



HU000231244B1

(19) **HU****MAGYARORSZÁG**
Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala(11) Lajstromszám: **231 244**(13) **B1**

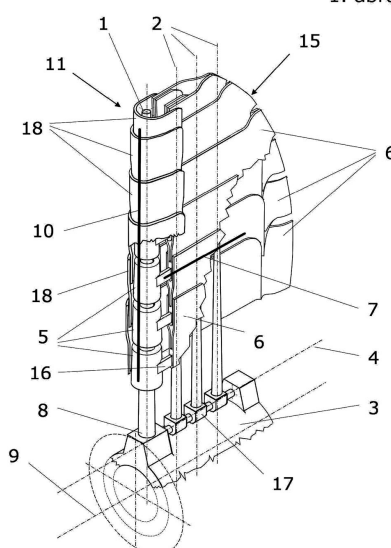
SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: **P 20 00013**(51) Int. Cl.: **B64C 27/473** (2006.01)(22) A bejelentés napja: **2020. 01. 10.****B64C 11/16** (2006.01)(40) A közzététel napja: **2021. 07. 28.****B64C 27/54** (2006.01)(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlöny és Védjegyértesítőben: **2022. 05. 28.****B64C 11/00** (2006.01)**B64C 11/18** (2006.01)(72) (73) Feltaláló(k) és szabadalmas(ok):
Kruppa László, Budapest (HU)(74) Képviselő:
Pintz és Társai Kft., Budapest (HU)(54) **Javított tulajdonságú légcsonar légi járművekhez**

(57) Kivonat

A találmány tárgya javított tulajdonságú légcsonar légi járművekhez, amely agyra (3, 28, 36) szerelt lapátszerkezetet (11), erőátviteli egységet (13), fő tartószerkezetet (21, 26) tartalmaz. A találmány jellegzetessége, hogy a lapátszerkezet (11) az agyhoz (3, 28, 36) hozzáerősített és a lapátszerkezet (11) belépőélének (10) gerincét alkotó árbócrudat (1) és az árbócrúd (1) mellé sorolt legalább egy darab segédárbócot (2) tartalmaz, az árbócrúdra (1) merevítő szárral (16) bíró, elfordítható távtartó-merevítő idomok (5) vannak felhúzva, a merevítő szárok (16) moduláris elemekkel (6) vannak burkolva, az egymáshoz átlapolással illesztett, hajlékony moduláris elemek (6) pedig héjazatot (15) alkotnak.

1. ábra



Javított tulajdonságú légsavar légi járművekhez

A találmány tárgya javított tulajdonságú légsavar légi járművekhez, amely moduláris felépítésű héjazattal ellátott, változtatható alakú lapátszerkezettel rendelkezik.

A légsavarok elterjedt élvonalát a Tilt-Rotor technika adja, amely egy több mint 30 éves ún. Osprey technika utódja. E technikát képviselő gépek közül 1991-2000 között négy is lezuhant. E problémát a tilt-Rotor technika sem oldja meg, ugyanis mindkettőnél előfordulhat egy VRS-nek (vortes ring state) hívtott légörvény-gyűrű jelenség, amelynél – erőtejes süllyedés hatására – a rotor saját légörvényébe gabalyodik bele, a lapátokról pedig eltűnik a felhajtóerő. A VRS-t a lapátok nagymértékű átesése kíséri. A jelenleg ismert légsavarok munkatartománya rendkívül szűk, ezért már a gyártásnál el kell dönteni, hogy alacsony, vagy magas sebességű lesz-e a légsavar. Ez különösen a fix állásszögű légsavarok esetén jelent erős korlátozást. Az így módon hajtott repülőgépek általában alacsony sebességűek, mivel a gyors légsavarral felszerelt gépek csak külső rásegítéssel képesek felszállni. Mindezen túl a - sebesség növelése érdekében - a motor fordulatszámát növelik oly mértékben, hogy a lapátvégek kerületi sebessége extrém értékeket vesz fel. A sebesség ugyan korlátozottan növelhető ezzel a módszerrel, de sohasem annyira, hogy a repülésre alkalmas, teljes szubszonikus sebességtartományt a gép ugyanazzal a légsavarral ki tudja használni. Légsavarok kiválasztásáról ír az Elements Propeller and Helicopter Aerodynamics (Daniel o. Dommasch, Pitman, USA, 1953) mű 3.2. pontja és Rácz Elemér: A repülés mechanikája (Tankönyvkiadó, 1953) mű 10. fejezete. E könyvek még ma is alapléműnek tekinthetők. Mindkét mű változtatható állásszögű légsavart ajánl a munkatartomány kiszélesítésére, megjegyezve, hogy a korlátok ettől még megmaradnak. Elmondható, hogy az aerodinamikai szakma beletörődött a légsavarok szűk munkatartományába. E szűk munkatartomány triviális, és a légsavar tervezési módszerek során alkalmazott lapelem-elmélet (Blade Element Model) segítségével jól is vizsgálható. A lapelem-elmélet vektorábráinak segítségével kiserkeszthetők azok a szögeltérések (vagy beállítási hibák), amelyek egy működő légsavarnál, a lapátszelvények húrjai és az eredő szél sebességvektorjának iránya közt mérhetők. Kimutatható a mai, állítható légsavarok lapáthosszának mentén keletkező, változó mértékű hiba, valamint meghatározhatók a jelenlegi lapátszög-szabályozás útján elérhető kompenzáció határai. A találmány szerint javasolt megoldás egy légsavarokhoz fejlesztendő torziós lapát, melynél a lapát alakjának változását a lapáton kívülről lehet irányítani. Önmagában a torziós technika alkalmazására való törekvés egyidős a repülőgépek használatával.

A technika állásában több olyan megoldás van, ahol egy fő tartórúd körül elforgatható módon felerősített profilok sorozata található, esetenként rugalmas harisnyába húzva, az elcsavarást pedig a két végponti profil mozgásával érik el.

Az EP0522035 (A1) és az US5284419 (A) szabadalmi iratokban leírt eszköz egy csavarható lapátokkal ellátott légszár. A fix (a légszár lapátjának tengelyéhez képest nem mozgatható) fő rúd mellett mindkét irányban elmozdítható rudak (rod) futnak végig a lapátban, ezzel merőlegesen újabb keresztrudak vannak elhelyezve, ezek tartják a levegővel érintkező felületi darabokat. A középső héjazati elemek passzívan követik a rudazat elmozdulását, amikor az irányító szerkezet két meghatározott héjazati elemet egymáshoz képest elcsavar a rudak elmozdításával. A héjazati elemek így egy elcsavart felületet alkotnak a rugalmasan felfüggesztett szelvény-füzér középső tengelye körül. Külön tárgyalja a szabadalmi irat annak a problémáját, hogy a héjazati elemek darabjainak illeszkedésénél felületi egyenetlenségek állhatnak elő, ezt pl. javítani lehet akkor, ha a héjazat elemei képesek csavarodásra. E megoldás a lapát alakváltásának talán legrégebbi megoldását tökéletesíti azzal, hogy a szomszédos szelvények elmozdulását kisimítja. E megoldás hátránya a bonyolultság, a nagy súly és hogy a szélesebb, pl. elliptikus lapát alaprajzokat nem, vagy csak kevéssé támogatja. Alkalmazása csak a helikopter rotorlapátok esetében lehet célszerű.

A CN102887222A számú kínai szabadalmi irat egy moduláris, sávokból álló, külső rugalmas huzattal ellátott lapátot ismertet. A szabadalmi leírás szerint itt is megtalálható a fix és szilárd rúd, mely végigfut a lapát teljes hosszán. A lapát itt szeletekre van osztva, tehát csak egy irányból osztott (a rúddal párhuzamosan nem), a szeletek oldalai merőlegesek a rúdra. Ezek vannak felfűzve a lapáton végigfutó rúdra. A rudat végig a lapát hosszán egy csőtengely veszi körül, erre van ráerősítve az összes szárny-szelet. A csőtengely mozgását követik a szárny szeletei. A lapát távolabbi végénél a csőtengely fixen/szilárdan hozzá van erősítve a lapáton végigfutó rúd végéhez. A lapát tövéénél található az elforgató szerkezet, mely ebben az esetben a csőtengelyt mozgatja. A csőtengely elfordulásával csavarodik a szárny. A csőtengely tulajdonságainak, paramétereinek módosításával lehet variálni a lapát csavarodását. A szabadalmi leírás szerint kell egy „tetszőleges” (tehát nem lineáris) függvény, amely szerint az elcsavarás szöge változik a rádiusz mentén. Az elforgatható profilokat olyan rugókkal erősítik a főtartóhoz, amelyek rugóállandója a

„tetszőleges” függvény szerint változik a rádiusz mentén. Az eredő elcsavarodásának alakulását a rugók keménysége határozza meg.

Az ehhez hasonló DE 2164648 szabadalmi irat esetében a csavarható lapátot egy külső huzat borítja, mely rá van erősítve a belső szerkezetre. Belül egy merev lap, kúpalakú állítócső és szalagok és egy elliptikus formájú héjazat található. Az elcsavarás rádiuszmenti eloszlása nem lineáris, hanem egy „tetszőleges” függvény szerint alakul. Külön vezérlési mechanizmus hivatott biztosítani, hogy az elemi rádiuszmenti elcsavarások mértéke megfeleljen a fenti „tetszőleges” függvénynek. A légcavar elsődleges vezérlésétől kapott jelet a külön vezérlési mechanizmus saját belső algoritmusával segítségével feldolgozza, és az így kapott eredmény alapján hajtja meg és vezérli a különböző lapát-szeletek elfordulását.

Az US2007217917 (A1) számú irat által ismertetett moduláris felépítésű lapátszerkezet esetében az egyes lapátelelemek háromdimenziós profilúak, illetve a lapát vége előnyös vonalvezetésű, a tömegeloszlás pedig kedvezőbb egyéb megoldásokhoz képest. A lapát élén lévő „hatékony zóna” nagysága növelhető.

A GB2464678A brit szabadalmi irat csavarható lapátokról ír, mely helikopterek rotorjához használható. Ennél a megoldásnál ugyancsak megtalálható a lapátban végigfutó fix rúd („árbóc”), mely a lapát végéhez is fixen rögzítve van. A rúd csak a végén kapcsolódik a lapáthoz, a lapát egyéb részein elfordítható a rúd és a lapát. A csavart elrendezést a lapát tövének elfordításával érik el, melyet több aktuátor és imbolygótárcsa segít. A lapát tövének elcsavarása mindig kisebb, mint a lapátvégeké.

Ugyancsak helikopterek légcavarjához használatos az US2014154074 (A1) számú szabadalmi irat által ismertetett találmány. A lapát végét egy olyan működtető mechanizmussal mozgatják, mely a lapáton kívül található, de a lapát végére a lapátban vezetett rúd segítségével hatást fejt ki. Ugyancsak párosítható ehhez egy hasonló működtető mechanizmus, mely a lapát tövét forgatja hasonló elvek mentén, de adott esetben az ellenkező irányba. Ezzel a felépítéssel a rotor lapátját dönteni és csavarni is lehet.

