ábra), amelyet vastagabb profilok esetén alkalmaznak. A berendezés működése során egy ékszerű pofát préselnek a profil belsejébe, amellyel a profilt V alakba nyitják.

A projekt során egy $8,5 \times 18$ mm-es keresztmetszetű profil (5. ábra) vizsgálata történt meg, amely a gyártási tapasztalatok alapján a legtöbb problémát okozza a nyitás során. A profil vastag tőkeresztmetszete miatt csak iker-munkahengeres berendezéssel nyitható. Bár a szükséges nyitás elérhető, a gyakorlatban több probléma is jelentkezik, amelyek indokolják a berendezés konstrukciós fejlesztését.



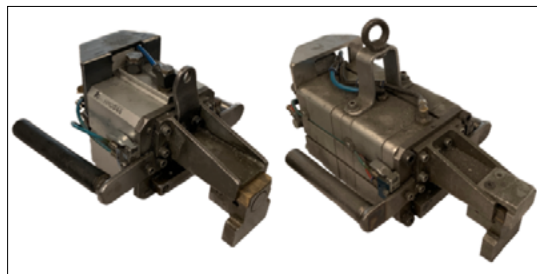
1. ábra. Szövetre roppantott profilmintadarab



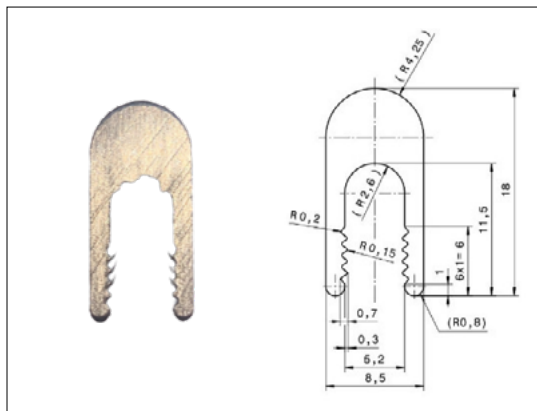
2. ábra. Szövetre kalapált profilmintadarab



3. ábra. Nyitottprofil-minta



4. ábra. A Hübner-H Kft. által használt nyitóberendezés



5. ábra. A $8,5 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ -es profil

2. A jelenlegi nyitási technológia ismeretése

A nyitás során a profil keresztmetszete V alakban deformálódik, lehetővé téve a megnövekedett vastagságú szövet behelyezését.

A működési elv egyszerűsége ellenére a technológia alkalmazása során több probléma is jelentkezik. Gyakori eset, hogy a kezelő a szükségesnél nagyobb mértékben nyitja ki a profilt, ami a későbbi szerelési műveleteket megnehezíti. Ilyenkor a roppantógép és a roppantóalapács már nem illeszthető megfelelően, ezért utólagos igazításra van szükség.

További problémát jelent, hogy a berendezés nem a profil törésénél hozza létre a nyitást, ezért a szövet nem minden esetben illeszthető be megfelelően. Ennek korrigálására a dolgozók a profil széleit kézi szerszámmal faragják le, ami időigényes, és növeli a selejt kialakulásának kockázatát.

A vastagabb profilok esetében a szükséges nyitás sokszor nem érhető el egyetlen művelettel, ezért a nyitást több lépésben kell elvégezni. Ez növeli a ciklusidőt és a kezelő terhelését. Az eszköz jelentős tömege (6. ábra) miatt a kezelése különösen nehézkes, főként olyan esetekben, amikor a teljes kerület mentén kell nyitást végezni.

A működés során a nyitó pófák folyamatos kenést igényelnek, amelyet jelenleg kézi olajozással biztosítanak. Ez egyrészt lassítja a folyamatot, másrészt szennyezi a profilt, ami a későbbi ragasztási műveleteket hátrányosan befolyásolja. Emiatt a felesleges kenőanyagot a nyitás után el kell távolítani.

A felsorolt jelenségek alapján megállapítható, hogy a jelenlegi technológia működőképes, azonban több szempontból is fejlesztésre szorul, különösen a pontosság, az ergonómia és a folyamat hatékonysága terén.



