



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
GÉP-ÉS TERMÉKTERVEZÉS TANSZÉK

Kézmozgást segítő mindennapi ergoterápiás segédeszköz tervezése

Tudományos Diákköri Konferencia
2022.

Konzulensek: Dr. Piros István Attila
Pulay Márk

Készítette: Egerszegi Boglárka Fanni

2022.11.06.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
I. Témaválasztás	4
II. Információgyűjtés.....	4
II.1 Felhasználói kör, célcsoport.....	4
II.1.1 Hemiplégia	4
II.1.2 (Hemi) paresis	5
II.1.3 Cerebrális parézis	5
II.1.4 Rheumatoid Arthritis	6
II. 2 Antropometria	7
III. Piackutatás	9
III.1 Tisztálkodás, szépítkezés	9
III.2 Főzés, étkezés	9
III.3 Öltözködés	10
III.4 Írás.....	11
III.5 Sporttevékenységek	11
IV. Szabványok, ajánlások	12
V. Anyagválasztás	13
III. Követelményjegyzék.....	15
IV. Termékkonceptió.....	18
V. Termékjavaslat továbbfejlesztése.....	23
V.1 Funkcionális fejek kialakítása.....	26
V.2 Pattanó kötés vizsgálata	28
V.2.1 Méretezés	28
V.3 Mintázat tervezése	32
VI. Összefoglaló – Végleges termékjavaslat ismertetése.....	34
VI.1 Használati útmutató	39
VI.1.1 Használati útmutató a kézmozgást segítő eszköztartó pánthoz.	39
VI.1.2 Funkcionális fejek cseréje.....	40
Köszönetnyilvánítás	41
Bírálatok	42
Ábrajegyzék	45
Táblázatjegyzék.....	46
Forrásjegyzék	46

Bevezetés

A baleseteket, neurológiai rendellenességeket, cerebrovaszkuláris betegségeket követő rehabilitációs terápiák egyre több páciens számára elérhetőek. A befejezettnek nyilvánított rehabilitációt követően a beteg teljes életet élhet, azonban az új megváltozott állapotához szükséges egyfajta szemléletváltás. A páciensnek meg kell tanulnia új, megváltozott élethelyzetével mindennapi feladatait ellátni. Ebben segítségére lehetnek különböző ergoterápiás segédeszközök. A nemzetközi piacon fellelhető számos segédeszköz, amely felső végtag érintettségű betegséggel élők számára készült. Ezek a segédeszközök azonban csak egy típusú betegség által okozott mozgáskoordinációs problémák megoldására fektetnek hangsúlyt. Jelenleg piaci rés egy olyan segédeszköz, amely egyaránt hasznos a mozgásszervi betegséggel élők és a neurológiai rendellenességgel rendelkezők számára. Jelenleg a piacon fellelhető eszközök nem nyújtanak komplex megoldást széles felhasználói kör számára. Mindezen termékdiverzitásból adódó kiválasztási nehézségek mellett az eszközök élettartama a nem megfelelő anyaghasználat és kialakítás miatt igen rövid, ez pedig az érintettek számára további kellemetlenségeket, megnövekedett kiadásokat okozhat.

Mint terméktervező fontos és izgalmas kihívásnak tartom az elérhető segédeszközök hibáinak kiküszöbölését. Ehhez a feladathoz azonban nem elegendő egy másik anyag kiválasztása, vagy a segédeszközök geometriai elemeinek módosítása, hanem komplex megoldásra van szükség.

A Tudományos Diákköri Konferencia keretein belül egy olyan segédeszköz fejlesztését tűztem ki célul, ami nem csupán a konkurens termékek hibáit igyekszik kijavítani, hanem egy olyan multifunkcionális, több típusú akadályozottságot kiszolgáló segédeszköz, amelyet a felső végtag érintettséggel rendelkező, mozgásszervi betegséggel/mozgásszervi meg/elváltozással élő egyének bátran viselhetnek. A segédeszköz tervezésben fontos szempont volt többek között, hogy nem csak otthoni tevékenységük alatt, hanem munkahelyükön, vagy szabadidős elfoglaltságaik közben is hordható lehessen, továbbá, hogy viselése kényelmes legyen.

A tervezési folyamat során számos szakorvossal és érintettel konzultáltam, így igyekeztem a legtöbb igényt kielégítő terméket megalkotni. A funkcionalitás optimalizálása mellett fontos szempont volt az egyszerű és könnyű gyárthatóság. Ezért az eszközöm bizonyos részei additív gyártástechnológiával elkészíthetőek, a bőrrel érintkező alkatrész kialakítása pedig biokompatibilis anyagok felhasználásával történt. Munkám során megalkotott segédeszköz reményeim szerint hiánypótló, ami segíti az érintetteket a mindennapi életükben.

I. Témaválasztás

Kutatásom témájának olyan mindennapi segédeszköz tervezését választottam, mely első sorban felső végtag érintettségű mozgásszervi betegséggel, vagy neurológiai rendellenességgel élő személyek számára könnyíti meg mindennapi tevékenységüket. Célom, hogy az általam tervezett termék segítse a felhasználók életét a legegyszerűbb feladatok elvégzésétől a számukra legbonyolultabbnak bizonyulóig.

II. Információgyűjtés

II.1 Felhasználói kör, célcsoport

Olyan fokozottan korlátozott személyek számára szeretnék terméket tervezni, akik valamilyen felső végtagot érintő mozgásszervi betegséggel, akadályozottsággal élnek.

II.1.1 Hemiplégia

„A hemiplégia – másképpen féloldali bénulás egy tünetcsoport, többféle formában jelenhet meg a betegeken. A féloldali bénulás azt jelenti, amikor az ember egyik oldalán lévő végtagok és egyéb testrészek izmai legyengülnek, lebénulnak. A stroke leggyakoribb tünete a féloldali bénulás, vagy az izomerő-csökkenés. A hemiplégia megjelenési formái sokfélék lehetnek, a betegség különböző okaira vezethetők vissza, azonban egy dolog közös – a féloldali bénulás tüneteinek hátterében mindig agyi probléma áll. Gyakoribb a felső vagy alsó végtagok gyengülése, vagy csak egy-egy izomcsoport bénulása, illetve az izmok gyengeségéhez társulhat egyensúly zavar, rendezetlen mozgás is. A stroke leggyakoribb tünete a féloldali bénulás. A mozgás koordinációja zavart szenved, ezért alakulhat ki egyensúlyzavar, illetve ügyetlen mozgás, végtagok ügyetlensége – ataxia. Az agy domináns féltekének károsodása esetén kialakulhat beszédzavar, mely fokozódhat akár beszédképtelenségig.” [1]

A felhasználói csoport meghatározásában a hemiplégia, mint betegség számottevő, azonban nemtől, életkortól és etnikai megkülönböztetettségtől függetlenül bárki a felhasználók körébe sorolható. A termék használata iskolai végzettséget vagy nyelvismeretet nem igényel, anélkül is könnyen használható. Tapasztalat és gyakorlatiasság alatt egyedül a cipőfűző befűzésének és megkötésének ismerete szükséges. A páciens átmeneti állapota nem befolyásolja a termék használatában, esetlegesen valamilyen mozgásszervi korlátozottsága az ép végtagjában akadályt jelenthet. A regionális, illetve földrajzi különbségek nem befolyásoló szempontok a felhasználói körre nézve.

II.1.2 (Hemi)paresis

A hemiparézis gyengeség vagy mozgásképtelenség a test egyik oldalán jelentkezik, ami megnehezíti a mindennapi tevékenységek elvégzését, például az étkezést vagy az öltözködést. A karok, kezek, arc, mellkas, lábak egyoldalú gyengesége egyensúlyvesztést okozhat. Továbbá részleges bénulást, azaz egy testrésznek a mozgásban való elmaradását, izomgyengeséget. Megkülönböztetendő a teljes bénulást jelentő plegiától.

„Az érintett végtagok szerint lehet:

- monoparesis: egy végtag (pl. bal kar)*
- hemiparesis: féloldali végtagok (pl. bal kar és bal láb)*
- diparesis: szimmetrikus végtagok (pl. bal és jobb kar) ” [2] [3]*

II.1.3 Cerebrális parézis

„A cerebrális parézis fedő- vagy csoportnév alatt mindazokat a nem előrehaladó idegrendszeri (maradvány) állapotokat értjük, melyeknek mozgásfogyatékoság a fő tünete. A központi idegrendszeri károsodás a fejlődés korai időszakában következik be, és bár a tünetek súlyosbodhatnak, maga a betegség nem rosszabbodik. A mozgásfogyatékosággal együtt gyakran sérülnek más funkciók is. A károsodások túlnyomó többsége (kb. 75 %) a magzati életben, legritkábban a születés körül (kb. 5%) vagy születés után a korai fejlődés időszakában keletkezik (kb. 15 %). A károsodás okai különfélék: oxigénhiány, helyi vérellátási zavar, infarktus, vérzés, gyulladás, mechanikus sérülés, genetikai okok.