Az igen hosszú és hajlékony (ezért lengő-lobogó) helikopter rotorlapátok speciális kompenzációs igényeit szolgáló megoldás az US2011211959 (A1) szabadalmi irat, melynek egy adaptív módon

csavarodó rotorlapát a tárgya. A lapát belsejében vázként egy kompozit anyagból készített anizotróp belső sáv fut végig, mely a szárny belsejében bizonyos pontokon rögzítve van a külső borításhoz. A csavarás a lapát mozgásából származó centrifugális erő miatt jön létre, nem aktuátor mechanizmus hozza létre. Az EP 2402246 A1 irat megoldásánál légszárny egy fő tartószerkezeten keresztül van rögzítve egy sebességváltó vagy motor karimájához. E megoldás nem alkalmas céljainkhoz.

Az US2677928 A irat megoldása tekinthető közeli technika állásának, és egy javított tulajdonságú légszárnyra vonatkozik, ahol a lapátok elcsavarásának szabályozását javasolják. A megoldás elve régi, és nem vált be, a veszteségek és a csökkent hatásfok megmarad, továbbá sehol sem alkalmazzák, legfeljebb korlátozottan helikopterek rotorjainál.

A legtöbb korábbi megoldásban közös hátrány, hogy az elcsavarás szögének csak a lineáris eloszlása valósítható meg a lapát hossztengelye, vagyis a rádiusz mentén. Emiatt a tervezési pont kivételével, minden attól eltérő fordulatszámra és/vagy sebességre átesési zónák és fékező zónák, azaz a hajtóerő szempontjából veszteségek jelennek meg a lapát hossza mentén.

Egyes megoldások hosszú, rugalmas „harisnyát” javasolnak, amelybe a lapát-szerkezetet bele kell bújtatni. Ezek hátránya egyrészt az, hogy a harisnyát érdemben csak egy helyen, a tövénél lehet rögzíteni, a rögzítési pont közelében pedig igen nagy szakító feszültségek keletkeznek a fordulatszám magasabb értékeinél. A másik problémát a harisnya ráncosodása okozhatja. Ez a nagyobb elcsavarási szögek esetén fenyeget azzal, hogy a lapátszelvények keresztmetszetét eltorzítja. Ekkor az aerodinamikailag előnyös szelvény profilok helyett amorf, ugyancsak veszteségeket okozó, spontán profilok alakulnak ki.

Újabban pl. az emlékező fémek és az elasztikus (nem összetett, esetenként csak hullámosított) borító anyagok alkalmazása is felmerült a torziós technika terén. Az alakváltó technológiát inkább repülőgép szárnyak, mint légszárnyak vonatkozásában fejlesztik.

A technika állása szerinti légszárnyak túlnyomó része két fő csoportra oszthatók. Ezek a fix állásszögű és a változtatható állásszögű, vagy állítható légszárnyak. Mindkét csoport közös jellemzője, hogy az alkalmazott lapátok merev testek, amelyeket egy bizonyos állandó elcsavarással gyártottak le. Ezek a lapátok a lapát menti légáramlások eredőjének (az eredő

szélnek) csak egy bizonyos szög-eloszlásához illeszkednek a légsavar rádiusza mentén. Amikor az eredő szél szög-eloszlása eltér a számítottól, a légsavarok hatásfoka romlik. Az állítható légsavarok esetében ez a romlás részben kompenzálható a merev lapátok elforgatásával, azonban a lapátvégeken és a lapát tövénél így is fokozatosan növekszik a gyengén teljesítő, rossz hatásfokú zóna.

Összességében a mai légsavarok munkatartománya meglehetősen szűk, és ebből több hátrány is származik. Egyrészt már a gyártásnál el kell dönteni, hogy alacsony, vagy magas sebességű lesz-e a légsavar. Ez különösen a fix állásszögű légsavarok esetén jelent erős korlátozást. Az ilyenekkel hajtott repülőgépek általában alacsony sebességűek, mivel a gyors légsavarral felszerelt gépek csak külső rásegítéssel (pl. katapultból kilőve) képesek felszállni. A sebesség növelése érdekében a motor fordulatszámát lehet növelni, ebben az esetben viszont a lapátvégek kerületi sebessége extrém értékeket vesz fel. Megközelíti, sőt meghaladja a hangsebesség értékét. A sebesség ugyan korlátozottan növelhető ezzel a módszerrel, de sohasem annyira, hogy a repülésre alkalmas, teljes szubszonikus sebességtartományt a gép ugyanazzal a légsavarral ki tudja használni.

Munkatartományon az axiális sebességnek (V_{ax}) és/vagy az ADVANCE RATIO (J) előrehaladási foknak azt a tartományát értjük, amelyben a légsavar hatásfoka (η) kellően magas vagy elfogadható. Mint azt fentebb részletesen is kifejtettük, a szakirodalom adottságnak tekinti a légsavarok szűk munkatartományát.

Az ismert rugalmas hártyákkal, emlékező és/vagy hullámosított fémburkoló lemezekkel megoldott héjazatokra jellemző, hogy intenzíven deformálódnak, ezért ellenállást fejtenek ki az alakváltozással szemben. A külső lapátfelületen puhább és keményebb felületrészek váltogatják egymást, ami az áramlás sebességétől is függő légellenállás növekedést okozhat (t.i. a külső nyomás hatására egyenetlenné válhat a felület, ha merevsége helyenként más és más). Nagyobb elcsavarásoknál a „harisnya”-megoldások már nem képesek a rudazat elmozdulásainak pontos követésére, extrém módon deformálódnak, felráncosodnak, és a lapátszelvények profiljai elvesztik aerodinamikailag előnyös alakjukat. Szakmai előítélet, hogy a héjazat hermetikus jellege fontos, ez pedig korlátokat jelent a tervezés és gyártás során.

A találmány célja az eddigi megoldások hibáinak, hiányainak kiküszöbölése, az optimális elcsavarás jobb megközelítése, és egy olyan szerkezet kialakítása, amelynek a hatásfoka a technika állásához képest jobb, amelynél az elcsavarás szöge eltérő értékeket vehet fel a lapát hossz tengelye, a rádiusz mentén, vagyis az egységnyi rádiuszra eső elcsavarás szöge (a fajlagos torzió mértéke) más mértékű lehet a lapát tövében és más a lapátvég közelében. Cél az is, hogy a jelenleg elterjedt légcsavarokkal csereszabatos legyen, ne essen át, így az eddigieknél biztonságosabb legyen.

A feltalálói tevékenység azon a felismerésen alapul, hogy a lapát menti légáramlások eredőjének változásaira tekintettel megőrizhető az ideális vagy ahhoz közeli lapátszög eloszlás, ha – a széllel együtt – a lapátok geometriája is megváltozik. Ehhez a lapátok vitorlaszerű, azaz alakváltó, és így önmagában nem merev anyagból történő kialakítása szükséges. A légcsvavar hatásfoka ugyanis nő az olyan csavart lapáttal szerelt légcsvavar esetében, ahol nem lineáris a szögváltozás (a torzió) a lapát mentén. A lapát menti légáramlások eredőjéhez alkalmazkodó lapátforma az alakváltó lapátok speciális belső rudazatának elmozgatása révén biztosítható, ahol a tartórudak elmozdítása a lapátot elcsavarja, folyamatosan biztosítva a lapátszelvények pontos hozzáigazítását a mindenkori optimumhoz, azaz az adott helyzetben optimális beállítási szöghöz.

A kitűzött célnak megfelelően a találmány szerinti megoldás legáltalánosabb megvalósítási formáját az 1. igénypont szerint valósíthatjuk meg. Az egyes kiviteli módokat az aligénypontokban ismertetjük.

A találmány javított tulajdonságú légcsvavar légi járművekhez, amely agyra szerelt lapátszerkezetet, erőátviteli egységet, fő tartószerkezetet tartalmaz. A találmány jellegzetessége, hogy a lapátszerkezet az agyhoz hozzáerősített és a lapátszerkezet belépőélének gerincét alkotó árbocrúd és az árbocrúd mellé sorolt legalább egy darab segédárbocot tartalmaz, az árbocrúdra merevítő szárral bíró, elfordítható távtartó-merevítő idomok vannak felhúzva, a merevítő szárok moduláris elemekkel vannak burkolva, az egymáshoz átlapolással illesztett, hajlékony moduláris elemek pedig héjazatot alkotnak.

A találmány egyik kiviteli példája szerint a segédárbocok az agy forgástengelye körüli elmozdulásra alkalmas segéd árboc tartóidombba vannak ültetve, továbbá a segédárbocok billentésére alkalmas távtartó-merevítő szárral vannak kapcsolatban. A távtartó-merevítő

idomok merevítő szárai villaszerűen ölelik át az elfordításukra alkalmas egy vagy több segéd árbocot.

Egy másik lehetséges példa szerint az árbocrúd a lapátszerkezet belépő élével párhuzamos tengelyű, az árbocrudat és a távtartó-merevítő idomok árbocrúdra húzott részét a moduláris elemekhez erősített gallérok burkolják, a moduláris elem és a gallér héjazat modult alkotnak. A moduláris elemek egymáshoz képest elmozdítható módon csatlakoznak egymáshoz, valamint a moduláris elemek egy vagy több szomszédos távtartó-merevítő idomhoz vannak csatlakoztatva oly módon, hogy egy moduláris elem legalább egy távtartó-merevítő idom merevítő szárához fixen van hozzáerősítve, a moduláris elem (6) egy szomszédos távtartó-merevítő idom merevítő szárához oly módon van hozzárendelve, hogy a szomszédos távtartó merevítő idom és a moduláris elem elmozdulhatnak egymáshoz képest, továbbá a moduláris elem legalább részben metszi azt a merevítő szár tengelyével párhuzamos vonalat, amely párhuzamos vonal az adott szomszédos merevítő szár tengelyét metsző, a lapátszerkezet felszínére merőleges sík és a lapátszerkezet felszíne síkjának metszésvonala.

További kiviteli példa lehet, hogy az árbocrúd és/vagy a segéd árbocrudak keresztmetszetének átmérője az agytól távolodva fokozatosan csökken. Az agyhoz az árbocotó távtartó-merevítő szár útján csatlakozik, a távtartó-merevítő szárhoz távtartós fogaskerék, a távtartós fogaskerékhez pedig fogasléc és csúszólap van hozzárendelve. A lapátszerkezet rugalmas záróelemmel van lezárva. A héjazat nem teljesen zárt. A fő tartószerkezet az üreges agyon keresztül munkahengerhez van rögzítve, a lapátszerkezetek pedig az agyba ültetett csapággal kapcsolódnak az álló fő tartószerkezethez.

Találmányunk megvalósítása során megoldottuk, hogy a légcsavar ne essen át, ezzel megszűnjön a propelleres gépek egyik fő veszélyforrása. A lapátok térbeli deformációját leíró függvény ugyanis azonos azzal a függvénnyel, amely szerint az eredő szél iránya változik a rádiusz mentén. A legyezőszerű rudazattal olyan térben mozgatható rácpontokat alkotunk, amelyek az eredő szél irányának radiális eloszlását leíró csavart felületen fekszenek.