6. ábra. A tandemnyitó gép a mérlegen

3. A fejlesztési feladat és követelmények

A korábban bemutatott problémák egyértelműen indokolják egy új profilnyitó berendezés fejlesztését. A jelenleg alkalmazott eszközök nem biztosítanak stabil működést, a nyitási erő korlátozott, és kezelhetőségük sem megfelelő az ergonómiai és termelékenységi szempontok alapján. A fejlesztés célja ezért egy könnyen kezelhető, megbízható és stabil berendezés megtervezése, amely lehetővé teszi a profilok pontos és ismételhető nyitását, csökkenti a hibalehetőségeket és a gyártás során keletkező improduktív időt. Emellett a konstrukció biztosítja a dolgozók számára az ergonomikus és biztonságos munkavégzést, miközben növeli a gyártási folyamat hatékonyságát és minőségét.

A tervezett berendezés alapvető feladata a profilok kinyitása a kívánt erővel, stabil rögzítés mellett, miközben egy munkahenger biztosítja az erőátvitelt. A kezelő védelme és a túlterhelés elleni biztonság szintén kiemelt követelmény, ezért az indítás kétkezes vezérléssel történik, a nyitópofa pedig fokozatosan szétfeszíti a profilt, majd a művelet után visszahúzódik, lehetővé téve a profil eltávolítását. A berendezésnek képesnek kell lennie napi három műszak, összesen körülbelül húsz óra folyamatos működésre, egy nyitási ciklus időtartama körülbelül két másodperc, és egy műszakban körülbelül 500 nyitást kell végrehajtania. A nyitópofák felülete nagy igénybevételnek van kitéve, ezért nagy szilárdságú acélból vagy edzett anyagból célszerű készíteni őket, szükség esetén megfelelő felületkezeléssel a kopás csökkentésére. A pofa és a profil közötti kenés csökkenti a súrlódást; alternatívaként alacsony súrlódású bevonat is alkalmazható, a kenőanyag pedig könnyen eltávolítható legyen, hogy ne akadályozza a további munkafolyamatokat.

A berendezés tömegét úgy kell kialakítani, hogy könnyen kezelhető és mobil legyen, ugyanakkor biztosítsa a szükséges nyitóerőt. A szerkezet legyen könnyen szerelhető és karbantartható, a mozgó elemek kenhetők és cserélhetők, a nyitópofa és az ellendarab cseréje gyorsan elvégezhető. Az alkatrészek gyárthatósága is fontos, hagyományos forgácsolással vagy 3D-nyomatással, az anyagválasztás pedig biztosítsa a szilárdság, tömeg és költség optimális arányát.

Összességében a fejlesztési feladat célja egy megbízható, pontos, ergonomikus és gazdaságosan gyártható profilnyitó berendezés létrehozása, amely hosszú távon növeli a gyártás hatékonyságát, csökkenti a hibák számát, és javítja a dolgozók munkakörülményeit.

4. Konceptciók és megoldási lehetőségek vázolása

A profilnyitó berendezés fejlesztésének kezdetén több konstrukciós lehetőséget vizsgáltam. Az első elképzelés egy párhuzamos nyitó mechanizmus (7. ábra) volt, pneumatikus működtetéssel és mechanikai áttétellel. A szűk belső profilkeresztmetszet miatt a nyitópofák vastagsága mindössze 2,5 mm lehetett, ami a szükséges nyitóerőt anyagtéchnológiai szempontból megvalósíthatatlanná tette. Bár elméletben működhetett volna, a gyakorlati kivitelezés nem volt lehetséges, így a koncepció nem alkalmazható.

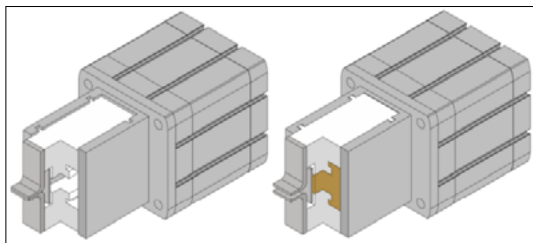
Ezt követően egy aszimmetrikus párhuzamos nyitót (8. ábra) is vizsgáltam, amely lehetővé tette vastagabb, akár 5 mm-es pofák használatát. A számítások szerint ez működőképes lett volna, azonban a profil szétfeszítése közben elmozdulás léphetett fel, és hátsó megtámasztásra lett volna szükség, ami megnövelte volna a berendezés tömegét és bonyolultságát. Ez a megoldás sem felelt meg az egyszerű, biztonságos és ismételhető működés követelményeinek.