Az első tünetek súlyosabb esetekben a hozzáértő és tapasztalt szakember kezében már újszülött korban felismerhetők. Az enyhébb formák is 6 hónapos kor körül tünetadóak lehetnek, de sajnos előfordul, hogy a gyermeket szakember nem látja időben, így csak 1-3 éves kor körül ismerik fel a betegséget. Annak ellenére, hogy a CP elsősorban mozgásbeli fogyatékoságot jelent, gyakran más funkciók is károsodhatnak. Az érző funkciók károsodása szinte minden esetben kíséri a motoros zavarokat, de szubjektív voltak miatt nehezebben felismerhetők, különösen fiatal korban. Sérülhetnek továbbá az érzékszervek működése (hallás, látás (10-20%-ban) és az értelmi (20-30%) és érzelmi működések is. A beidegzési zavar miatt a végtagok izomzata és az ízületek a fejlődés kapcsán változhatnak, kóros ízületi és végtagállás alakulhat ki. Az epilepszia gyakorisága is magas ezeknél a gyerekeknél, kb. 30%. Annak ellenére, hogy az agyi károsodás végleges, az agyra jellemző tanulékonyosság, az agy formálhatósága lehetőséget ad arra, hogy korai beavatkozással a sérült funkciók javuljanak, az idegrendszer épen maradt részei átvegyék

a sérült részek működését, illetve, ha a sérült működések nem helyreállíthatóak, más, kompenzációs stratégiák kialakításával könnyíthetünk a betegek életén.” [4]

II.1.4 Rheumatoid Arthritis

A rheumatoid arthritis (RA) az autoimmun ízületi gyulladás leggyakoribb típusa, több mint 1,3 millió amerikait érint. Az RA-s betegek körülbelül 75%-a nő. Valójában a nők 1-3%-a kaphat rheumatoid arthritist élete során, a betegség leggyakrabban 30 és 50 éves kor között jelentkezik először, azonban bármely életkorban kialakulhat.

Az RA egy krónikus betegség, amely ízületi fájdalmat, merevséget, duzzanatot és az ízületek mozgásának csökkenését okozza. Leggyakrabban a kéz és a láb kis ízületei érintettek. Néha az RA más szerveket is érinthet, például a szemet, a bőrt vagy a tüdőt.

Az aktív RA-ban az ízületi merevség gyakran reggel a legrosszabb. Egy-két óráig tarthat (vagy akár egész nap), általában javul az ízületek mozgásával. A reggeli hosszú ideig tartó merevség arra utal, hogy rheumatoid arthritise lehet a páciensnek, mivel ez más körülmények között nem gyakori.

A rheumatoid arthritis mindenkit másképp érint. Néhány embernél az ízületi tünetek több éven keresztül alakulnak ki. Más embereknél a rheumatoid arthritis tünetei gyorsan fejlődnek. Két állapotot különböztetünk meg rheumatoid arthritis betegség esetén: fellángolós, azaz tünetes időszak, illetve remissziós időszakot, mely alatt a tünetek lappanganak.

A rheumatoid arthritis tünetei a következők:

- Fájdalom, duzzanat, merevség és érzékenység egynél több ízületben.
- Merevség, különösen reggel vagy hosszabb ülés után.
- Fájdalom és merevség ugyanazon ízületekben a test mindkét oldalán.
- Fáradtság.
- Gyengeség.
- Láz.

Az ízületi gyulladás károsítja a porcot, amely általában „lengéscsillapítóként” működik az ízületekben. Idővel ez deformálhatja az ízületeket olyan mértékig, hogy végül maga a csont eródlódik, mely az ízületek összeolvadásához vezethet.

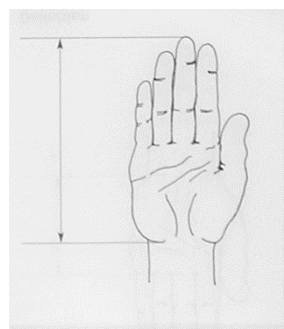
Az immunrendszerben lévő specifikus sejtek segítik a gyulladásos folyamatot. Ezek az anyagok az ízületekben termelődnek, de a keringés által tüneteket okoznak az egész szervezetben. Az ízületi károsodás mellett a rheumatoid arthritis néha a test más részeit is érinti [5] [6].

II. 2 Antropometria

Az antropometria az embertan segédtudománya, mely az emberi test leírható és mérhető jellegeinek rendszerezésével és egybevetésével foglalkozik.

Az általam tervezett termék fejlesztéséhez a kézfej és a tenyér méreteit kell vizsgálni. A PeopleSize katalógusból leolvashatóak ezek az értékek nemzetiség szerint, nőkre és férfiakra lebontva. A felsorolt értékek közül a DIN 1986 szabvány alapján megjelölt adatokat kell figyelembe venni. Az átlagos méretek mellett a percentilis értékek sem elhanyagolhatóak, ezek az átlag mérettől való eltérést mutatják.

A tenyér hossza alatt a kéztőcsontok és kézközépcsontok (2. ábra) együttes hosszát kell érteni a tenyér felőli oldalon, mely hossz a nőknél 100 mm, a férfiaknál 109 mm. Ugyanezen csontok hosszát a kézháti oldalon is meg kell vizsgálni. A vizsgálathoz a kézfej kinyújtása szükséges, a mérést a középső ujj tövétől a csukló hajlatig végezzük. Az így kapott érték nőknél 87mm, férfiaknál 94 mm Wagner 1988 számú mérés alapján. Azért ezt az adatot használok fel, mert a DIN 1986 szabványban nem készült még kézháti oldalon történő mérés, illetve ezt követően semmilyen másik mérés során nem vizsgálták a kézhát hosszát. A kézfej hosszának mérését az (1. ábra) szemlélteti [7].



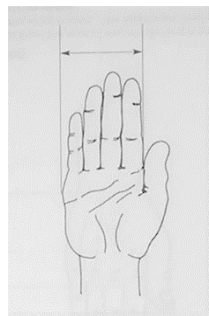
1. ábra: Kézfej hosszának mérése



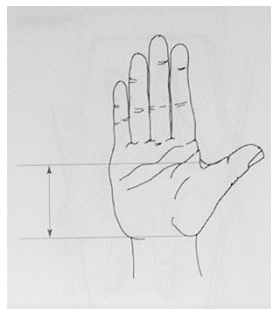
2. ábra: Kéz csontjai

A tenyér szélességének mérésekor (4. ábra) az ujjak találkozási pontjától a tenyér széléig lévő távolságot kell vizsgálni, mely távolságban a hüvelykujjat nem szükséges figyelembe venni. A tenyér átlagos szélessége nőknél 80 mm, férfiaknál 85 mm. A kézhát szélessége megegyezik a tenyér szélességével.

A termék méreteinek meghatározásához a kéz magasságának értékére is szükség van, mely megállapításához a PeopleSize a középső ujj bütykénél, mint a kézhát legmagasabb pontjánál végzi a mérést. Ebben a mérésben a hüvelykujj vastagságát nem veszi figyelembe a szabvány, így a mért adatok nőknél 26 mm, férfiaknál 28 mm.



4. ábra: Kézfej szélességének mérése



3. ábra: Hüvelykujj és csuklóhajlat távolságának meghatározása

A geometriai jellemzők meghatározásához még egy méretre volt szükségem, a mutatóujj töve és a hüvelykujj hajlata közötti távolságra. Ehhez a méréshez a PeopleSize katalógusban található hüvelykujj hajlat és csukló távolságát (3. ábra), illetve tenyér hosszát meghatározó adatokat használtam fel, a tenyér hosszából kivonva a hüvelykujj és csukló távolságát, mely nőknél 61,6 mm, férfiaknál 66,6 mm. Az így kapott értékek nők esetében 38,4 mm, férfiak esetében 42,4 mm [8].

III. Piackutatás

A piackutatás során igyekeztem minél több piacon jelenlévő segédeszközt elemezni funkciójuk alapján. Ezek közül az alábbiakban felsorolom a legtöbbször előforduló termékeket, melyek felső végtagok mozgásának megkönnyítésére szolgálnak.

III.1 Tisztálkodás, szépítkezés

Tisztálkodáskor, szépítkezéskor számos olyan termékkel lehet találkozni, melyek egy megváltozott élethelyzetű felhasználó számára nehézséget okozhatnak használatuk során. Ide tartozik a fogkefe, fésű, sminktermékek, mosakodó kefe, borotva is. Ezek a termékek javarészt hengeres alakúak, állandó keresztmetszetűek, befogásuk egyszerű. Ezt a tulajdonságukat használja ki több piacon lévő termék, melyekkel befogásukat segítik, ám ezek az eszközök csak egy pozícióban való rögzítést tesznek lehetővé, a befogott



6. ábra: Textil eszköztartó kesztyű

eszköz helyzetét megváltoztatni nem lehet. Ezek az eszközök készülhetnek rugalmas anyagból, mint a képen látható pánt (7. és 9. ábra), szivacsból (6. és 8. ábra), vagy valamilyen szövetből, mint a fentebb látható (5. ábra) kesztyűszerű termék [11][13][15].