E megoldással – a biztonság növelésén túl – a korábban kifejtett szakmai előítéletet is legyőztük. Már említettük, hogy a szakma és a szakirodalom adottságnak tekinti a propellerek szűk munkatartományát. A repülési ciklus során az axiális sebesség szükségszerűen változik, hiszen el

kell indulni és a végén le kell szállni. Ezen kívül manőverezünk is, gyorsítunk, lassítunk, kanyarodunk stb. Így a légsavart gyakran működtetjük a tervezési pontjától eltérő paraméterek mellett. A tervezési ponttól távolodva hatásfokuk meredeken zuhan és a repülési ciklus jelentős részében 20-30% körül mozog. A jelenlegi lapátok merev testek, amelyek elforgatva egyszerre javítják és rontják az eredő szél és a lapátszelvények közötti szög-különbség értékét. Az elérhető javulás azonban sohasem elegendő arra, hogy pl. a gép ugyanazzal a légsavarral végig repülhesse a teljes szubszonikus sebességtartományt. Találmányunk viszont az ideális (vagy ahhoz közeli) lapátszög eloszlást megőrzi azzal, hogy merev lapátok helyett alakváltó lapátokat használ, így az eredő szél változásaival együtt a lapátok geometriáján is változtatunk.

A találmányt a továbbiakban kiviteli példák kapcsán, rajzok alapján mutatjuk be közelebbről.

A mellékelt rajzokon az

1. ábra a lapátszerkezet sematikus rajza kitörésekkel, a
2. ábra a lapátszerkezet rudazatának sematikus rajza, a
3. ábra a lapátszerkezet borításának hajtogatási vázlata, a
4. ábra a légsavar egyik kiviteli példájának előlnézeti vázlata excentrikus aggyal, az
5. ábra a 4. ábra oldalnézete, a
6. ábra a 7. ábra A-A metszete, a
7. ábra excentrikus aggyal ellátott légsavar szerkezetének oldalnézeti vázlata, a
8. ábra a 9. ábrán felvett C-C metszet, a
9. ábra egy a légsavar munkahenger részének hosszmetszeti vázlata, a
10. ábra a 11. ábra B-B metszete, a
11. ábra koncentrikus aggyal ellátott légsavar szerkezetének oldalnézeti vázlata, a
12. ábra egy lapátvég vázlata, a
13. ábra a lapátszerkezet egyik kiviteli példájának vázlata aerodinamikai profil részekkel, a
14. ábra lapátszelvények profil részekkel.

Az 1. ábrán a változó alakú 11 lapátszerkezetet mutatjuk be. Feltüntetjük a merev 1 árbocrudat, a 2 segédárbocokat, az excentrikus 3 agyat, a 17 segéd árboc tartóidomokat, a 2 segédárbocok elfordulásának 4 forgástengelyét, a 3 agy és a légsavar forgástengelyét 9, a 8 árboctövet, amely az 1 árbocrudat rögzíti, az 1 árbochrúdra felhúzott 5 távtartó-merevítő idomokat, amelyekkel egy

egységet képeznek a villaszerű 16 merevítő szárak. A 16 merevítő száron a 6 moduláris elemek vannak elhelyezve, amelyek a 18 gallérokkal együtt a 15 héjazatot alkotják. A 6 moduláris elemek hajlékony, rugalmas anyagból, például kevlár-kompozícióból vannak kialakítva, és célszerűen teflon bevonatúak. Látható még az 1. ábrán a 7 párhuzamos vonal és a 10 belépőél.

Az 1 árbocrúd a 8 árboctő útján fixen van a 3 agyhoz erősítve, azzal együtt forog. A példaként három darab, és egymástól eltérő hosszúságú 2 segéd árboc töve a 17 segéd árboc tartóidomban van rögzítve. A 17 segéd árboc tartóidom a 8 árboctő és a vele egytengelyű, a 3 agy részét képező csomk között elhelyezkedő, 4 forgástengellyel rendelkező fix tengely körül tud legyezőszerűen elfordulni. Az 1 árbocrúd a lehető legközelebb helyezkedik el a 10 belépőélhez, gyakorlatilag a 10 belépőél gerincét alkotja az 5 távtartó-merevítő idomok és a 18 gallérok útján. Az 5 távtartó-merevítő idomok olyan rögzítéssel, pl. csapággyakkal vannak az 1 árbochoz csatlakoztatva, mely az 1 árbochoz képest csak az 1 árbocra merőleges síkban, az 1 árboc, mint tengely mentén történő elmozdulást tesz lehetővé.

A 2. ábrán megfigyelhetjük az 1 árbocrudat, a 2 segédárbockat, a 1 árboc 8 árboctővét, az 5 távtartó-merevítő idomot, a 3 agyat a 3 agyhoz rendelt tengely 4 forgástengelyét és az 5 távtartó-merevítő idomok 16 merevítő szárát. Az 5 távtartó-merevítő idom 16 merevítő szárának jellegzetességei:

- meghatározzák a 11 lapátszerkezet szelvényeinek aerodinamikai jellemzőit;
- meghatározzák a 11 lapátszerkezet alaprajzát;
- vezetik az elmozdítható 2 segéd árbocrudat;
- tartják a 6 moduláris elemeket.

Az 5 távtartó-merevítő idomok számának növelésével – a moduláris osztás finomításával – javítható a 11 lapátszerkezet felületének simasága, csökkenthető a szerkezetből adódó eltérés az ideális lapátív vonalától.

Az 1 árbocrúd és/vagy a 2 segéd árbocrudak keresztmetszetének átmérője a 3 agytól távolodva fokozatosan csökken. Ugyanakkor olyan kiviteli példa is van, hogy az átmérők nem csökkennek. A kúpos rudazat alkalmazásával lehetővé válik a 11 lapátszerkezet profiljának további alakítása, finomítása. Így a 11 légcsavarszerkezet lapátvéghez közeledve a 15 héjazat szelvényei egyre

vékonyabbak lehetnek, amely – a súlycsökkentésén túl – a mechanikai feszültség egyenletesebb eloszlását teszi lehetővé.

A különböző (pl. hosszú, keskeny) lapát alaprajzok megvalósíthatósága érdekében a két fő rudazati elem, vagyis az 1 árbocrúd és a minimum követelményként megadott egy darab 2 segéd árboc mellett további (saját hajtással nem rendelkező) elmozdítható lapát tartórudak kerülhetnek elhelyezésre a 11 lapátszerkezetben. Kettőnél több 2 segéd árboc alkalmazása szükséges minden olyan esetben, amikor a lapát alaprajza korlátozza az 5 távtartó-merevítő idom 16 merevítő szárának hosszát. Ilyenkor, egy adott rádiusz értéken túl, a 16 merevítő szárak már nem érhetik el az (5. ábrán bemutatott és a 7. ábrán belső szerkezetileg ábrázolt) 13 erőátviteli egység által kitérített 2 segéd árbocokat.

A passzív mozgást végző, tehát nem kitérített árbocszerű rudak megfelelő mozgását és beállítását az 2 segéd árbocok 4 forgástengelyéhez közeli, a 2 segéd árbocot még elérő 5 távtartó-merevítő idomok biztosítják. A lapátrádiusz növekedésével a 13 erőátviteli egység által kitérített 2 segéd árbocok szabályozó szerepét mindig a 10 kilépő élhez legközelebb álló passzív mozgást végző rúd veszi át. A passzív mozgást végző, árbocszerű rudak szükséges darabszámát és egyedi hosszát a 11 lapátszerkezet szilárdsági/merevségi követelményei, valamint a megvalósítandó lapátalaprajz határozzák meg.

A 3. ábrán a 16 merevítő száron elhelyezett 6 moduláris elemek ún. hajtogatási tervét figyelhetjük meg. A 6 moduláris elemek a 16 merevítő szárra felhúzható 14 fülekkel rendelkeznek. A 6 moduláris elemek feladata, hogy az 1 árbocrúd, a 2 segéd árbocok és az 5 távtartó-merevítő idomok 16 merevítő szárai által csak fő pontjaiban meghatározott, és szükség szerint változó konfigurációt aerodinamikai szempontból folyamatosan hatásos lapátfelületté alakítsák úgy, hogy közben a lapát belső rétegeiben működő 2 segéd árbocokat és a 16 merevítő szárat ne akadályozza szabad mozgásukban.

A 6 moduláris elem egyik oldalán úgy csatlakozik az 5 távtartó-merevítő idomhoz, hogy a 6 lapáthéj moduláris elembe lévő 14 fül pontosan illeszkedik a villaszerű 16 merevítő szár ágára, a 6 moduláris elem a 16 merevítő szárat minden irányból körül öleli. Az ilyen módon ráhúzott 6 moduláris elem elmozdulásmentesen van csatlakoztatva a 16 merevítő szárra. A rögzítés szilárdságát szükség esetén ragasztással, öntéssel vagy más hasonló módon lehet fokozni.

Az egymással szomszédos 6 lapáthéj moduláris elemek ugyanakkor egymáshoz képest elmozdítható módon vannak csatlakoztatva egymással. Ezek a 6 lapáthéj moduláris elemek egymáshoz is csatlakoztatva vannak oly módon, hogy egymáshoz képest elmozdíthatóak: bizonyos irányokban elmozdulhatnak, elcsúszhatnak egymáson, egymáshoz képest. A 17 moduláris felépítésű héjazat elemeinek javasolt elrendezése hasonlítható a halpikkelyek vagy a tetőcserepek elrendezésére, melyek részleges átlapolás útján egymással összeköttetésben vannak, jóllehet nincsenek rögzítve egymáshoz. A 6 lapáthéj moduláris elem úgy van elhelyezve az 5 szomszédos távtartó merevítő idom mellett, hogy azt palástszerűen két irányból (a légsavar lapát két külső lapja irányából) átöleli.

A 6 moduláris elemek egymáshoz képest elmozdítható módon csatlakoznak egymáshoz, valamint a 6 moduláris elemek legalább két szomszédos 5 távtartó-merevítő idomhoz vannak csatlakoztatva (kivéve a radiális irányban mindenkor legkülső 6 moduláris elemet, amely szükségszerűen csak egyhez) oly módon, hogy egy 6 moduláris elem legalább egy 5 távtartó-merevítő idom 16 merevítő szárához fixen van hozzáerősítve, míg ugyanazon 6 moduláris elem legalább egy másik szomszédos 5 távtartó-merevítő idom 16 merevítő szárához oly módon van hozzárendelve, hogy a szomszédos 16 távtartó-merevítő idom és a 6 moduláris elem elmozdulhatnak egymáshoz képest. A 6 moduláris elem legalább részben metszi azt a 16 merevítő szár tengelyével 7 párhuzamos vonalat, amely 7 párhuzamos vonal az adott szomszédos 16 merevítő szár tengelyét metsző, a 11 lapátszerkezet felszínére merőleges sík és a 11 lapátszerkezet felszíne síkjának metszésvonala.

A moduláris 15 héjazat egymással összekapcsolódó 6 moduláris elemeinek száma és mérete szabadon megválasztható. Ezzel a 16 merevítő szárak hossza, vagyis a légsavar rádiusza és a lapátfelület nagysága tetszés szerint növelhető.