A harmadik koncepció egy pneumatikus, erőkaros áttétellel működő nyitómechanizmus (9. ábra) volt, amely kisebb hengerrel biztosította volna a nyitóerőt. Bár működőképes lett volna, a szerkezet bonyolultsága és a hosszabb löketű henger miatt nem jelentett valódi tömegcsökkentést, ezért ezt a megoldást sem választottam.

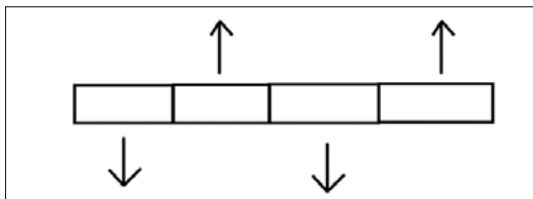
Végül a hidraulikus éknyitó (10. ábra) konstrukció bizonyult a legmegfelelőbbnek. A hidraulikus rendszer nagy nyomást biztosít kis munkahenger mellett, a nyitópofa és a henger egy tengelyen futnak, csökkentve a lehajlást, és az ellendarab segítségével a nyitás szabályozott és ismételhető. A rendszer kompakt, stabil és pontos, és lehetővé teszi különböző profilméreteket kezelését ugyanazzal a berendezéssel, ezért a további fejezetekben ennek a konstrukciónak a kidolgozására összpontosítok.

5. Vizsgálatok és mérések

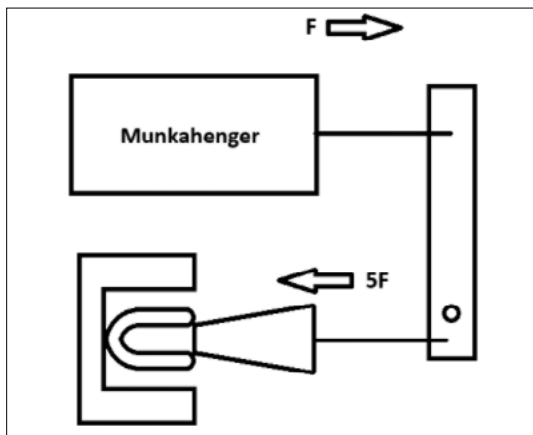
A szükséges profilnyitó erőt elsőként ANSYS végelemes szoftverben határoztam meg. A szimuláció célja az volt, hogy megállapítsam, mekkora erő szükséges a vizsgált alumíniumprofil kinyitására, és hogy vizsgáljam a nyitás során fellépő feszültségeloszlást és alakváltozást. A profil 3D-modellje importálásra került az ANSYS környezetébe, majd statikus szerkezeti vizsgálatot végeztem (11. ábra).



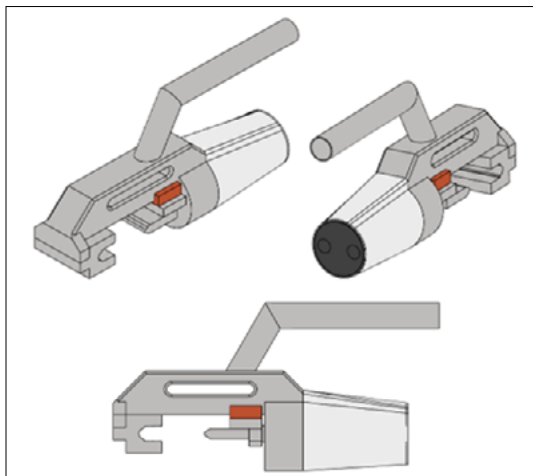
7. ábra. Párhuzamos nyitóberendezés vázlata