7. ábra: Fogást segítő szivacs



5. ábra: Eszköztartó pánt analógiák -1

III.2 Főzés, étkezés

Hasonlóan az előző csoporthoz, az étkezéshez, főzéshez használatos eszközök általában megegyező keresztmetszetűek, ezek befogása különböző segédeszközökbe egyszerű, helyzetük viszont továbbra sem változtatható meg könnyen a használat közben, mely problémát okozhat pl. egy szendvics elkészítésekor, mikor a fogyasztani kívánt ételt több, nem megegyező irányú mozgással kell elkészíteni – szendvics esetében a kenyérszelet levágása/elvágása, majd megkenése lehet erre példa. A rugalmas anyagú, kisebb eszközök megfogását segítő pánthoz hasonlóan van nagyobb tárgyak, pl. poharak, kulacsok megfogását és megtartását segítő változat is.

Ebbe a csoportba sorolhatóak az üvegek kinyitására használható segédeszközök (15. ábra), illetve a speciális konzervnyitók (11. ábra), nyújtófák, vágódeszkák (12. és 13. ábra), szeletelőkések (10. és 14. ábra).



8. ábra: Eszköztartó szívacs



9. ábra: Eszköztartó pánt analógiák -2



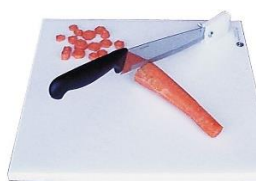
10. ábra: Speciális kés -1



11. ábra: Speciális konzervnyitó



12. ábra: Speciális vágódeszka -1



13. ábra: Speciális vágódeszka -2



14. ábra: Speciális kés -2



15. ábra: Kinyitást, csavarást segítő eszköz

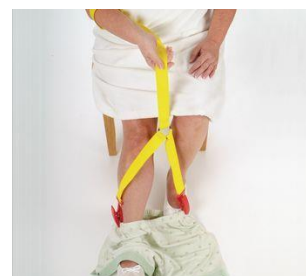
[12]

III.3.Öltözködés

Számos olyan ruhadarab van, melynek felvétele mindkét kéz megfelelő mozgását igényli. Pl. zokni felvétele, gomb begombolása (16. ábra), cipőfűző bekötése, cipzár felhúzása. Ezeknek a tevékenységeknek a megkönnyítésére nem sok segédeszközt találtam, javarészt otthoni, egyéni megoldásokkal könnyíthető meg az öltözködési folyamat. Zokni felvételére az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézetben láttam megoldást, mely eszközt az ergoterapeuták készítettek – egy műanyag vödörből vágtak ki megfelelő méretű és geometriájú darabot, két oldalát kilyukasztották, a lyukakba pedig madzagot erősítettek. Ez a konstrukció lehetővé teszi a páciensek számára az önálló öltözködést, hiszen a ruhadarabot előbb fel kell helyezni a vödör darabra, majd a madzagot fogva, a kéz segítségével



16. ábra: Begombolást segítő eszköz



17. ábra: Nadrág felhúzó eszköz

bele kell bújtatni a zokniba a lábat. Hasonló elven működik a képen látható (17. ábra) nadrág felhúzó eszköz is. [10]

III.4 Írás

Írás közben a beszűkült elérési tartományok miatt az íróeszközök megfogása szintén nagy problémát okozhat. Ennek kiküszöbölésére alkalmazható a [III.1] és [III.2] pontokban ismertetett rugalmas anyagú pánttal vagy a szövet kesztyűvel történő megfogás, azonban vannak olyan íróeszköz megfogását segítő eszközök, melyek pozícionálják az ujjbegyeket is (18. és 19. ábra), a megfelelő kéztartás elérésére. [14][16]



18. ábra: Toll tartó segédeszköz



19. ábra: Írást segítő eszköz

III.5 Sporttevékenységek

A sporttevékenységek mind-mind különböző eszköz használatát igénylik, hiszen más jellegűek a felhasználók által végzett mozgások, tehát minden sport és sportoló egyedi segédeszközhöz szorul. Ide tartozhatnak a teljes kézfejet beborító, több rögzítővel ellátott szorítást segítő eszközök (pl. evező, ütő megtartásának segítésére), illetve ízületek megtartására szolgáló eszközök is.

IV. Szabványok, ajánlások

Egyetemes tervezés, akadálymentesség a szabványokban.

- ISO/IEC Guide 71:2014(E) – útmutató az akadálymentesség figyelembevételére a szabványokban (szabványosítási útmutató)
- EC Mandate on Design for All – az egyetemes tervezés szempontjainak beépítése a szabványtestületek munkájába

Az ISO 9999:2007 meghatározza a kifejezetten fogyatékkal élők számára gyártott vagy általánosan elérhető segédeszközök osztályozását. A fogyatékos személy által használt, de használatahoz más személy segítségét igénylő segédeszközöket is tartalmazza.

05 Segédeszközök a képzéshez és a készségek fejlesztéséhez

- 05 03 Segédeszközök kommunikációs terápiához és tréninghez
- 05 06 Segédtermékek az alternatív és augmentatív kommunikáció oktatásához
- 05 09 Segédtermékek a kontinencia fejlesztéséhez
- 05 12 Kisegítő termékek a kognitív készségek képzéséhez
- 05 15 Segédeszközök az alapkészségek képzéséhez
- 05 18 Segédanyagok különféle oktatási tárgyak képzéséhez
- 05 21 Szakképzést segítő termékek
- 05 24 Segédtermékek a művészeti képzéshez
- 05 27 Segédtermékek a szociális készségek képzéséhez
- 05 30 Segédtermékek a bemeneti egységek irányításának oktatásához
- 05 33 Segédeszközök a mindennapi életben felmerülő feladatok elvégzéséhez

Jelenleg a legfrissebb szabályozás az általam fejlesztett termékre tekintve az MSZ EN ISO 9999:2017 - Fogyatékkal élő személyek segédeszközei. Osztályozás és terminológia (ISO 9999:2016), ICS 11.180.01x - Rokkant és testi fogyatékos személyek műszaki segédeszközei általában és ICS 01.040.11xi Egészségügy (Szakkifejezések gyűjteményei) [9].

V. Anyagválasztás

A termékemnek számos higiéniai, mechanikai, élettani feltételnek kell megfelelnie. Ezeknek a követelményeknek a teljesítéséhez szilikont választottam a pánt alapanyagául.

Higiéniai tulajdonságokat figyelembe véve, a szilikont lehet legkönnyebben tisztán tartani, hiszen nem ázik át, vízlepergető, fertőtleníthető. Fizikai jellemzőit tekintve ütésálló, nyújtható, emellett mégis puha tapintású. Bőrrel érintkezve nem okoz irritációt, így a pánt hosszabb ideig történő viselése biztonságos.

A piacon fellelhető kétkomponensű önthető szilikonok közül a RTV kétkomponensű anyagra esett a választásom. Mivel bőrrel érintkező termék elkészítéséhez használom, így csak élelmiszeripari felhasználásra alkalmas katalizátor használata megengedett. Hazai gyártók közül a Bondex Kft. Rubosil SR-30 megnevezésű terméke felel meg a fenti kritériumoknak, hiszen egyike azon kevés termékeknek, melyek OÉTI (Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet) engedéllyel rendelkeznek. A termék főbb jellemzőit az alábbi táblázat (1. táblázat) mutatja.

1. táblázat: Rubosil SR-30 bekevert szilikon jellemzői

Rubosil SR-30 bekevert szilikon jellemzői	
Bedolgozási, fazékidő	20 [min]
Kötési, kikeményedési idő	30 [min]
Keménység	30±5 ShoreA
Hőállóság	-55 C - +200 [C°]
Viszkozitás	26500 ± 1500 [m.Pas/cP]
Sűrűség	1,40 [g/cm ³]
Hasadási ellenállás	4,86 [N/mm]
Szakítószilárdság	1,88 [N/mm ²]
Szakadási nyúlás	140 [%]

A Rubosil SR-30 szilikonhoz a gyártó a Rubosil K Food megnevezésű katalizátort javasolja, mely szintén rendelkezik OÉTI engedéllyel. 1kg szilikonhoz 50ml katalizátor hozzáadása szükséges [17].

A választott szilikon legjellemzőbb felhasználási területei közé élelmiszeripari, cukrászati öntőformák készítése tartozik. Emellett igazoltan bőrrel érintkező termékek is gyárthatók belőle, mint pl. lábujj szétválasztó ill. terpesztő és egyéb protézisek [18].

A 3D nyomtatott geometriák – funkcionális fejek, kapcsolók – elkészítéséhez poliamid filamentet választottam. Rugalmassága és tartóssága messze a legmegfelelőbb a piacon megtalálható anyagok közül, kopás-és ütésállósága magas. Hátránya, hogy a filamentet felhasználás előtt légmentesen kell tárolni a vizesedés elkerülésének érdekében, illetve a nem megfelelő szárítása nyomtatási hibákhoz vezethet. A filament főbb anyagjellemzőit az alábbi táblázat (2. táblázat) mutatja [19].

2. táblázat: Poliamid (PA) filament főbb anyagjellemzői

Poliamid (PA) filament főbb anyagjellemzői	
Szilárdság	70-11 [MPa]
Szívósság	12 [kJ/m ²]
Rockwell keménység	M 85 – M 98
Kúszási ellenállás	8 – 26 [MPa]
Sűrűség	15 – 1,16 [kg/dm ³]

III. Követelményjegyzék

A követelményjegyzéket az információgyűjtés kiértékelését követően készítettem el. A követelményjegyzék adatait az alábbi táblázat (3.táblázat) szemlélteti.