Aerodinamikai szempontból közömbös, hogy a légsavar 15 héjazata hermetikus-e vagy sem. Az áramlást befolyásoló felületrészek összessége az, ami döntő hatást gyakorol a légellenállás és a légsavar hatásfokának alakulására. Ez függetlenül attól, hogy a 15 héjazat részei légmentesen kapcsolódnak-e egymáshoz vagy sem. Ez a felismerés a technika állásából ismert zsákszerű huzatokhoz fűződő szakmai előítélet meghaladását is lehetővé teszi, és lehetőséget ad előnyösebb moduláris 15 héjazat kialakítására.

A 4. ábrán a légsavar egy példakénti előlnézetét láthatjuk excentrikus 3 aggyal. Megfigyelhetjük a 2 segédárbocok legyezőszerűen kinyílt alakját, a 6 moduláris elem és a 18 gallér által képzett 23 héjazat modult, és a 23 héjazat modulokból álló 15 héjazatot. Feltűntettük a 4. ábrán a légsavarok önmagában ismert 19 takaró idomának körvonalát is.

Az 5. ábrán oldalnézetben láthatjuk a 13 erőátviteli egységet, a körötte elhelyezkedő 19 takaró idomot, a 3 agyat és a rövidített szerkezetű 21 fő tartószerkezetet. A lapátok jelen esetben 22 vitorlaállású lapátszerkezetként kerültek ábrázolásra. A belső rudazatot az 2 segéd árbocrudak elmozdításával a 24 munkahengert is magában foglaló 13 erőátviteli egység mozgatja. A 11, 22 lapátszerkezet alakjának változását eredményező mozgások a rudazatban vezérelhetők távirányítással a pilóta kívánsága szerint, illetve létrejöhetnek automata szabályozó rendszer által vezérelten is.

A 7. ábrán és annak az A-A metszetét bemutató 6. ábrán egy hidraulikus erőátviteli megoldás kiviteli példája látható. A 6. ábrán feltűntettük az excentrikus 3 agyat, a 30 távtartós fogaskereket, a 31 csúszólapot, a 32 fogaslécet, a 29 merevítő szárat és az 1 árbocrudat. A 7. ábrán feltűntettük továbbá a 2 segédárbocokat, a 26 fő tartószerkezetet, a 24 munkahengert, ennek 25 dugattyúját, a 34 motor fogaskereket, a 35 meghajtó fogaskereket és a repülőhöz, drónhoz tartozó 44 géptestet. A 2 segédárbocból 11 lapátszerkezetenként 3 darab van kiviteli példáinkban, de számuk – méretezéstől és lapátalaktól függően – egytől több darabig változhat. A 7. ábrán a 11 lapátszerkezetek belső rudazatának, az 5 távtartó-merevítő idommal egy alkatrészdarabot képező 16 merevítő szárnak az elmozdításához szükséges erőtovábbító forrás egy központi helyzetű, kétirányú működésű hidraulikus 24 munkahenger. A 24 munkahenger 25 dugattyúja egy pontosan megmunkált külső peremben végződik, amelynek felülete alkalmas a nagy sebességgel mozgó 33 görgők vezetésére. A 24 munkahenger a géptesthez csatlakozó 26 fő tartószerkezeten van rögzítve, és nem vesz részt a légsavar forgó mozgásában.

A 26 fő tartószerkezet szilárdsága elegendő kell legyen a légsavar és a géptest között fellépő valamennyi húzó-toló és hajlító erő átvitelére. Csavaró erőnek a 26 fő tartószerkezet nincs kitéve, mivel azt a 34 motor fogaskerék viszi át. A 11 lapátszerkezetek az üreges, excentrikus 3 aggya vannak beültetve, mely utóbbit 27 csapágyakkal rögzítünk a 26 fő tartószerkezethez. Így a lapátok megforgatásához szükséges csavaró nyomaték a hajtómotortól a 34 motor fogaskeréken és a 35

meghajtó nagyfogaskeréken át jut el az excentrikus 3 agyhoz. Mivel húzó-tolóerők is ébrednek a 11 lapátszerkezeteken, ezért a 27 csapággy alkalmas ezek átvitelére is, így a 27 csapággy golyós-, vagy szembefordított kúpgörgös csapággy.

A hidraulika ilyen kialakítása lehetővé teszi, hogy egy darab központi 24 munkahengerrel tetszőleges számú torziós 11 lapátszerkezet alakváltását vezéreljük és működtessük. A forgó 11 lapátszerkezetek elcsavarásához a nem forgó 25 dugattyú elmozdulásait kell közvetíteni a lapátok 1 árbocrúdjához és 2 segéd árbocaihoz. Kiviteli példánknál erre a célra a 33 görgőkből, az acél 31 csúszólapokból, a 32 fogaslécéből, és a célnak megfelelően átalakított 29 távtartó-merevítő szárból felépített átviteli lánc szolgál.

A 29 távtartó-merevítő szár sajátosságai:

- szabadon elforog az 1 árbocrúd körül;
- alsó, fogaskerekes rész tartozik hozzá;
- nem tartozik hozzá 6 moduláris elem;
- feladata a 2 segédárbcok kibillentése, pontosan a pilóta vagy a szabályozó rendszer által megadott szögben;
- merev felépítésűek.

Normál üzembn a 11 lapátszerkezetek forgó mozgást végeznek, míg a 26 fő tartószervezet és a 24 munkahenger helyzete – a géptesthez képest – mozdulatlan. A 11 lapátszerkezetekkel együtt forgó 31 csúszólapok, a rajtuk található görgőzött kivágások segítségével a 25 dugattyú peremébe kapaszkodnak. Az üreges, excentrikus 3 agyba mart, sint alkotó hornyok lehetővé teszik, hogy azokban a 31 csúszólapok axiális irányban elmozdulhassanak. A görgős kapcsolat, valamint a hornyokban lehetséges, axiálisan szabad mozgás biztosítja, hogy a 31 csúszólapok folyamatosan kövessék a 25 dugattyú axiális elmozdulásait.

A 31 csúszólapokon rögzített 32 fogasléc darabok a 29 merevítő szár tő-közeli részén található fogaskerekkel kapcsolódnak. Ezért a 31 csúszólapok elmozdulásait kényszerűen követi a 29 távtartó-merevítő szár elfordulása az 1 árbocrúd, mint tengely körül. Az 1 árbocrúdra merőleges síkban elforduló 16 merevítő szárok nem csak kibillentik és elforgatják a 2 segéd árbcokat azok forgástengelye körül, hanem fixen meg is tartják azokat új pozíciójukban.

A 29 távtartó-merevítő szár által terelt 2 segéd árbocok legyezőszerűen nyílnak és záródnak, mivel elrendezésük, azon belül forgástengelyük helyzete ezt lehetővé teszi számukra. Az elrendezés célja, hogy az 5 távtartó-merevítő idomok, a 6 moduláris elemek és 18 gallérok segítségével, de elsődlegesen az 1 árbocrúd és a 2 segéd árbocok (vagyis a belső rudazat) által létrehozott, hasznos lapátfelület mindenkor (vagyis dinamikusan) az eredő szél radiális eloszlásához igazodó, radiálisan változó szögű szeleteket – összességében felületi csavarodást – alkothasson.

A 8. ábrán a 24 munkahenger látható, míg a 9. ábrán a 8. ábrán felvett C-C metszetben figyelhetjük meg a 24 munkahengert és az elmetszett excentrikus 28 agyat. A 9. ábrán megfigyelhetjük még a 25 dugattyút, a 27 csapágyat, a 26 fő tartószerkezetet és a 44 géptestet.

A 10. ábra a 6. ábrához, míg a 11. ábra a 7. ábrához hasonló kiviteli példát mutat be, de az üreges agy jelen kiviteli példánknál a koncentrikus 36 agy. A 10. ábrán láthatjuk a 2 segéd árbocot, a 26 fő tartószerkezetet, a 31 csúszólapot, a 32 fogaslécet, a 36 agyat és a 38 segéd árboc tartóidomot. A 11. ábra a fentiekén túl ábrázolja még az 1 árbocrudat, a 33 görgőket, a 37 távtartó gyűrűket, a 29 távtartó-merevítő szárát, a 35 meghajtó fogaskereket, a 34 motor fogaskereket és a 44 géptestet. A 2 segéd árboc befogási pontja excentrikus 3 agynál a 17 segéd árboc tartó idom, míg koncentrikus 36 agynál a gyűrű alakú 38 segéd árboc tartó idom. Az 5. ábrán látható 21 fő tartószerkezet és a 26 fő tartószerkezet, valamint a koncentrikus 28 agy és 36 agy között az a különbség, hogy a 26 fő tartó szerkezet és a koncentrikus 36 agy kiviteli példájánál a hengeres szakaszok hosszabbak.

Az excentrikus 3, 28 agy és a koncentrikus 36 agy kiviteli példáinak vannak előnyei-hátrányai, az alábbiak szerint. Az excentrikus megoldásnál az 1. ábrán látható 2 segéd árbocrudak elfordulási tengelyének 4 forgástengelye párhuzamos a légsavar 9 forgástengelyével, míg koncentrikus megoldásnál a két 4, 9 forgástengely egybe is esik.

Az excentrikus megoldás jobban szerelhető, egyszerűbben karbantartható 3 agyat biztosít, azonban a matematikai hiba (a görbék közti különbség) nem érheti el a nullát. Így kisebb sebességeken, a lapátok töve közelében hatásfokromlás léphet fel, ugyanakkor fékező szélkerék üzemmód nem léphet fel ez esetben sem. A koncentrikus megoldásnál 100 %-os matematikai egyezés van a görbék között, azaz a sebességvektorok iránya és a 11 lapátszerkezetek szelvényeinek húrvonalai között a teljes rádiusz tartományban. Ezért ez a megoldás a lehető

legnagyobb hatásfokjavulást biztosítja. Hátránya viszont, hogy a 11 lapátszerkezet javításához az egész légsavart szét kell szedni. Excentrikus megoldásnál a 2 segéd árbocokat (1. ábra) a 17 segéd árboc tartóidomok tartják, míg koncentrikus megoldásnál a 2 segéd árbocokat a 10. és 11. ábra szerinti, gyűrű alakú 38 segéd árboc tartóidomok.

A 12. ábrán bemutatjuk a 11 lapátszerkezet végét. Láthatjuk az 1 árboc rudat, a 2 segéd árbocokat és a 20 záróelemet. A 20 záróelem elastikus anyagú és részben önbeálló. A 20 záróelem részt vesz a lapátvégi örvénylés alakításában, ezáltal hatással van a lapátvégi veszteségek mértékére.

A 13. ábra egy 11 lapátszerkezet kiviteli példát láthatunk. A 13. ábrán feltüntettük azokat a 43 felerősítési helyeket, ahová a 14. ábrán bemutatott 41 profil elemek kerülhetnek. A 14. ábrán láthatjuk a NACA 0012 szerinti szelvény körvonalat, továbbá a 39 lapátszelvény alapprofilt, a 41 profil elemeket és a 42 kompenzált lapátkeresztmetszetet. A 6 moduláris elemeken a 41 profil elemek sávosan helyezhetők el, azaz az egyes 6 moduláris elemeken hasonló pozícióba kerülnek és a 11 lapátszerkezeten hasonló, optimalizált aerodinamikai hatást fejtenek ki.