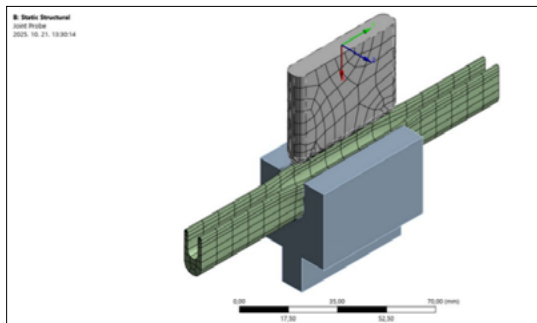
8. ábra. Aszimmetrikus párhuzamos nyitó



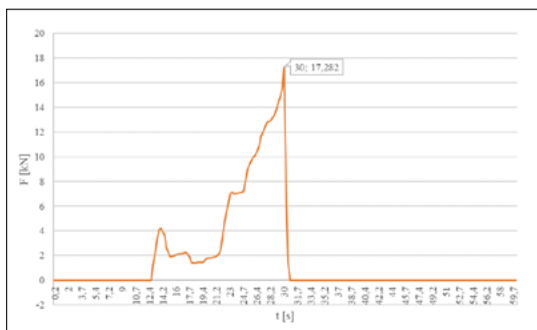
9. ábra. Erőkar-mechanizmusú nyitó gép



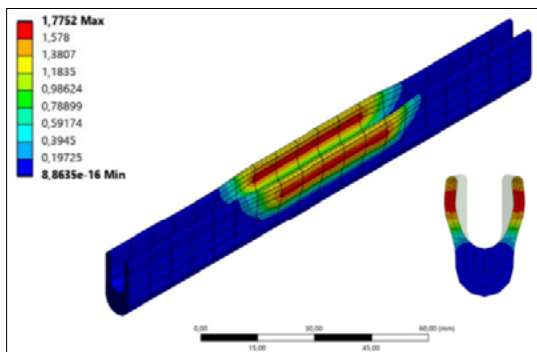
10. ábra. Hidraulikus-éknyitó vázlat



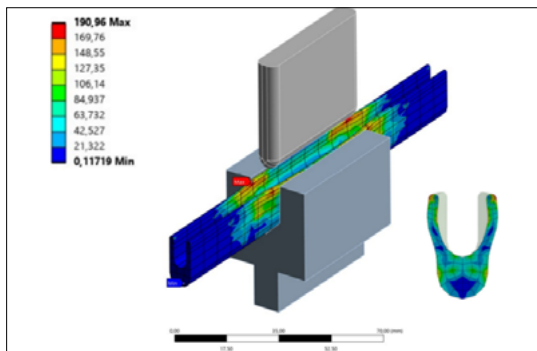
11. ábra. A szimulált nyitásteszt



12. ábra. A fellépő nyitóerő F-t grafikonja



13. ábra. A profil deformációja



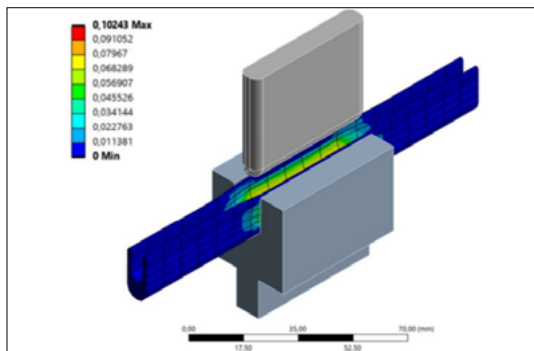
14. ábra. A profilban fellépő feszültség képlékeny alakítás után

A vizsgálat során a profil anyagát az alumínium 6060 T66 jellemzőivel modelleztem, figyelembe véve a rugalmas moduluszt, Poisson-tényezőt, folyáshatárt, szakítószilárdságot és szakadási nyúlást. A peremfeltételek között rögzítettem az ellendarabot, a nyitópofa mozgását pedig csúszó kötésnek adtam meg, míg a profil és nyitóbetét között súrlódó kontaktot definiáltam. A szimulációban a profil deformációját vizsgáltam, a többi testet merevnek tekintve.

A ponthálós modell és a 60 szegmensre bontott mozgás segítségével meghatároztam a szükséges nyitóerőt, amely az ék előtolása során fellépő ellenállás alapján 17,28 kN-nak adódott (12. ábra). Ez nagyobb érték, mint a régi berendezés nyitóereje, mivel a konstrukcióban az ellendarab révén tompább nyitóbetétszöget lehetett kialakítani, ami a profil belső keresztmetszetének növekedésével nagyobb ellenállást eredményezett.