3. táblázat: Követelményjegyzék

felhasználói csoport	csoport	követelmény megnevezése	adat/érték	M/S	forrás	megjegyzés
I. Tervező	I.1. Geometria	I.1.1 Magasság	Max. 150 [mm]	A	Információ gyűjtés	
		I.1.2 Hosszúság	Max. 350 [mm]	A	Információ gyűjtés	
		I.1.3 Szélesség	Max. 60 [mm]	A	Információ gyűjtés	
		I.1.4 Súly	Max. 0,5 [kg]	A	Információ gyűjtés	
	I.2 Anyag	I.2.1 Pánt anyaga	Szilikon	A	Információ gyűjtés	
		I.2.2 Betét anyaga	Poliamid (PA)	A	Információ gyűjtés	
		I.2.3 Funkcionális fej anyaga	Poliamid (PA)	A	Információ gyűjtés	
		I.2.4 Űtésállóság	Űtésálló	A	Információ gyűjtés	
		I.2.5 Törékenység	Nem törékeny/strapabíró	A	Információ gyűjtés	
		I.2.6 Anyagválasztás	Biokompatibilis, bőrbarát	A	Információ gyűjtés	
	I.3 Erők	I.3.1 Élettartam	Min. 1 év	Sz1	Információ gyűjtés	
		I.3.2 Teherbírás	Min 500 g	A	Információ gyűjtés	
	I.4 Stílus	I.4.1 Figyelemfelkeltés	Nem figyelemfelkeltő	A	Információ gyűjtés	
		I.4.2 Forma	Letisztult formavilág	Sz3	Információ gyűjtés	
II. Gyártó	II.1 Gyártás	II.1.1 Hulladékképzés	Max. 0,5 m ³ /db	Sz5	Információ gyűjtés	
		II.1.2 Gyárthatóság	Könnyű	Sz2	Információ gyűjtés	
		II.1.3 Előállítási költség	Max. 150000 Ft	Sz1	Információ gyűjtés	
	II.2 Szerelés	II.2.1 Pánt és betét összszeillesztése	Anyaggal záró kötés	Ó	Információ gyűjtés	

		II.2.2 Betét és funkcionális fej összeillesztése	Alakkal záró kötés	A	Információgyűjtés	
		II.2.3 Összeszerelés	Max. 20 lépés	Sz3	Információgyűjtés	
	II.3 Biztonság	II.3.1 Lekerekített élek	R>5 mm	A	Információgyűjtés	
		II.3.2 Felületkezelés, minőségmegőrzés	Tartós	A	Információgyűjtés	
		II.3.3 Felületkezelés	Bőrbarát, biokompatibilis	A	Információgyűjtés	
		II.3.4 Használhatóság	Csúszásmentes felület	A	Információgyűjtés	
	II.4 Csomagolás	II.4.1 Stílus	Egyszerű formavilág	Sz5	Információgyűjtés	
		II.4.2 Anyag	Környezetbarát	A	Információgyűjtés	
		II.4.3 Illesztés	Pontos	A	Információgyűjtés	
		II.4.4 Termékbiztonság	Biztonságos	A	Információgyűjtés	
		II.4.5 Rakásolhatóság	Rakásolható	Sz5	Információgyűjtés	
		II.4.6 Tárolás	Termék hosszútávú tárolására alkalmas	A	Információgyűjtés	
III. Szerelő	III.1 Anyag	III.1.1 Anyagválasztás	Környezetbarát anyaghasználat	A	Információgyűjtés	
		III.1.2 Összeillesztés	Minimális ragasztással	Ó	Információgyűjtés	
	III.2 Szerelés	III.2.1 Egyszerű összeszerelés	Max 20 lépés	Sz3	Információgyűjtés	
		III.2.2 Egyértelmű szerelési útmutató	Képekkel ellátott	A	Információgyűjtés	
IV. Szállító	IV.1 Szállítás	IV.1.1 Helyigény	Max. 300mmx300mmx300mm	Sz5	Információgyűjtés	
		IV.1.2 Szállíthatóság	Könnyen szállítható	Sz1	Információgyűjtés	
		IV.1.3 Rakásolhatóság	Rakásolható	Sz5	Információgyűjtés	
V. Eladó	V.1 Reklám	V.1.1 Figyelemfelkeltés	Figyelemfelkeltő	Sz1	Információgyűjtés	
		V.1.2 Tájékoztatás	Informatív	Sz1	Információgyűjtés	

	V.2 Szállítás	V.2.1 Mozgathatóság	Könnyen mozgatható	Sz1	Információ gyűjtés	
		V.2.2 Szállíthatóság	Könnyen szállítható	Sz1	Információ gyűjtés	
VI. Vásárló	VI.1 Stílus	VI.1.1 Megjelenés	Letisztult, egyszerű	Ó	Információ gyűjtés	
	VI.2 Karbantar- tás	VI.2.1 Tisztítás	Könnyen tisztítható	Sz1	Információ gyűjtés	
		VI.2.2 Mozgatás	Könnyen elmozdítható	Sz1	Információ gyűjtés	
VII. Felhasználó	VII.1 Ergonó- mia	VII.1.1 Hordozhatóság	Könnyen hordozható	A	Információ gyűjtés	
		VII.1.2 Elérés	Kézbe illő	A	Információ gyűjtés	
		VII.1.3 Használat	Egyszerűen használható	A	Információ gyűjtés	
		VII.1.4 Személyre szabha- tóság	Minimális módosítással sze- mélyre szabható	Sz1	Információ gyűjtés	
		VII.1.5 Fel-és levétel	Egyszerű, egy kézzel megold- ható	A	Információ gyűjtés	
	VII.2 Használat	VII.2.1 Élettartam	Min. 1 év	Sz3	Információ gyűjtés	
		VII.2.2 Használati idő	Egész nap használható	Sz1	Információ gyűjtés	
		VII.2.3 Tevékenység	Mindennapi tevékenységek végzéséhez használható	A	Információ gyűjtés	
	VII.3 Higiénia	VII.3.1 Tisztítás	Antibakteriális	A	Információ gyűjtés	
		VII.3.2 Száradás	Levegőn gyorsan megszárad	Sz1	Információ gyűjtés	Vízzel való érintkezés után a terméket könnyen megszárítható, így nem okoz irritációt a bőrrel érintkezés során.
	VII.4 Bizton- ság	VII.4.1 Fulladásveszély	Veszélytelen	A	Információ gyűjtés	

IV. Termékkonceptió

Az információgyűjtési munkám során számos konkurens terméket elemeztem. Vizsgáltam ezeknek a termékeknek az erősségeit és hiányosságait, hogy a pozitív jellemzőket átdolgozva és átültetve, a negatív tulajdonságokat pedig kijavítva egy olyan termékjavaslatot alkothassak, amely a lehető legtöbb felhasználói igény kielégítésére alkalmas.

A piackutatás során több tartót, fogantyút vizsgáltam meg, így ezek keresztezéséből született az ötlet: egy olyan szilikon pánt (20.-27. ábra), amelyben 3D nyomtatott polimer, úgynevezett „talp” található, melyhez igény szerint, oldható pattanó kötéssel csatlakoztathatók egyes multifunkcionális fejek, melyek adott tárgyak megfogásában, tevékenységek elvégzésében segídenek – pl. evőeszköz, fogkefe, íróeszköz megfogása, gomb begombolása, cipzár felhúzása.