A találmánynak számos előnye van. Előnyös, hogy a jelenleg elterjedt légsavaros szerkezetekkel csereszabatos. Ezt úgy érzük el, hogy légsavaronként csak egy-egy hidraulikus munkahengert alkalmazunk. Elkerülhetők a lapátvégek extrém, a hangsebességet megközelítő, vagy azt meghaladó sebesség-értékei. Ez csendesebb üzemet biztosít, és a biztonság javítását szolgálhatja. Nem szükséges, hogy a héjazat hermetikusan zárt legyen, így előnyösebb légsavar szerkezetek is kialakíthatók.

Az átesésre jellemző aerodinamikai jelenségek elkerülhetőek a légsavar felülete mentén, összességében pedig szélesebb sebességtartományban teszi lehetővé a légsavar maximális, vagy ahhoz közeli hatásfokon való működtetését.

Az optimális elcsavarás jobb megközelítése révén a találmány szerint kialakított légsavar teljesítmény/hatásfok vonatkozásában felülmúlja a technika állásához tartozó légsavarokat. Nem kényszerül a lapátvégek hangsebességet megközelítő, vagy azt meghaladó tempójú pörgetésére, ezzel pedig elkerülheti a megnövekedett veszteségekkel járó üzemmódokat. A lapátszög széles tartományban szabályozható anélkül, hogy a lapátok (részben, vagy egészében) kiforognának a szélből, azaz átesnének vagy szélkerékként fékeznék a repülést.

A találmány szerinti lapáttal szerelt légsavar szélesebb tartományban képes elkerülni az átesés/szélkerék üzemmódokat, teljesítménye a fokozott oldalszél (ezen belül a megdőntött helyzetű repülés) esetében is meghaladja majd a hasonló merevlapátos légsavarok teljesítményét.

A találmány szerinti lapátok képesek azonos vagy jobb teljesítményt nyújtani magasabb sebességeken is úgy, hogy kisebb lapátvég-sebességgel, de nagyobb elcsavarással működnek. Ez kisebb zajt és jobb hatásfokot jelent a technika állása szerinti megoldásokhoz képest.

A találmány szerinti lapátok esetében a nagyobb mértékű elcsavarásnál a lapátszög (a szelvények beállítási szöge, vagyis a szelvény-húr és a forgás síkja közötti szög) minimális. Az elcsavarás fokozatos csökkentése a lapátszögek növelését jelenti, a gyakorlatban ez lehet célszerű pl. gyorsításnál. A javasolt konstrukció biztosítja, hogy a szelvények beállítási szög-eloszlása (a rádiusz mentén) mindvégig közelítően megegyezzek a lapát menti légáramlások eredőjének (az eredő szélnek) a forgás síkjával bezárt szögével. A lapátszögek tetszés vagy szükség szerint növelhetők vagy csökkenthetők a manőverezés során. Az egyes húrvonalak szögei nem csak a forgás síkjához képest változnak, hanem egymáshoz képest is. Ez utóbbi jelenti a csavarodást.

A javasolt torziós légsavar lapátok alkalmazásával matematikai analitikai egyezés érhető el a lapát-szelvények húrvonalainak iránya és az eredő szél iránya között, még hozzá közelítőleg minden sebesség- és minden rádiusz-értéken. Ezzel a lapátok állásszöge az előrehaladási fok (ADVANCE RATIO) széles tartományában optimális lehet, ami az előrehaladási fok (ADVANCE RATIO) széles tartományában biztosítja a magas hatásfokot a fordulatszám mérsékelt értékei mellett is. A légsavar hatásfoka a választott utazósebesség igen széles tartományában az elméleti maximumhoz közeli érték.

A moduláris felépítésű héjazat további előnye, hogy kihasználja a légsavar lapát felületén mérhető áramlás domináns, kvázi-állandó irányait, továbbá az elemek egyedi deformációja minimális. Ezáltal moduláris felépítésű héjazat alacsony súrlódás mellett, a rudazati elemek mozgásával szemben kifejtett rugalmas ellenállás megnövekedése nélkül tudja követni a rudazat alakváltozásait, miközben a légsavar lapát külső felülete mindvégig az aerodinamikailag optimális közelében marad. A moduláris felépítésű héjazat megvalósítása könnyebb, gyárthatósága jobb, mint a technika állásához tartozó alakváltó héjazatoké.

A hatásfok növelése üzemanyag megtakarítást eredményez. Amennyiben a gép motorteljesítménye ezt lehetővé teszi, ugyanazzal a légcsavarral repülhetővé válik a teljes szubszonikus sebesség-tartomány – ideértve mind a felszállás hatékonyságát (rövid, ill. normál kifutópálya), mind a manőverezés kényelmét és a csúcssebességen való repülés stabilitását.

Nem várt, gazdasági és gyártási időt csökkentő előnyként jelentkezik, hogy a lapátok mai, bonyolult térbeli forma szerinti előállítás (pl. a 3D tervezés/marás) szükségtelessé válik. Mind a szerkesztés (azon belül a tervezés, a méretek meghatározása), mind a gyártástechnológia szempontjából előnyös, hogy a tervezési munkák nagy része síkban (2D-ben) végezhető.

Elektromos repülőgépek esetében a villamos motorok kedvezőbb (lágyabb) fordulatszám-nyomaték karakterisztikái és jobb szabályozhatósága jobban érvényesülnek a találmány szerinti lapáttal szerelt légcsavar széles munkatartományán, az elérhető hajtási/vezetési optimum-pontok száma megnő. Az adott, ma még általánosan szűk keresztmetszetet jelentő akkumulátor kapacitás nagyobb hatósugarat tesz lehetővé, ha a gépek növelt hatásfokú légcsavarokkal közlekednek.

A találmány alkalmazási területe elsősorban a szubszonikus szállítás repülőinek, drónjainak meghajtása. A fenti példákon túl a találmány az oltalmi körön belül más kiviteli alakban is megvalósítható.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Javított tulajdonságú légszavar légi járművekhez, amely agyra (3, 28, 36) szerelt lapátszerkezetet (11), erőátviteli egységet (13), fő tartószerkezetet (21, 26) tartalmaz, a lapátszerkezet (11) az agyhoz (3, 28, 36) hozzáerősített és a lapátszerkezet (11) belépőélének (10) gerincét alkotó árbocrudat (1) és az árbocrúd (1) mellé sorolt legalább egy darab segédárbcot (2) tartalmaz, az árbocrúdra (1) merevítő szárral (16) bíró, elfordítható távtartó-merevítő idomok (5) vannak felhúzva, a merevítő szárok (16) moduláris elemekkel (6) vannak burkolva, az egymáshoz átlapolással illesztett, hajlékony moduláris elemek (6) pedig héjazatot (15) alkotnak, azzal **jellemezve**, hogy a segédárbcotok (2) az agy (3, 28, 36) forgástengelye (9) körüli elmozduló segéd árbcot tartóidomba (17, 38) vannak ültetve, továbbá a segédárbcotok (2) távtartó-merevítő szárral (29) vannak kapcsolatban. a távtartó-merevítő idomok (5) távtartó-merevítő szárai (29) villaszerűen ölelik át az egy vagy több segéd árbcot (2).

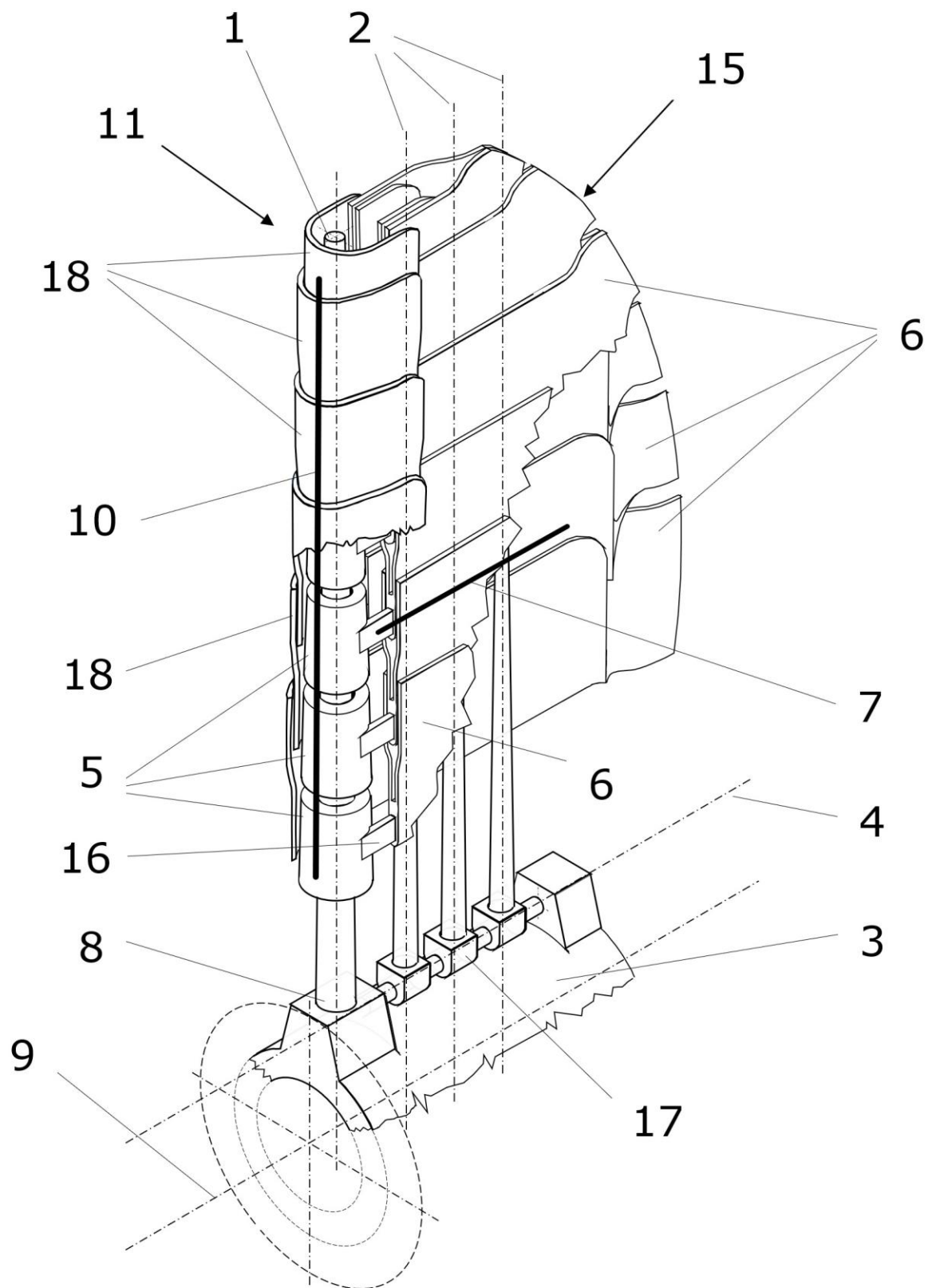
2. Az 1. igénypont szerinti légszavar, azzal **jellemezve**, hogy az árbocrúd (1) a lapátszerkezet (11) belépő élével (10) párhuzamos tengelyű, az árbocrudat (1) és a távtartó-merevítő idomok (5) árbocrúdra (1) húzott részét a moduláris elemekhez (6) erősített gallérok (18) burkolják, a moduláris elem (6) és a gallér (18) héjazat modult (23) alkotnak.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti légszavar, azzal **jellemezve**, hogy a moduláris elemek (6) egymáshoz képest elmozdítható módon csatlakoznak egymáshoz, valamint a moduláris elemek (6) egy vagy több szomszédos távtartó-merevítő idomhoz (5) vannak csatlakoztatva, egy moduláris elem (6) legalább egy távtartó-merevítő idom (5) merevítő szárához (16) fixen van hozzáerősítve, a moduláris elem (6) egy szomszédos távtartó-merevítő idom (5) merevítő szárához (16) van hozzárendelve, továbbá a moduláris elem (6) legalább részben metszi azt a merevítő szár (16) tengelyével párhuzamos vonalat (7), amely párhuzamos vonal (7) az adott szomszédos merevítő szár (16) tengelyét metsző, a lapátszerkezet (11) felszínére merőleges sík és a lapátszerkezet (11) felszíne síkjának metszészvonala.