A képlékeny alakítás során a profilban a maximális maradandó deformáció 1,78 mm volt (13. ábra), a fellépő Von Mises feszültség 190,96 MPa (14. ábra), ami nem haladta meg az anyag szakítószilárdságát. A képlékeny tartományban a feszültség és az alakváltozás arányossága megszűnik, ezért az anyagtörést az ekvivalens képlékeny alakváltozás alapján értékeltem. Az eredmények szerint a maximális képlékeny alakváltozás 10% volt (15. ábra), ami az anyag 15%-os határértéke alatt maradt, így a profil hidegalakítás közben nem szakad el.

A szimulációt kiegészítve, a nyitási elvet valós körülmények között is teszteltem. A régi nyitógépet átalakítva, a pofák szélességének csökkentésével a profil problémamentesen nyílt szét, maradandó alakváltozással, törés nélkül. Több ékszögű nyitóbetétet is kipróbáltam, és a 70°-os kialakítás bizonyult a legstabilabbnak és legjobban ismételhetőnek.



15. ábra. A profilban fellépő képlékeny alakváltozás mértéke

A tesztek során azt is ellenőriztem, hogy az új elven készült profil megfelelően illeszthető-e a szövethoz. A próbák alapján az összevarrott szövet a faragás nélküli profilba is könnyen behelyezhető volt, így a fejlesztett berendezés nyitási elve a gyakorlatban is hatékonyan alkalmazható.

6. A konstrukció tervezése

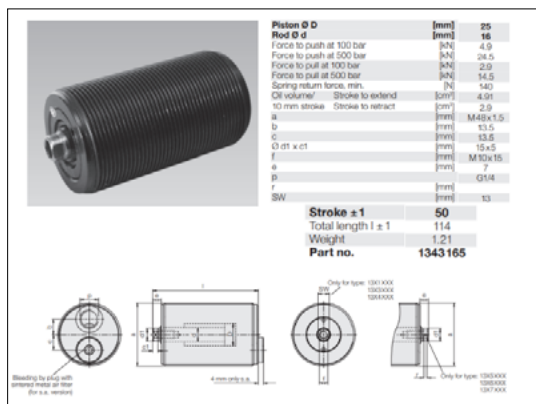
A szimulációk alapján kapott ~17,3 kN nyitóerőre egy legalább 20 kN erőt biztosító, könnyen szerelhető és kis tömegű munkahengert választottam: a ROEMHELD B1.309-1343165 modellt (16. ábra). A henger kiválasztásakor a beépítési méretek, a lökethossz és a könnyű kezelhetőség voltak a fő szempontok.

A munkahengerhez igazodva elkészítettem a nyitógép vázlatát (17. ábra), ahol a legnagyobb profilméretek nyithatósága, a szerelhetőség és a karbantarthatóság volt elsődleges szempont [2].

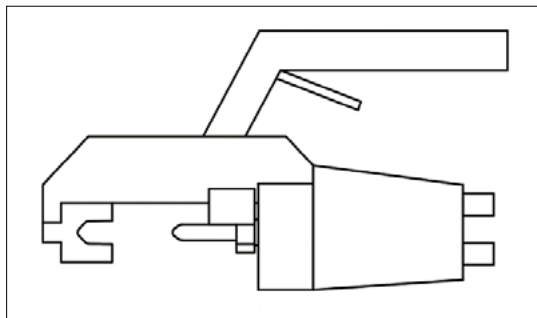
A gépváz és az ellendarab méretezését az ANSYS Discovery generatív design moduljával optimalizáltam (18. ábra), a merevség jelentős csökkené-

se nélkül a tömeg felére csökkent. Bár a program által generált modellt fémporos 3D-nyomtatással is lehetne gyártani, én a költséghatékonyság és a könnyű megmunkálhatóság miatt egy egyszerűsített kialakítást alkalmaztam [3].