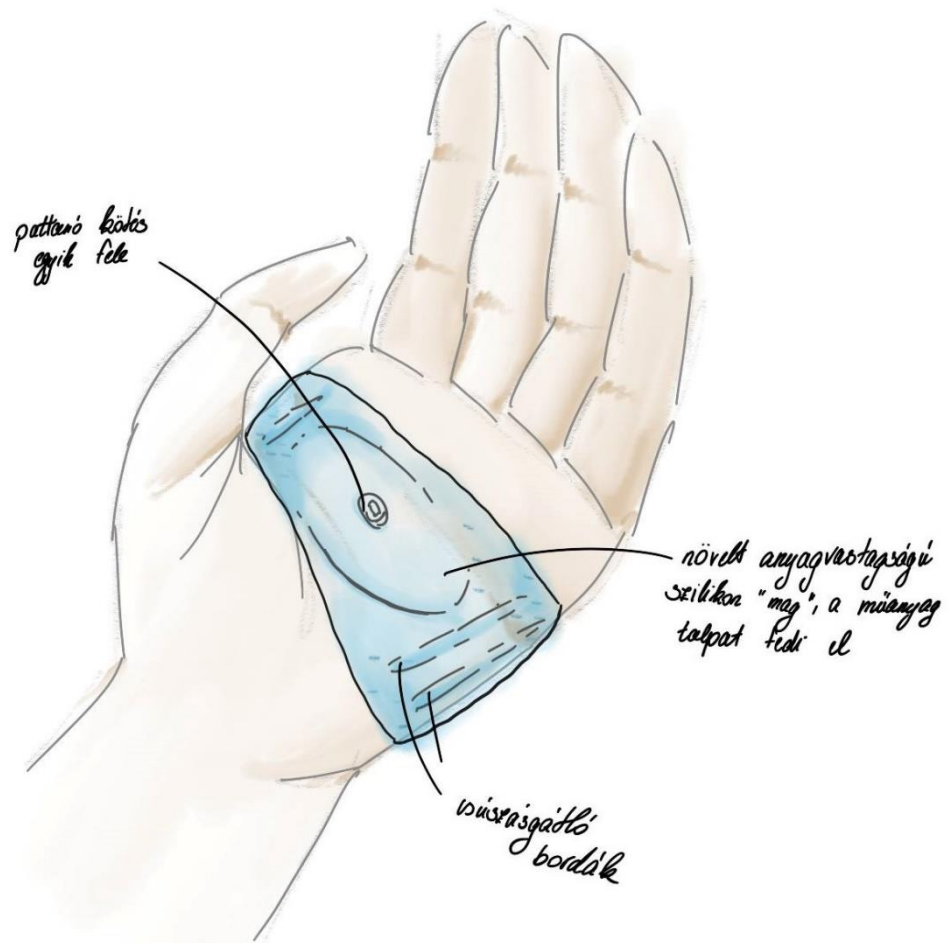
A polimer betét a pánt tenyér felőli oldalán helyezkedne el, egy megnövelt anyagvastagságú szilikon párnába, ún. magba építve úgy, hogy csak a bepattanó kötés létrehozására alkalmas része lóg ki a pántból (21. és 22. ábra). Így a felhasználót nem zavarja akkor sem, ha épp nincs használatban. A szilikon pánt tenyér felőli oldalán, a mag mellett ún. csúszásgátló bordákat helyeznék el, ezzel biztossá téve a fogást, megtartást.

A kézhati oldalon perforációkat kell kialakítani, ezzel elérve a bőr levegővel való érintkezését, illetve így csökkenthető a felhasznált anyagmennyiség, ez pedig a termék súlyát és árát is befolyásolja (20. ábra).

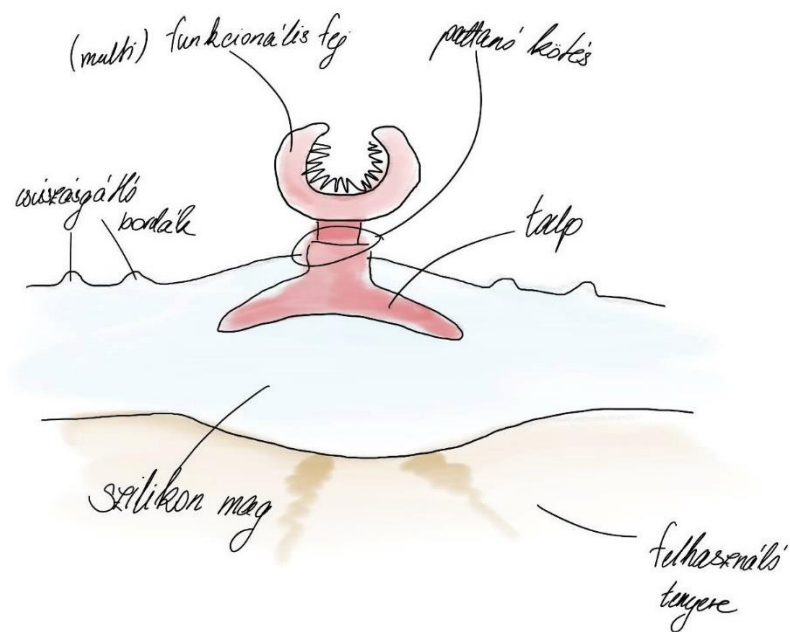
A termékhez minél kevesebb, ám minél több módon felhasználható fejeket tervezek, amik akár elférnek zsebben, vagy egy kisebb táskában is. Szeretnék divatos, nem feltűnő, kompakt és diszkrét terméket tervezni, így segítve azokat a felhasználókat is, akik szeretnék elkerülni a figyelmet akár egy étteremben étkezés során azzal, hogy nincs szükségük az evőeszközök megfogásához nagyméretű segédeszközökre.



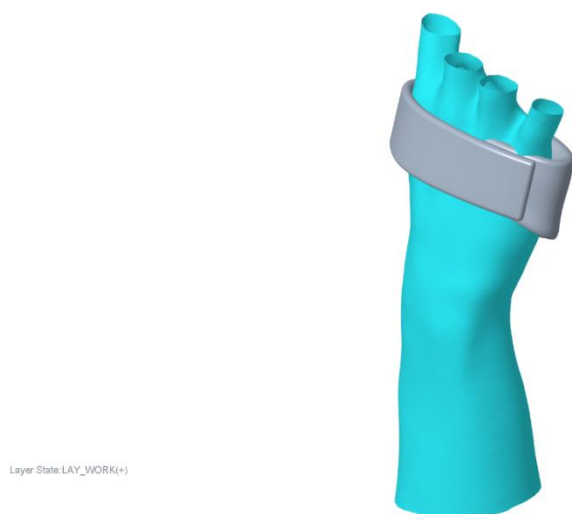
20. ábra: Termékkonceptió -kézhát felőli oldal



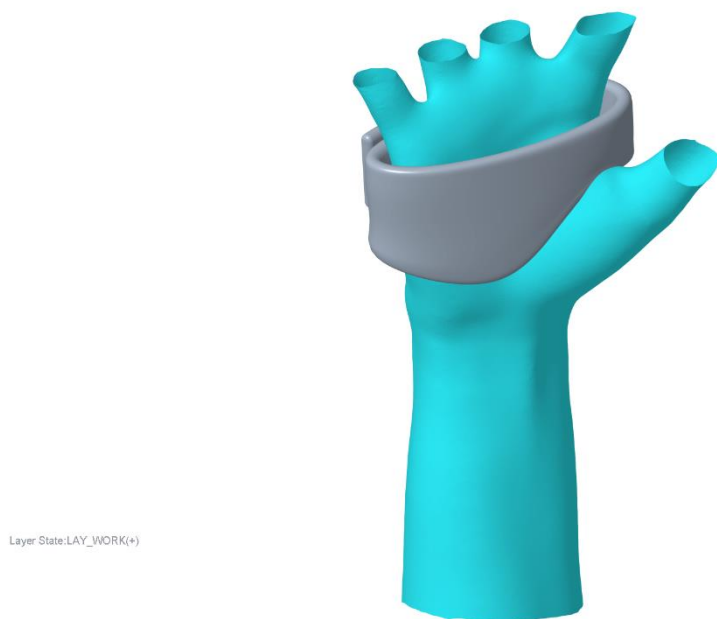
21. ábra: Termékkonceptió - tenyér felőli oldal



22. ábra: termékkonceptió - metszet



24. ábra: Termékkonceptió - behajtott pánt a kézhát felőli oldalon

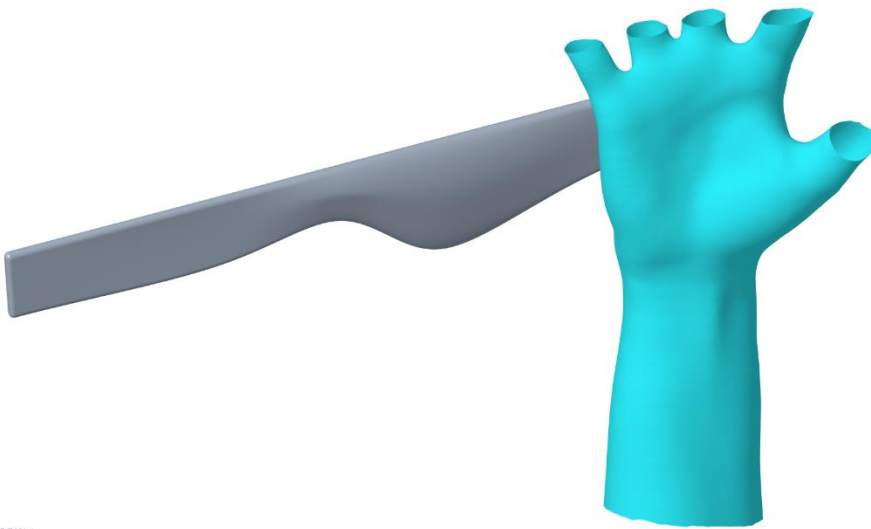


23. ábra: Termékkonceptió - behajtott pánt a tenyér felőli oldalon



Layer State: LAY_DEFAULT(+)

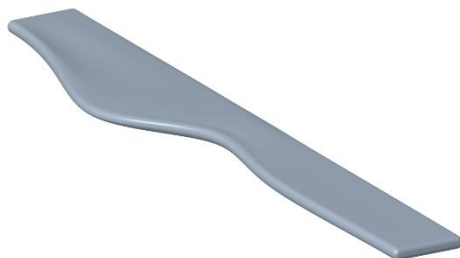
25. ábra: termékkonceptió - behajtott pánt



Layer State: LAY_WORK(+)

26. ábra: termékkonceptió - kéz modellje és pánt

2022.11.30.