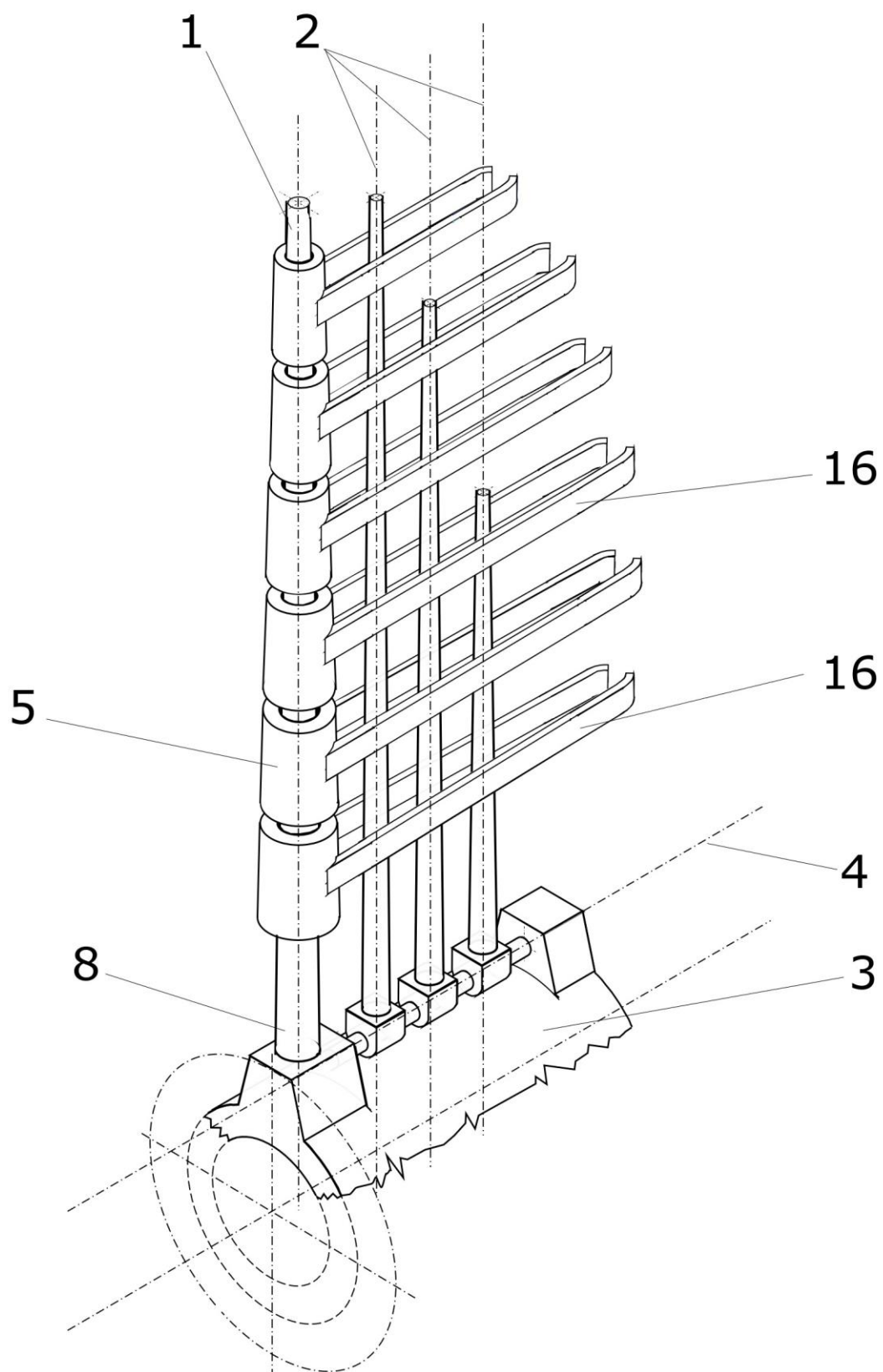
4. Az 1-3. igénypontok bármelyike szerinti légszavar, azzal **jellemezve**, hogy az árbocrúd (1) és/vagy a segéd árbocrudak (2) keresztmetszetének átmérője az agytól (3, 28, 36) távolodva fokozatosan csökken.

5. Az 1-4. igénypontok bármelyike szerinti légcsonny, azzal **jellemezve**, hogy az agyhoz (3, 28, 36) az árbocrúd (1) távtartó-merevítő szár (29) útján csatlakozik, a távtartó-merevítő szárhoz (29) távtartós fogaskerék (30), a távtartós fogaskerékhez (30) pedig fogasléc (32) és csúszólap (31) van hozzárendelve.
6. Az 1-5. igénypontok bármelyike szerinti légcsonny, azzal **jellemezve**, hogy a lapátszerkezet (11) rugalmas záróelemmel (20) van lezárva, a moduláris elemek (6) pedig aerodinamikus profil elemekkel (41) vannak ellátva.
7. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti légcsonny, azzal **jellemezve**, hogy a héjazat (15) nem teljesen zárt.
8. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti légcsonny, azzal **jellemezve**, hogy a fő tartószervezet (21, 26) az üreges agyon (3, 28, 36) keresztül munkahengerhez (24) van rögzítve, a lapátszerkezetek (11) pedig az agyba (3, 28, 36) ültetett csapágglyal (27) kapcsolódnak az álló fő tartószervezethez (21, 26).