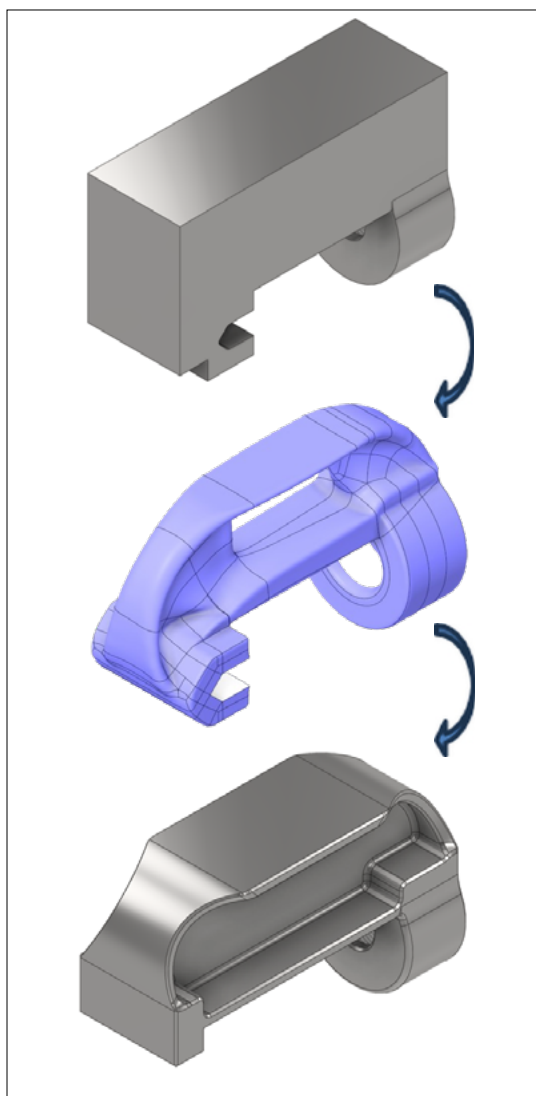
Az ellendarabot (19. ábra) szerelhetőre terveztem, és a profil felületének védelmét 3D-nyomtatott műanyag betéttel oldottam meg. A betét belsejében a kopás mértékét jelző réteg is található, ami a megelőző karbantartást segíti. A 70°-os ékszögű nyitóbetét befogása (20. ábra) gyors cserét tesz lehetővé más profilokra, három M8-as hernyócsavarral rögzítve, míg a munkahenger biztosítását egy DIN1804 csapágyanya biztosítja.



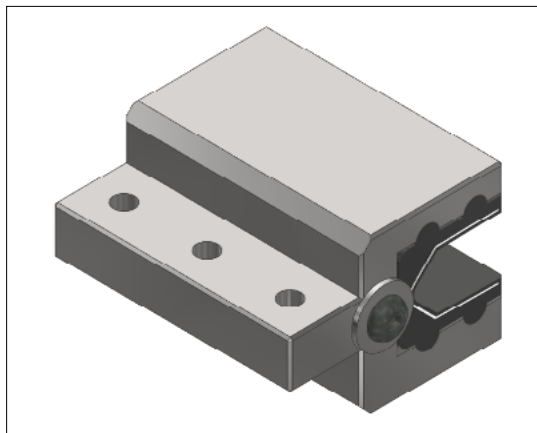
16. ábra. ROEMHELD B1.309-1343165 munkahenger
[Forrás: <https://ws.roemheld.de/en/products/threaded-body-universal-cylinder~ps-nY7PGzvOQX>]