Insert Mode

Layer State:LAY_DEFAULT(*)

27. ábra: termékkoncepció - kihajtott pánt

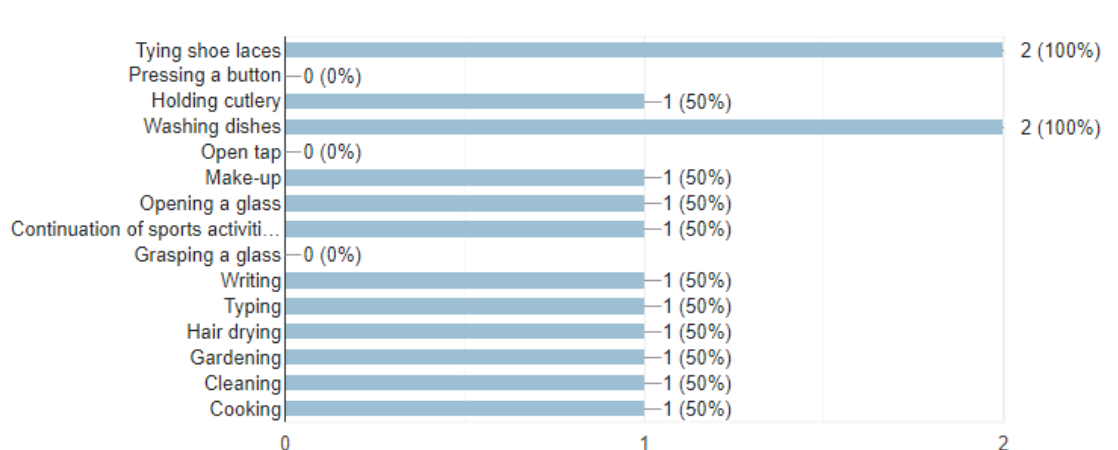
V. Termékjavaslat továbbfejlesztése

Termékjavaslatom továbbfejlesztéséhez kérdőíveket és interjúkat használtam. A kérdőívekkel a felhasználói körbe tartozó érintettek véleményét kértem ki, leginkább mindennapi tevékenységeikre vonatkozó kérdésekkel, illetve szerettem volna felmérni, hogy megváltozott helyzetük milyen mértékben és milyen tevékenységekben korlátozza az egyéneket mindennapi feladataik elvégzése során.

A kérdőívben a meghatározott felhasználói körbe tartozó páciensek érintettségét, egészségügyi állapotukból adódó akadályozottságuk mértékét kívántam vizsgálni. A kitöltők száma igen alacsony volt, az egyik páciens stroke-on átesett, 60 év feletti személy, aki 2014 óta bal oldali hemiplégiával él. A másik kitöltő egy négyéves páciens gyámja volt, a gyermek hemimegalencephalia betegségben szenved.

„A hemimegalencephalia (HME) vagy egyoldalú megalencephalia egy ritka veleszületett rendellenesség, amely az agyféltekét vagy annak egy részét érinti. Súlyos rohamokat okoz, amelyek gyakran gyakoriak és nehezen kontrollálhatók. Egy kisebbségnél előfordulhat, hogy a rohamokat gyógyszerekkel kontrollálják, de a legtöbbnek a legjobb esélye szerint el kell távolítania vagy le kell választania az érintett féltekét. Ellenőrizetlenül gyakran progresszív értelmi fogyatékosságot és agykárosodást okoznak, és leállítják a fejlődést.” [20]

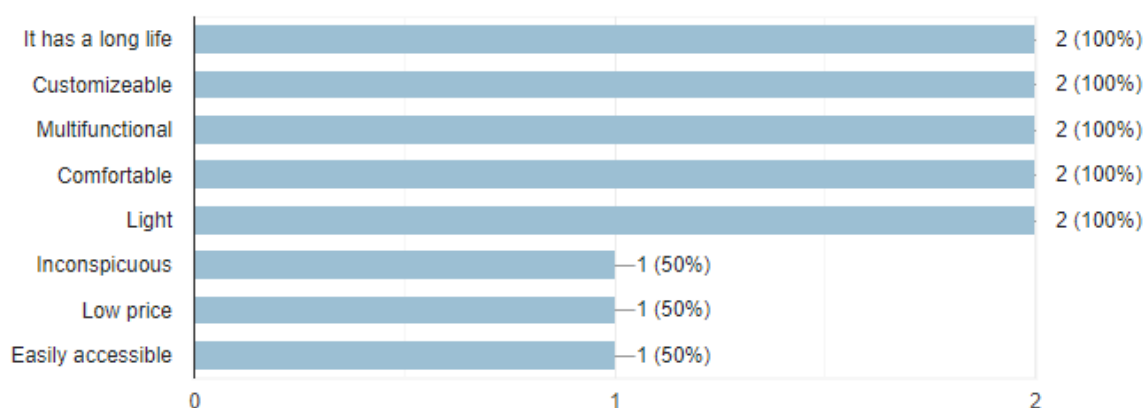
A kérdőívet kitöltőket megkérdeztem arról, hogy milyen tevékenységek végzésében akadályozza őket megváltozott állapotuk (28. ábra). Cipőkötés és mosogatás során mindkét felhasználó napi szinten nehézségekbe ütközik. A felsorolt tevékenységek közül az evőeszközök tartását és megfogását, a sminkelést, palack kinyitását, írást, gépelést, hajszáritást is megjelölték a válaszadók. A kérdések között szerettem volna felmérni azt is, hogy ezek a felhasználók igénybe vesznek-e tevékenységeik megkönnyítésére valamilyen támogató segédeszközt. Az



28. ábra: Kérdőív - nehézséget okozó tevékenységek

egyik kitöltő igennel felelt. A funkcionális részletek fejlesztéséhez szükséges vizsgálat mellett a felhasználókat érő hátrányokat, pszichológiai tényezőket is igyekeztem figyelembe venni. A kérdőív során megkérdeztem, hogy érte-e őket valamilyen hátrány, megkülönböztetés mindennapi életük során. Mindkét válaszadó visszajelzése igen volt, az egyikőjük leírta, hogy számára egyes asztalok magassága, a saját étele felvágása is problémát okoz.

Az utolsó kérdések között a kitöltők véleményét kívántam felmérni arról, hogy számukra milyen az ideális segédeszköz. A hosszú élettartamot, személyre szabhatóságot, multifunkcionalitást, kényelmes és könnyű viseletet mind elengedhetetlennek találták (29. ábra).



29. ábra: Kérdőív - fontos termékjellemzők

Az interjúk elvégzéséhez rehabilitációs központokba látogattam el. A látogatásaim során érintettekkel és szakorvosokkal konzultáltam a termékkoncepciót illetően. Számos észrevételt osztottak meg velem ezek a személyek, melyek által a termékjavaslatomat megfelelően tovább tudom fejleszteni.

Az első kritika a pánt fel-és levételét érintette, a kéz bebújtatása nem megfelelő módszer egy felső végtag mozgásának korlátozottságával élő személy számára. A pántot tehát szíj szerű geometriára szükséges cserélni, melyet több méretre is be lehet állítani egy kapocs segítségével. Fontos emellett, hogy a pánt egyik végén gyűrű szerű perforációt kell kialakítani, hogy azok a felhasználók is önállóan fel tudják tenni, akik ujjainak mozgástartománya korlátozott. Így a gyűrűbe be tudják akasztani az ujjuk és húzó mozdulattal a megfelelő méretűre tudják állítani a pántot.

A látogatások során vizsgáltuk a funkcionális fejek geometriáját is. A visszajelzések alapján kis-és nagy átmérőjű termékek megfogására is alkalmasnak kell lenniük a fejeknek, illetve az öltözködésben is segítséget kell nyújtaniuk. A felhasználóknak a gombolás, a zokni felhúzása és a cipő bekötése okozza a legnagyobb problémát. Gépelésben, érintő képernyős telefon

használatában is segítségre szorúlnak bizonyos felhasználók. Ehhez egy olyan fej kialakítása szükséges, mely elérhetővé teszi a pontos leütést olyan személyek számára is, akiknek az ujjai ezt nem teszik lehetővé a beszűkült mozgástartomány miatt.

Komplex munkafolyamatok elemzése közben rávilágítottunk a fej és a pánt kapcsolódásának hibáira is. Mindennapi tevékenységek végzése közben egyes eszközök megfogása és használata más irányú mozgást igényel, mely mozgás a felhasználó állapotától függően nem minden esetben megvalósítható. Emiatt a kapcsolódásnak elfordulást kell biztosítania, hogy ezek a cselekvések mindenki számára elvégezhetőek legyenek, a termék kialakításából adódó esetleges hiányosságok miatt ne legyenek akadályozva a felhasználók. Ezért a bepattanó kötés geometriáját átalakítottam, így adott tartományban gömbcsuklóként viselkedik, biztosítva a megfelelő mértékű elfordulást és hajlítást.