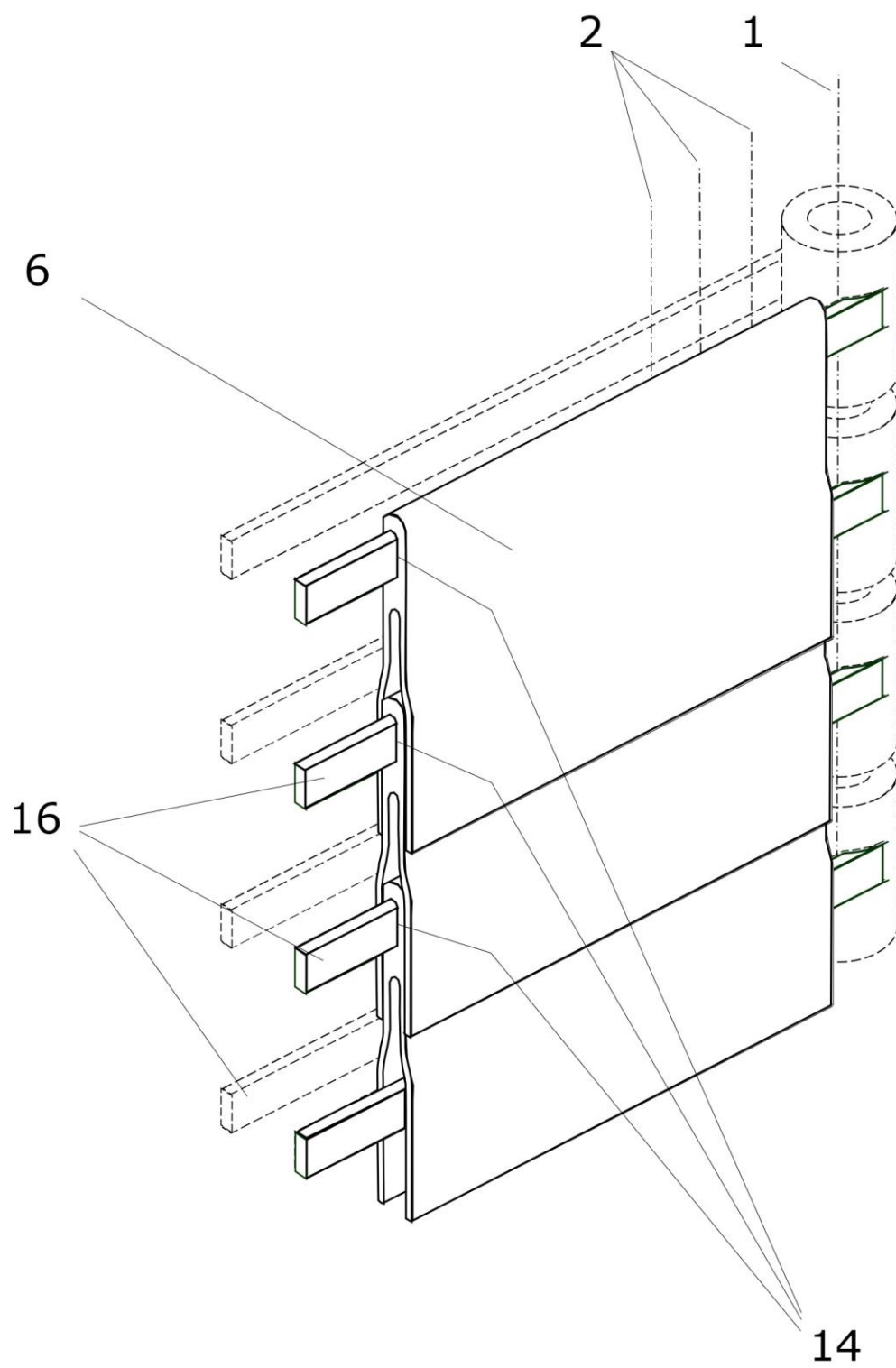
1/9



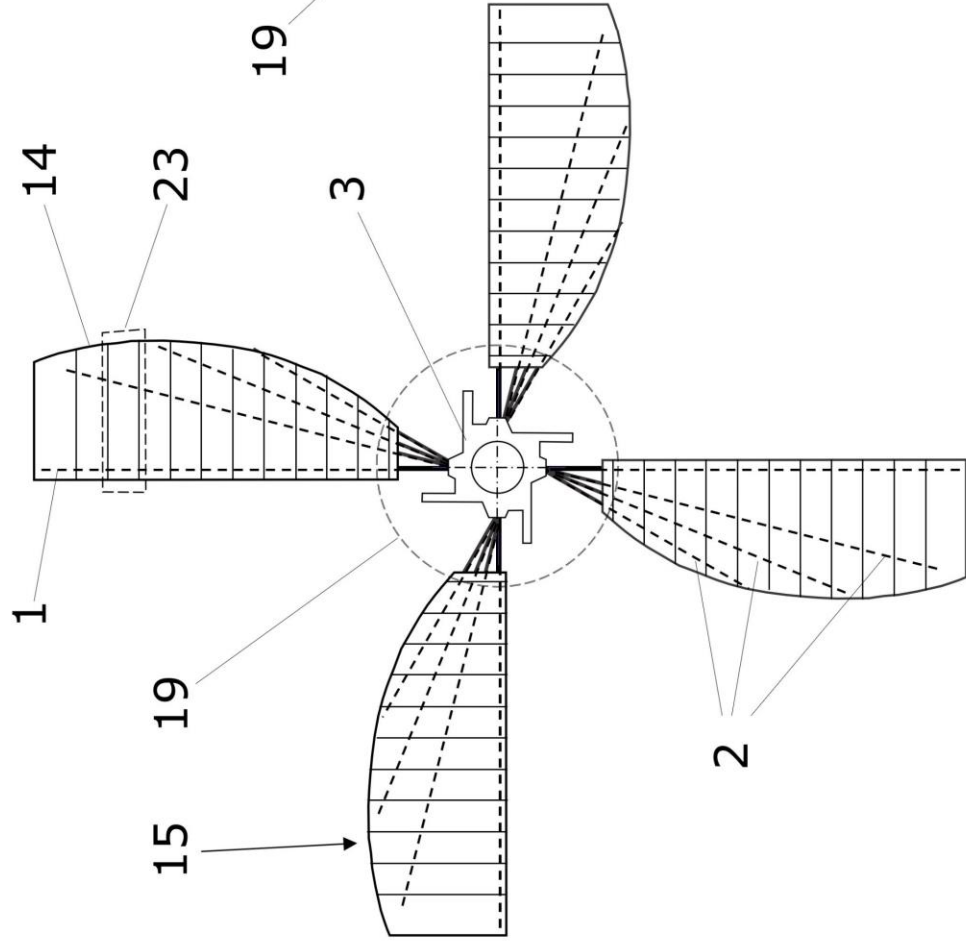
1. ábra



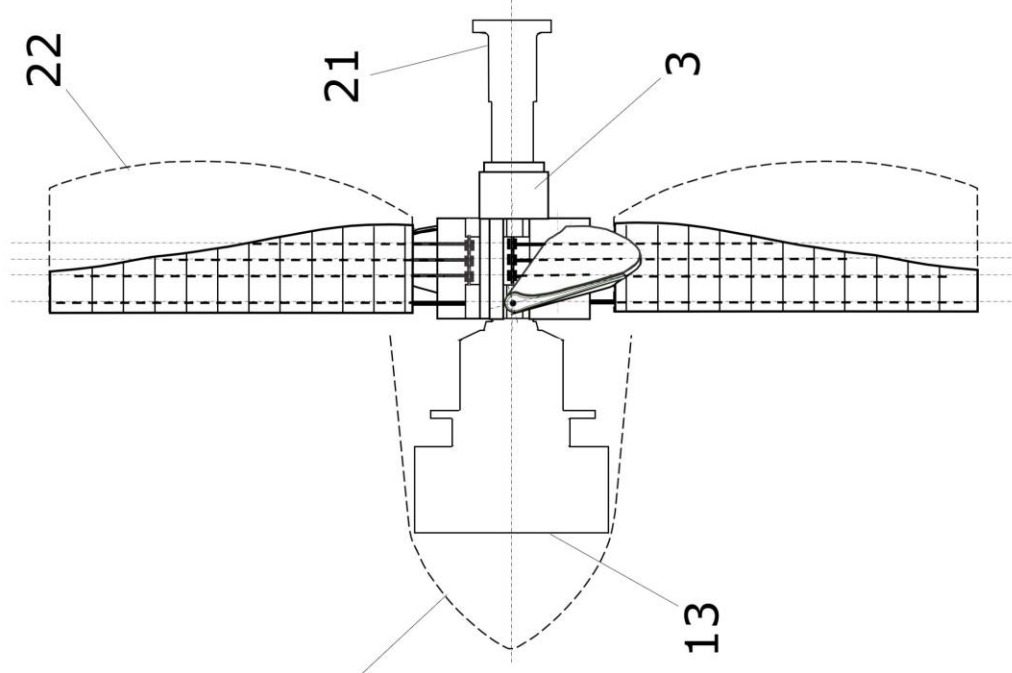
2. ábra



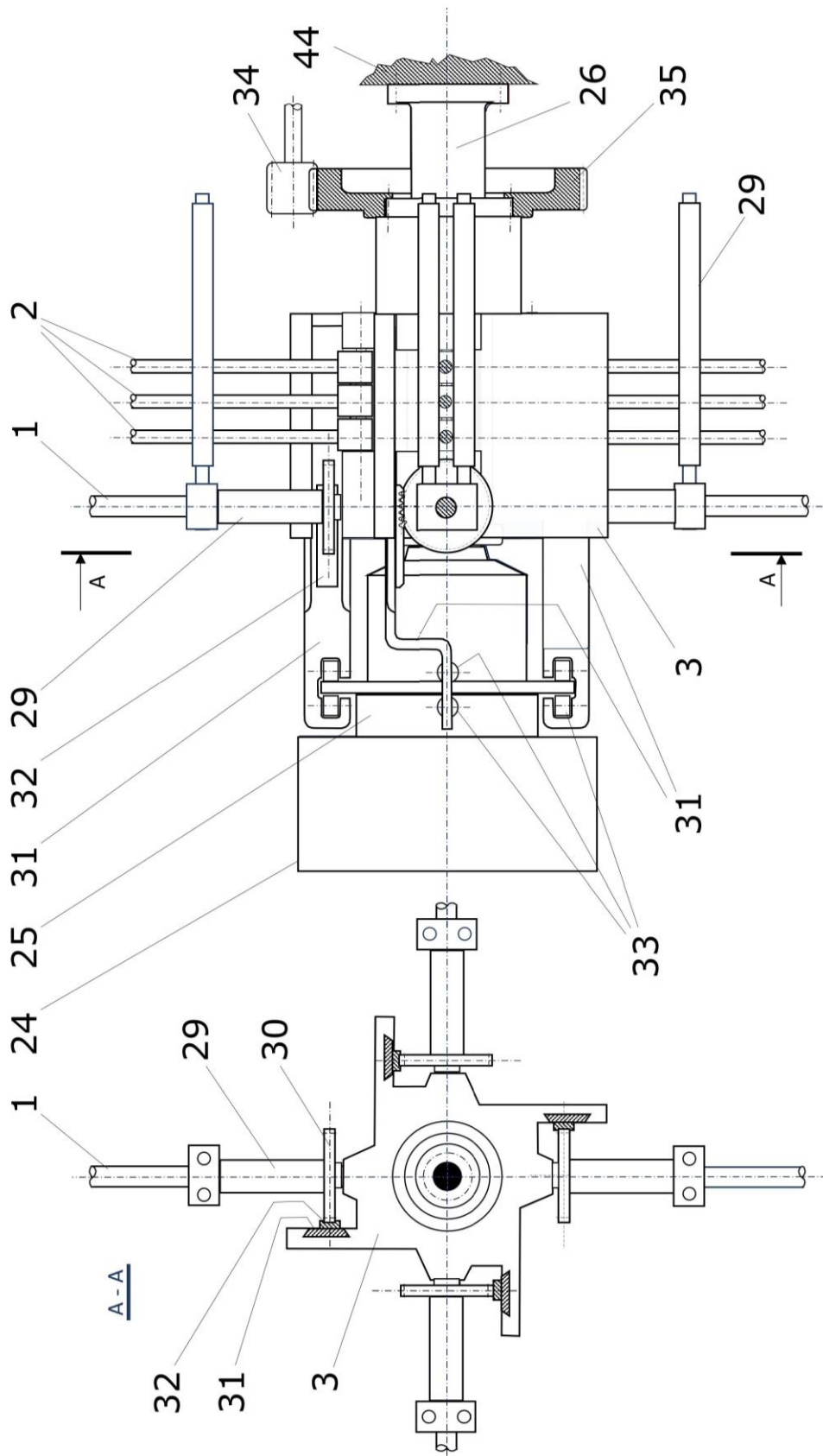
3. ábra



4. ábra

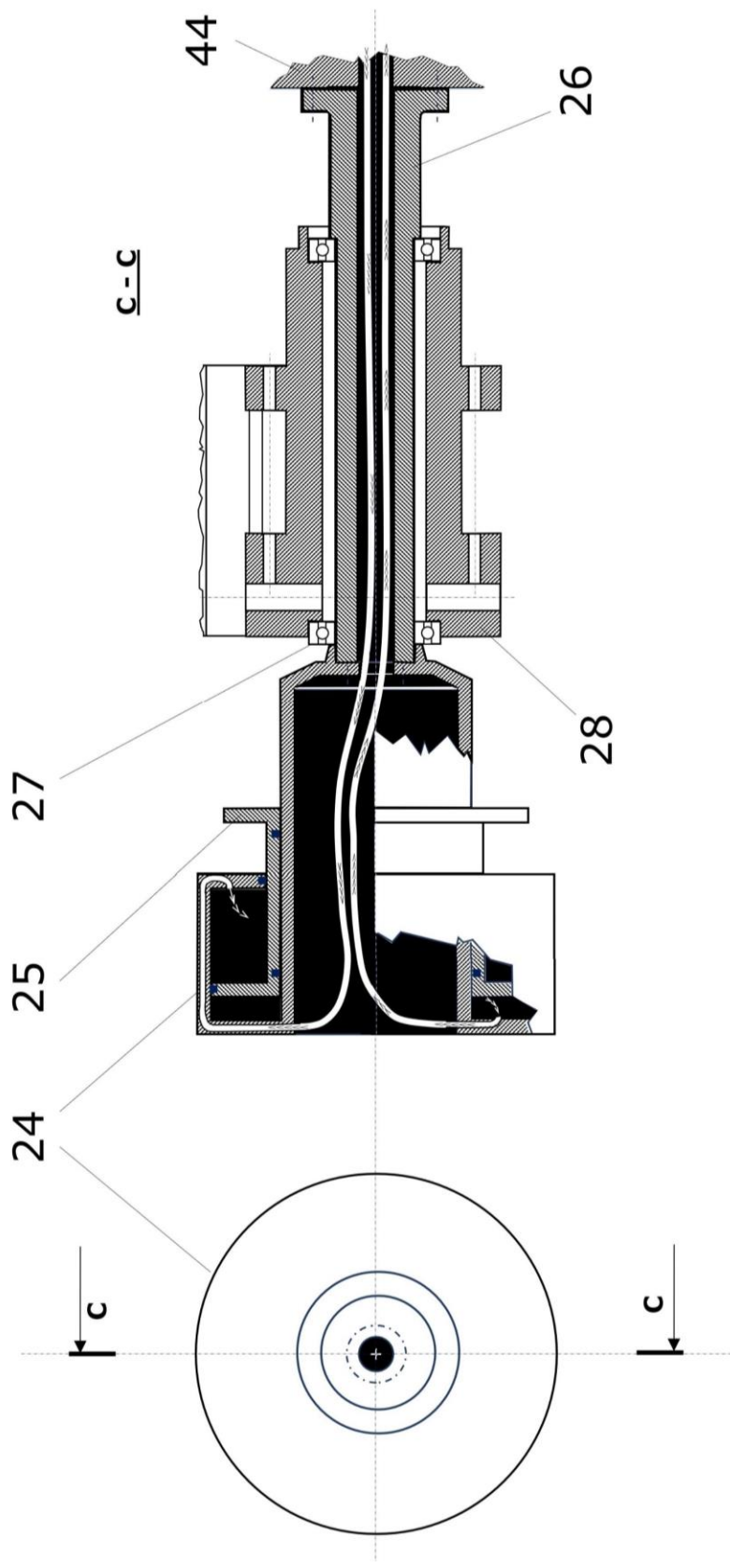