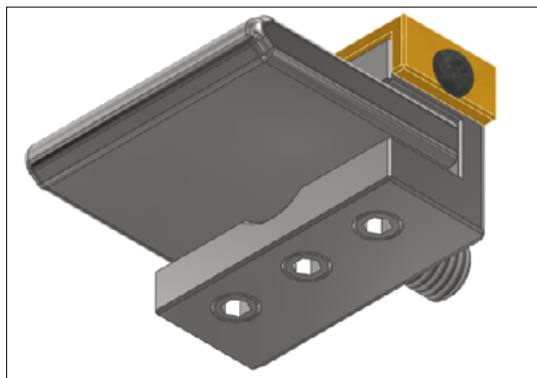
17. ábra. A nyitógép vázlata



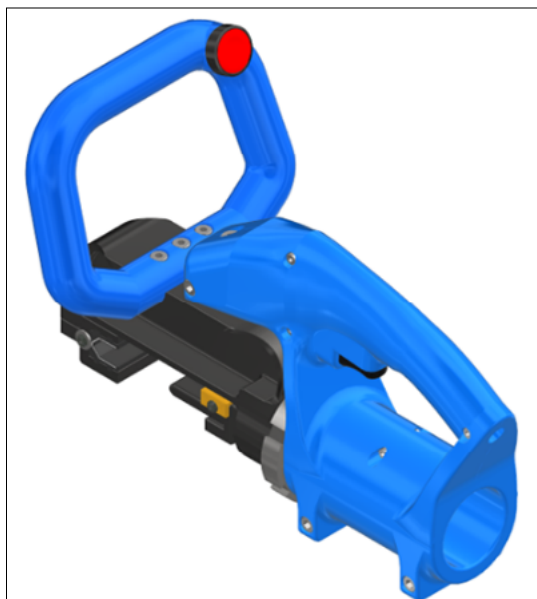
18. ábra. A gépváz topológiai tömegoptimalizálása



19. ábra. Az ellendarab kialakítása



20. ábra. A nyitóbetét-befogó kialakítása



21. ábra. Ergonomikus markolat

A párhuzamosságot és az egyenletes mozgást bronz siklócsapágy garantálja, csökkentve a súrlódást és növelve a precizitást [4].

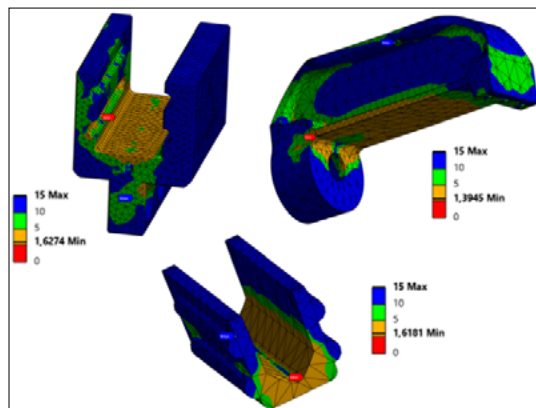
Az ergonómiai szabványok alapján tervezett kezelőszerv (21. ábra) biztosítja, hogy a henger csak a gomb és a ravasz együttes lenyomásával működjön, bármelyik elengedésekor visszatér alap helyzetbe. A konstrukció így egyszerre kompakt, stabil, ergonomikus és univerzálisan használható minden profiltípushoz [5, 6].

7. Szilárdságtani elemzés és anyagválasztás

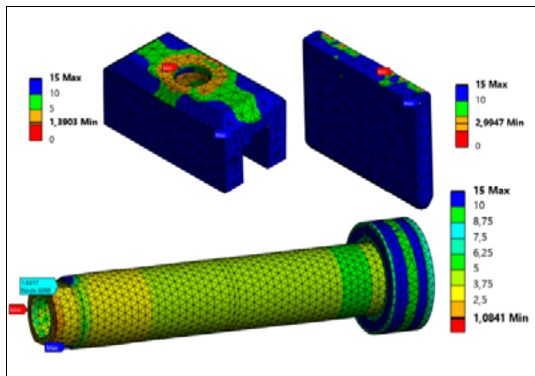
A gép kritikus szerkezeti elemeinek szilárdsági ellenőrzését ANSYS-ban végeztem el [7]. A vizsgálat célja az volt, hogy a legnagyobb igénybevételnek kitett alkatrészek viselkedését, valamint az anyagválasztás megfelelőségét értékeljem. A szimuláció során a közvetlenül érintkező alkatrészeket elemeztem egyben, így a számítás gyors és a kritikus pontokra fókuszált volt, miközben a valós terhelési állapotot hűen tükrözte.

A gépváz és az ellendarab vizsgálatakor a munkahenger befogását rögzítettem, majd a nyitóerő maximális értékére, 20 kN-ra terheltem a szerkezetet. A kapott Von Mises feszültségek alapján a gépváz és az ellendarab acélelemeihez S355JR szerkezeti acélt választottam. Ez az anyag gazdaságos, könnyen megmunkálható, jól hegeszthető, és a szükséges szilárdsági követelményeknek megfelel. A korrózió elleni védelem érdekében vegyi barnítást alkalmaztam [8], míg a műanyag betéthez POM-ot (polioximetilént) választottam a jó kopásállóság és vegyszerállóság miatt.