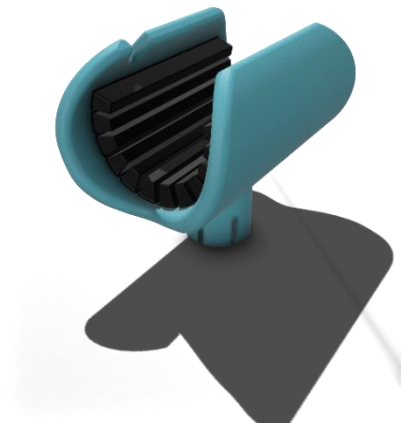
Az esztétikai jellemzők megvitatásakor a pánt perforálását a megkérdezettek támogatták. Tehát egy olyan mintázat megtervezése lett a feladatom, amely húzás esetén sem szakad el, esztétikus és a lehető legnagyobb bőrfelületet szabadon hagyja. Ezek mellett biztosítania kell a bekapcsoláshoz szükséges feltételeket, tehát pontosan kell illeszkednie a kapocshoz, továbbá a méret állíthatóságát is lehetővé kell tennie.

V.1 Funkcionális fejek kialakítása

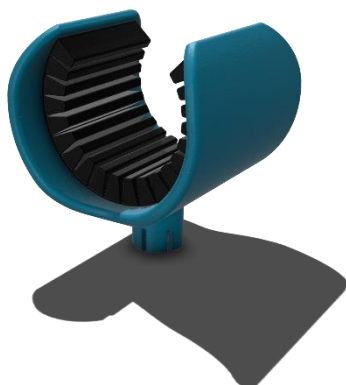
A fejek megtervezésekor legfőbb szempont a multifunkcionális kialakítás volt. Erre azért van szükség, hogy a felhasználók többféle tevékenységet el tudjanak végezni anélkül, hogy a pánt-hoz illesztett fejet kicserélnék, ezzel megkönnyítve a feladat elvégzését.

Három darab ilyen multifunkcionális, cserélhető fejet terveztem. Célom az volt, hogy a legsűrűbben végzett cselekvéseket – pl. evés, fogmosás, írás – ugyanazzal az egy felpattintható fej segítségével el lehessen végezni, így azt nem kell sűrűn egy másikra váltani. Ez a felhasználót is segíti, illetve kíméli a termék anyagát a kifáradástól, ezáltal növelhető a termékélettartam.

Az első számú fej (30. ábra) belső, tárgyak megtartásában részt vevő átmérője 20 mm, melyben összenyomható gumi fogazat kapott helyet 7 mm magasságban, a körív mentén. Így lehetővé teszi 14-20 mm átmérőjű, nem csak hengeres keresztmetszetű tárgyak megtartását. Ebbe a csoportba tartoznak az evőeszközök, tisztálkodási eszközök. Emellett cipzár felhúzásában is segíti a felhasználót a kialakított bemetszésnek köszönhetően. A bemetszésbe szükséges a cipzár kocsit beültetni, vagy a kocsi fülét beleakasztva felhúzni a cipzárt.



30. ábra: Funkcionális fejek - 1. fej



32. ábra: Funkcionális fejek - 2. fej



31. ábra: Funkcionális fejek - 3. fej

A második fej (32. ábra) már nagyobb tárgyak megfogására alkalmas, mint például elektromos fogkefe, vagy tömegközlekedési eszközök kapaszkodója. A fej belső átmérője 35 mm, melyben 10 mm magasságú összenyomható gumi fogazat kapott helyet, így a 25-35 mm átmérőjű tárgyak megfogására alkalmas.

A harmadik, kúp alakú fejjel (31. ábra) a kis méretű, 10-15 mm átmérőjű tárgyak megfogása mellett az érintőképernyős eszközök használatát is segíti. Ehhez a csúcsos részt gumiborítással kell ellátni.

A termékek kialakításakor szükséges volt figyelembe venni, hogy a teljes geometriának vízállónak kell lennie, így a korábbi, termékkonceptióban megjelölt szivacs fogazatot polimerre kellett cserélni. A fogazatot ragasztással kell a fejekbe illeszteni, így, ha a fog elkopik, viszont a fej még ép, elegendő csak a fogakat kicserélni.

Alapvetően a teljes termék megtervezésekor fontosnak tartottam, hogy annak minden gyakran igénybe vett része különálló alkatrészként cserélhető legyen, hogy ne kelljen az egész terméket lecserélnie a felhasználónak. Ezzel a megoldással mind a gyártó, mind a vásárló számára költséghatékony terméket tudok tervezni.

V.2 Pattanó kötés vizsgálata

A megfelelő kötés kialakításához meg kell vizsgálni annak méretezését, a számított eredmények alapján a kötés minősítése szükséges.

Az általam tervezett elfordulást megengedő kötés oldható gömbcsuklós bepattanó kötésnek tekinthető. A bepattanó gömbrész miatt a funkcionális fejeken lévő csatlakozó alkatrészt kellett felhasítani, így a kötést hat borda biztosítja. A kötés a koncentrikus bordák és hornyok kapcsolatával jön létre. A külső és belső hengeres felületek radiális rugalmasságuk segítségével kapcsolhatók össze.

V.2.1 Méretezés

A szerkezet anyaga poliamid. A számításhoz szükséges anyagjellemzőket a (4. táblázat) tartalmazza.

4. táblázat: Poliamid anyagjellemzői

Poliamid (PA) anyagjellemzői	
Súrlódási tényező (μ)	1,4 [-]
Rugalmassági modulus (E)	200 %
Legkisebb szekáns modulus (E_{Smin})	600 [Pa]
Legnagyobb szekáns modulus (E_{Smax})	1900 [Pa]

[21][22][23]

A szerelési és oldási erők az alábbi összefüggéssel számíthatóak:

$$F = p \cdot \pi \cdot D_G^2 \cdot \frac{\alpha}{D_G} \cdot \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \cdot \tan \alpha}$$

ahol: p = kapcsolat létrehozásához szükséges nyomaték [N/mm²]

D_G = golyó átmérője [mm]

μ = súrlódási tényező [-]

α = szerelési szög [°]

A kapcsolat létrehozásához szükséges nyomatékot az alábbi összefüggéssel számítom:

$$p = \frac{f}{D_K} \cdot E_S \cdot \frac{1}{K}$$

ahol: f = alámetszés [mm]

D_K = foglalat nyílásának átmérője [mm]

K = keresztmetszeti tényező [mm^2]

E_s = szekáns modulus [Pa]

$$f = D_G - D_K$$

$$K = \frac{\left(\frac{D_a}{D_G}\right)^2 + 1}{\left(\frac{D_a}{D_G}\right)^2 - 1} + 1$$

ahol: D_a = foglalat külső átmérője [mm]

Az adatok összefüggésekbe való behelyettesítésével meghatározható a szereléshez szükséges minimális ($F_{\min}$) és maximális ($F_{\max}$) erő.

V.2.1.1 Szereléshez szükséges maximális erő meghatározása

$$D_G = 7,8 \text{ [mm]}$$

$$D_K = 6,8 \text{ [mm]}$$

$$f = D_G - D_K = 7,5 - 6,8 = 0,7 \text{ [mm]}$$

α szerelési szöget az alábbi ábrán (33. ábra) szereplő értékekkel és a nyúlás (ε) összefüggésével szükséges meghatározni. A szerelési szög megegyezik a zárási szöggel a csuklós kialakításnak köszönhetően.

$\varepsilon = \frac{f}{D_K} \cdot 100\%$	α_1 : szerelési szög α_2 : zárási szög	$\frac{a}{D_G}$
1	8°	0,07
2	$11,4^\circ$	0,10
3	$13,9^\circ$	0,12
4	$15,9^\circ$	0,14

33. ábra: Nyúlás és a szerelési szög összefüggése [24]

$$\varepsilon = \frac{D_G - D_K}{D_K} \cdot 100\% = \frac{f}{D_K} \cdot 100\%$$

Az adatok behelyettesítésével meghatározható a nyúlás (ε) értéke:

$$\varepsilon = \frac{0,7}{6,8} \cdot 100\% = 0,1 \%$$

A táblázatos adatok felhasználásával lineáris interpoláció végzése szükséges, így meghatározható az α szerelési szög.

$$\alpha = 8,34 [^\circ]$$

K keresztmetszeti tényező meghatározása az adatok behelyettesítésével:

$$D_a = 10 [\text{mm}]$$

$$K = \frac{\left(\frac{D_a}{D_G}\right)^2 + 1}{\left(\frac{D_a}{D_G}\right)^2 - 1} + 1 = \frac{\left(\frac{10}{7,5}\right)^2 + 1}{\left(\frac{10}{7,5}\right)^2 - 1} + 1 = 4,57 [\text{mm}^2]$$

A kapcsolat létrehozásához szükséges maximális nyomaték számítását az alábbi összefüggéssel végzem:

$$p_{max} = \frac{f}{D_K} \cdot E_{Smax} \cdot \frac{1}{K}$$

Adatok behelyettesítésével:

$$E_{Smax} = 1900 [\text{Pa}]$$

$$p_{max} = \frac{0,7}{6,8} \cdot 1900 \cdot \frac{1}{4,57} = 42,79 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

A fenti adatok és az alábbi összefüggés használatával megállapítható a szereléshez szükséges maximális erő (F_{max}):

$$F_{max} = p_{max} \cdot \pi \cdot D_G^2 \cdot \frac{\alpha}{D_G} \cdot \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \cdot \tan \alpha}$$

Adatok behelyettesítésével

$$F_{max} = 42,79 \cdot \pi \cdot 7,5^2 \cdot \frac{0,14^\circ}{7,5} \cdot \frac{1,4 + \tan(0,14^\circ)}{1 - 1,4 \cdot \tan(0,14^\circ)} = 198,64 [\text{N}]$$

V.2.1.2 Szereléshez szükséges minimális erő meghatározása

A V.2.1 pontban kiszámított geometriai értékeket használom fel a p_{min} és F_{min} értékek meghatározásához. A kapcsolat létrehozásához szükséges legkisebb nyomaték az alábbi összefüggéssel meghatározható:

$$p_{min} = \frac{f}{D_K} \cdot E_{Smin} \cdot \frac{1}{K}$$

2022.11.30.