5. ábra



7. ábra

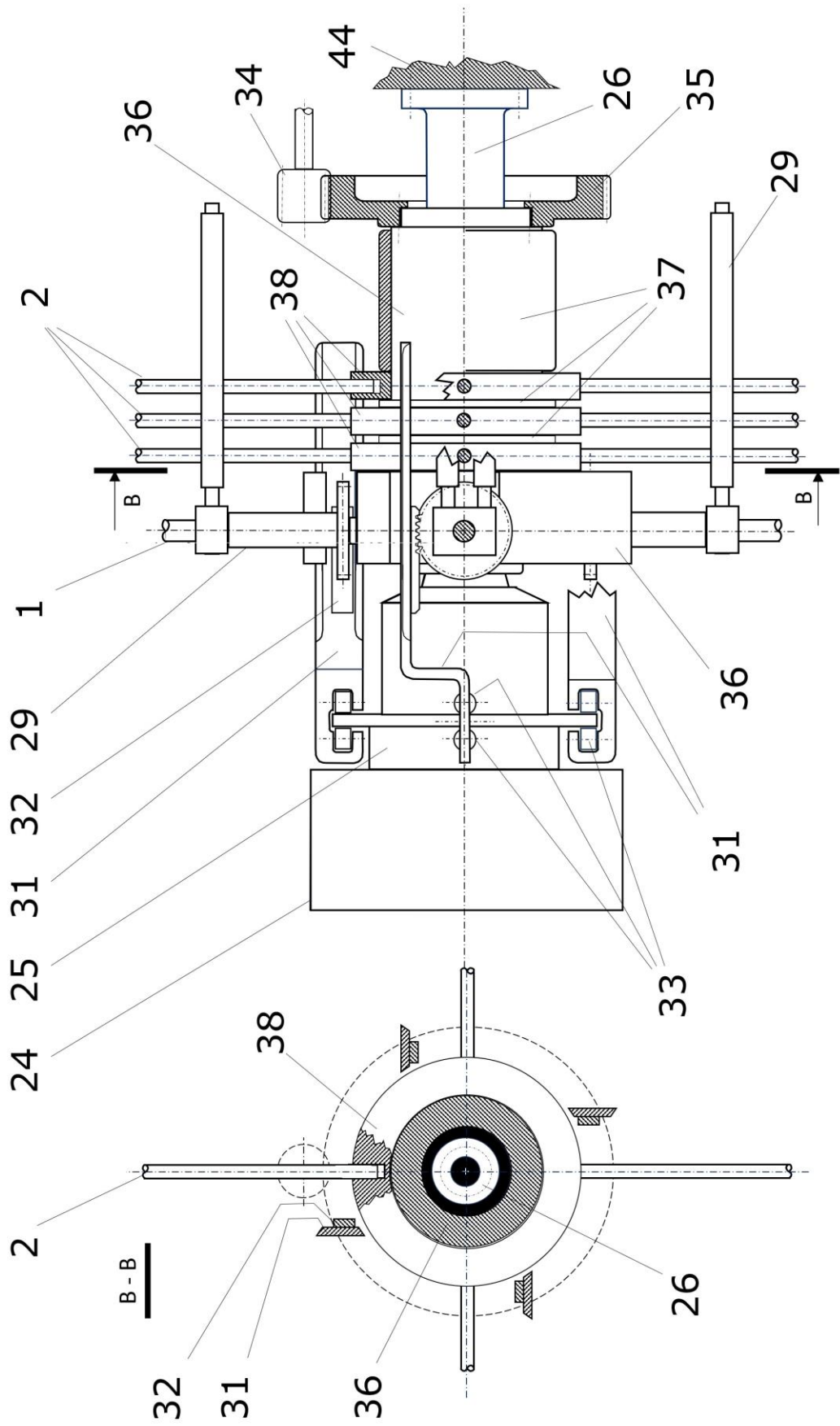
6. ábra



6/9

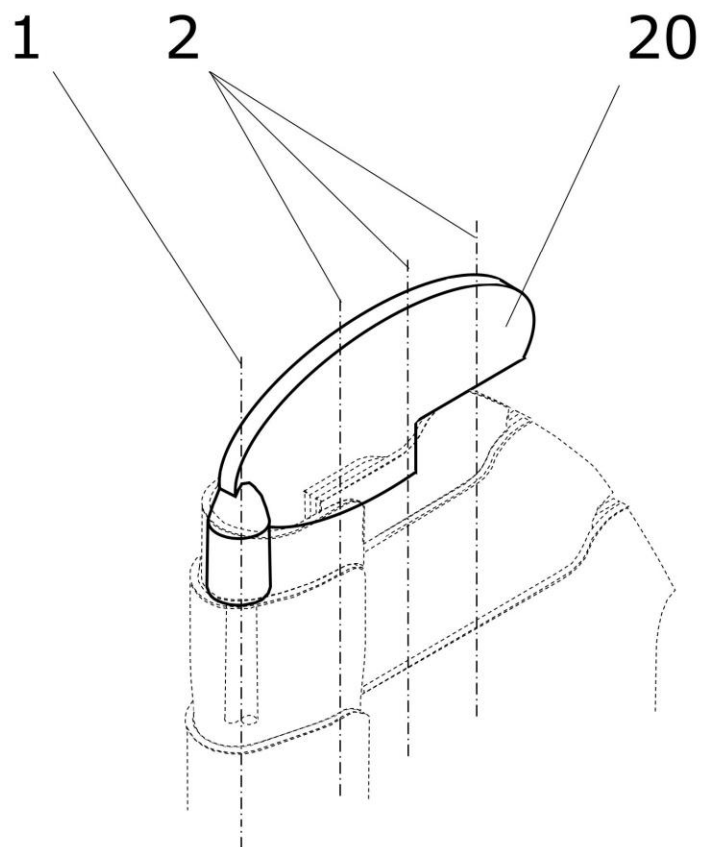
9. ábra

8. ábra

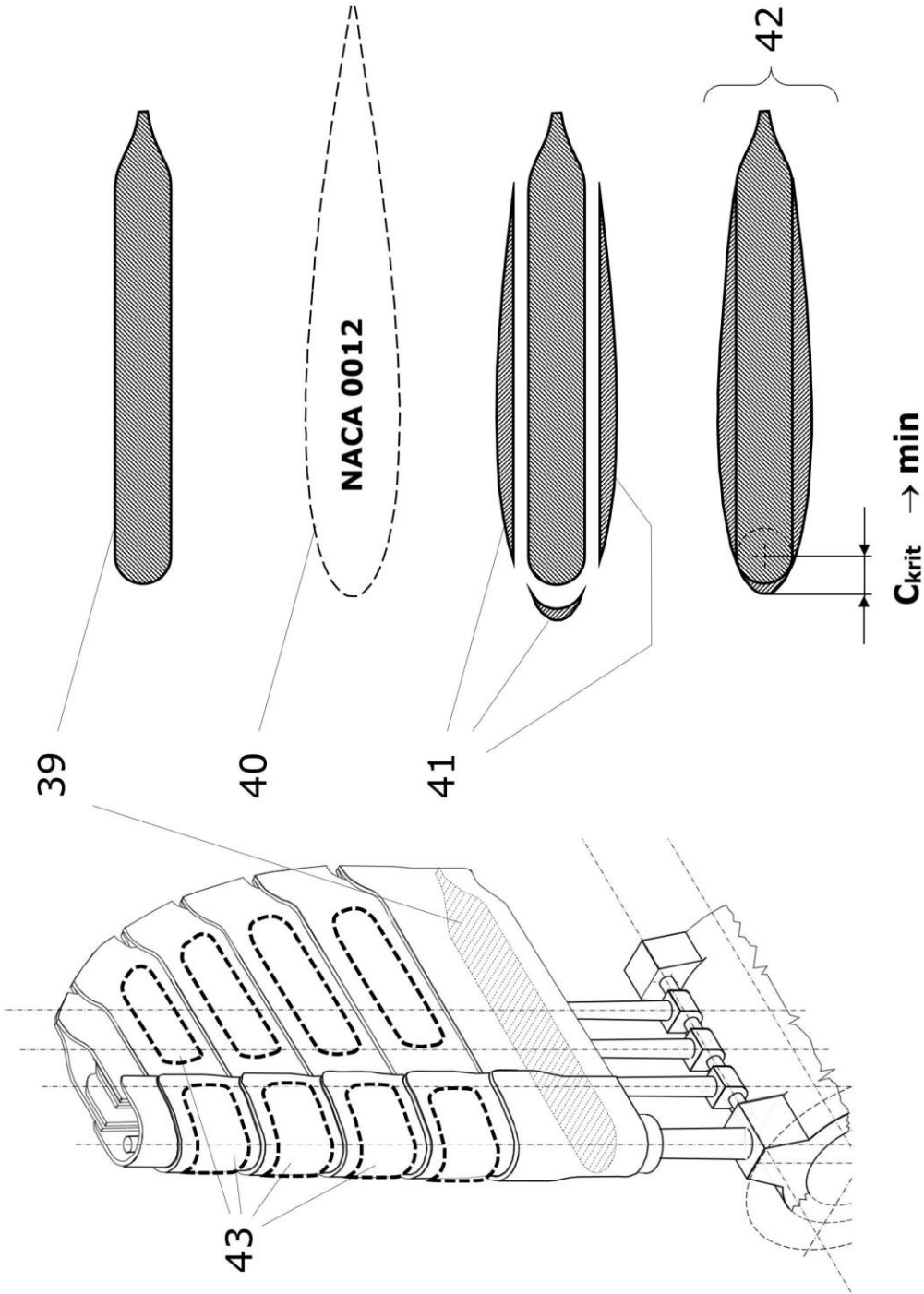


10. ábra

11. ábra



12. ábra



13. ábra

14. ábra