A kiválasztott anyagok mechanikai tulajdonságai alapján ellenőriztem a biztonsági tényezőket, amelyek megfelelő értékeket mutattak a váz és ellendarab esetében (22. ábra).



22. ábra. A gépváz alkatrészeinek biztonsági tényezője



23. ábra. A nyitóbetét és befogásának biztonsági tényezője

A nyitóbetét és befogó vizsgálatok során szintén a 20 kN nyitóerőt alkalmaztam. A befogó és a ház acélelemeihez S355JR-t rendeltem, a nyitóbetétéhez 42CrMo4 ötvöztetett acélt, mely edzéssel és megterheléssel nagy kopásállóságot és szívósságot biztosít. A nyitóbetét felületét DLC-bevonattal láttam el a kopás csökkentésére és a súrlódási tényező minimalizálására [9]. A siklócsapágy anyaga CuSn7Pb15 bronz, mely jó kenést biztosít száraz és szennyezett körülmények között [10].

A munkahenger gyártója nem adta meg a rud anyagát, ezért ipari standardként C45 nemesített acéllal számoltam. A szimulációk alapján az alkatrészek biztonsági tényezői megfelelőek: a nyitóbetét és befogó a terhelések alatt biztonságosan működik, a helyi feszültségcsúcsok az éles geometriai átmenetek miatt jelentkeztek, valós körülmények között lekerekítés alkalmazásával ezek a feszültségek lényegesen kisebbek (23. ábra).

Összességében a szimulációk és az anyagválasztás igazolták, hogy a gép fő elemei a tervezett nyitóerő mellett biztonságosan, a kívánt funkcionálisnak megfelelően működnek.

8. Következtetések

A kutatás és tervezési munka eredményeként egy hidraulikus működtetésű kézi profilnyitó szerszám került kialakításra (24. ábra), amely alkalmas az extrudált alumíniumprofilok pontos és ismételhető nyítására.

A hidraulikus működtetés alkalmazása lehetővé teszi a szükséges erő biztosítását, miközben a berendezés kompakt és könnyen kezelhető marad. A végelem-vizsgálatok igazolták, hogy a szerkezet szilárdsága és merevsége megfelel a tervezési követelményeknek.

A fejlesztett berendezés a korábban alkalmazott eszközökhöz képest javítja a gyártási pontosságot



24. ábra. Az elkészült nyitó gép prototípusa

és csökkenti a hibák számát. A jövőbeni fejlesztési irányok közé tartozik a szerszám adaptálása különböző profilméretekhez, valamint a gyártási folyamat további optimalizálása.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a Nyíregyházi Egyetem Tudományos Tanácsa támogatta.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] HÜBNER Group, „HÜBNER Group – Mobility,” 15 03 2025. [Online]. Available: <https://www.hubner-group.com/hu/mobility>.
- [2] Á. Zsáry, Gépelemek 2., Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2008.
- [3] M. Ramasamy, A. Sliva, P. Govindaraj, A. Nag: *Topology Optimization and Testing of Connecting Rod Based on Static and Dynamic Analyses*. Applied Sciences, 15/4. (2025) 2081.
- [4] G. Pahl, W. Beitz: *A géptervezés elmélete és gyakorlata*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [5] C. Berlin, C. Adams: *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. Ubiquity Press Ltd., London, 2017.
- [6] G. Becker, G. Kaucsek: *Termékergonómia és termékpeszichológia*, Tölgyfa kiadó, Budapest, 1998.
- [7] S. Moaveni: *Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS*. Pearson Education Limited, Harlow, 2015.
- [8] S. Sild: *Black Oxide Coating – How It Works, Benefits & Types*. Factory, 19 11 2025. [Online]. Available: <https://fractory.com/black-oxide-coating-explained>.
- [9] S. Bhowmick, A. Banerji, A. T. Alpas: *Tribological Behaviour of W-DLC against an Aluminium Alloy Subjected to Lubricated Sliding*. Tribology in Industry, 2015, 277–28.
- [10] R. G. Budynas, J. K. Nisbett: *Shigley's Mechanical Engineering Design*. 11th edition, McGraw-Hill Education, New York, 2019.