Adatok behelyettesítésével:

$$E_{\text{Smin}} = 600 \text{ [Pa]}$$

$$p_{\text{min}} = \frac{0,7}{6,8} \cdot 600 \cdot \frac{1}{4,57} = 13,51 \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

A legkisebb szerelési erő az alábbi összefüggéssel számítható:

$$F_{\text{min}} = p_{\text{min}} \cdot \pi \cdot D_G^2 \cdot \frac{\alpha}{D_G} \cdot \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \cdot \tan \alpha}$$

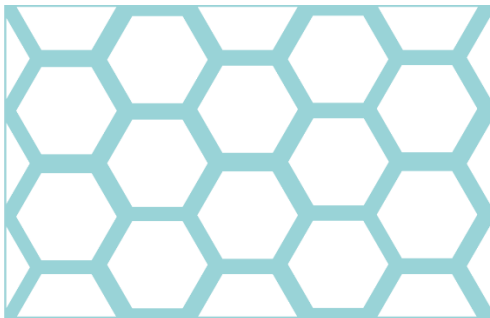
Az adatok behelyettesítésével az legkisebb szerelési erő értéke meghatározható:

$$F_{\text{min}} = 13,51 \cdot \pi \cdot 7,5^2 \cdot \frac{0,14^\circ}{7,5} \cdot \frac{1,4 + \tan(0,14^\circ)}{1 - 1,4 \cdot \tan(0,14^\circ)} = 67,83 \text{ [N]}$$

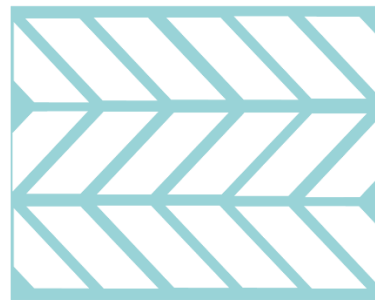
V.3 Mintázat tervezése

A mintázat megtervezésekor az esztétikai jellemzők szem előtt tartása mellett a lehető legkisebb bőrfelület lefedésére törekedtem úgy, hogy a pánt még meg tudja tartani az eszköztartó fejet és a benne lévő használati eszközt is. Ehhez a falvastagság és a perforációk területének arányát szükséges meghatározni, mely nem lehet kisebb 1:2-nél.

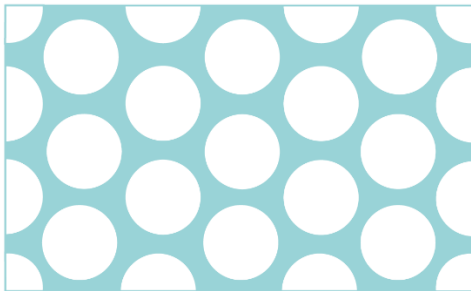
Az alábbi ötlettrajzokat (34-38. ábra) Copeland módszerrel (5-7. táblázat) értékeltem a vizsgálati kategóriák szerint, majd a kategóriák értékeit összeadva (8. táblázat) meghatároztam a megfelelő geometriát.



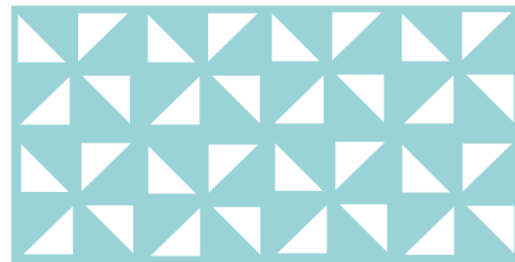
34. ábra: Mintázat tervezése - 1. minta



35. ábra: Mintázat tervezése - 4. minta



36. ábra: Mintázat tervezése - 2. minta



37. ábra: Mintázat tervezése - 5. minta



38. ábra: Mintázat tervezése - 3. minta

5. táblázat: Copeland értékelés esztétika szempontjából

V.3.1 Esztétika					
	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
1. minta		-1	-1	0	1
2. minta	1		-1	1	1
3. minta	1	1		1	1
4. minta	0	-1	-1		0
5. minta	-1	-1	-1	0	
Összesen:	1	-2	-4	2	3

6. táblázat: Copeland értékelés falvastagság szempontjából

V.3.2 Falvastagság nagysága					
	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
1. minta		1	0	0	1
2. minta	-1		-1	-1	1
3. minta	0	1		0	1
4. minta	0	1	0		1
5. minta	-1	-1	-1	-1	
Összesen:	-2	2	-2	-2	4

7. táblázat: Copeland értékelés újszerűség szempontjából

V.3.3 Újszerűség					
	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
1. minta		-1	-1	1	1
2. minta	1		0	1	1
3. minta	1	0		1	1
4. minta	-1	-1	-1		0
5. minta	-1	-1	-1	0	
Összesen:	0	-3	-3	3	3

Az egyes javaslatokat értékelő összesítő táblázat az alábbi eredmények alapján alakult:

8. táblázat: Copeland értékelés - összesítés

V.3.4 Összesítés					
	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	5. minta
V.3.1 vizsgálat	1	-2	-4	2	3
V.3.2 vizsgálat	-2	2	-2	-2	4
V.3.3 vizsgálat	0	-3	-3	3	3
Összesen	1	-3	-9	3	10

A táblázatból tehát leolvasható, hogy a javaslatok közül az 5. minta felel meg a leginkább a felállított kritériumoknak, így ezt a motívumot fogom felhasználni a perforációk elkészítéséhez.

VI. Összefoglaló – Végleges termékjavaslat ismertetése

Végleges termékjavaslatom (43-46. ábra) tehát egy olyan esztétikus, multifunkcionális eszköz, mely felső végtag érintettségű, mozgásszervi betegséggel vagy neurológiai rendellenességgel élő személyek számára nyújt segítséget mindennapi tevékenységeik elvégzésében.

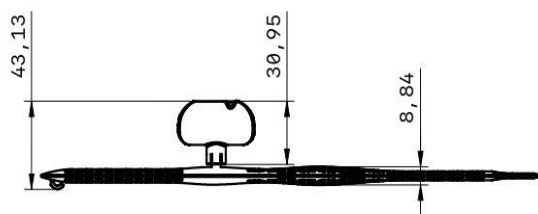
A termék minden gyakran használatban lévő alkatrésze külön-külön cserélhető, ezáltal mind a gyártó, mind a vásárló szempontjából költséghatékony, továbbá így növelhető a termékélettartam is. A bőrrel érintkező pánt biokompatibilis szilikonból készült, egyedi mintázata nem csak esztétikai funkciót tölt be, hanem a bőr levegővel való érintkezését is biztosítja, így megakadályozza a bőr bepállás miatti irritációját. Az anyagválasztásból adódóan a terméket nem kell fel- és levenni vízzel való érintkezéskor, mert minden komponense vízálló. Egyszerűen higiénikusan tartható.

Számos, mindennapi tevékenységekhez használatos eszközök megfogását lehetővé teszi. Könnyen méretre állítható, emellett nem csak a tenyér felőli oldalon teszi lehetővé az eszközök megtartását, hanem a kézhati oldalra fordítva is alkalmazható.

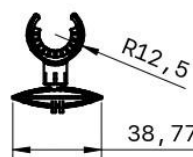
A termékjavaslat összeállítási dokumentációját a dolgozat mellékletében található 3D PDF dokumentum tartalmazza, mert a termék szabad felületmodellekből készült, ezért csak tájékoztató jellegű rajz készíthető belőle. A szerszám a 3D geometria alapján kerül majd elkészítésre. A termékjavaslat befoglaló méreteit a (9. táblázat) és az alábbi ábrák (39-42. ábra) tartalmazza.

9. táblázat: Eszköztartó pánt befoglaló méretei

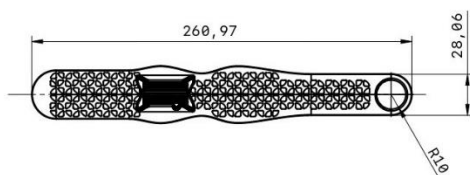
Eszköztartó pánt befoglaló méretei	
Hosszúság	261 [mm]
Szélesség	39 [mm]
Magasság	19 – 76 [mm]



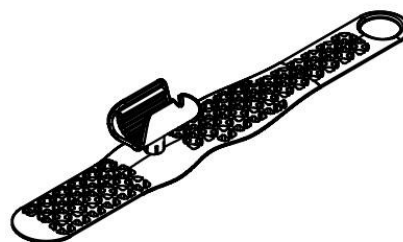
39. ábra: Befoglaló méretek - előlnézet



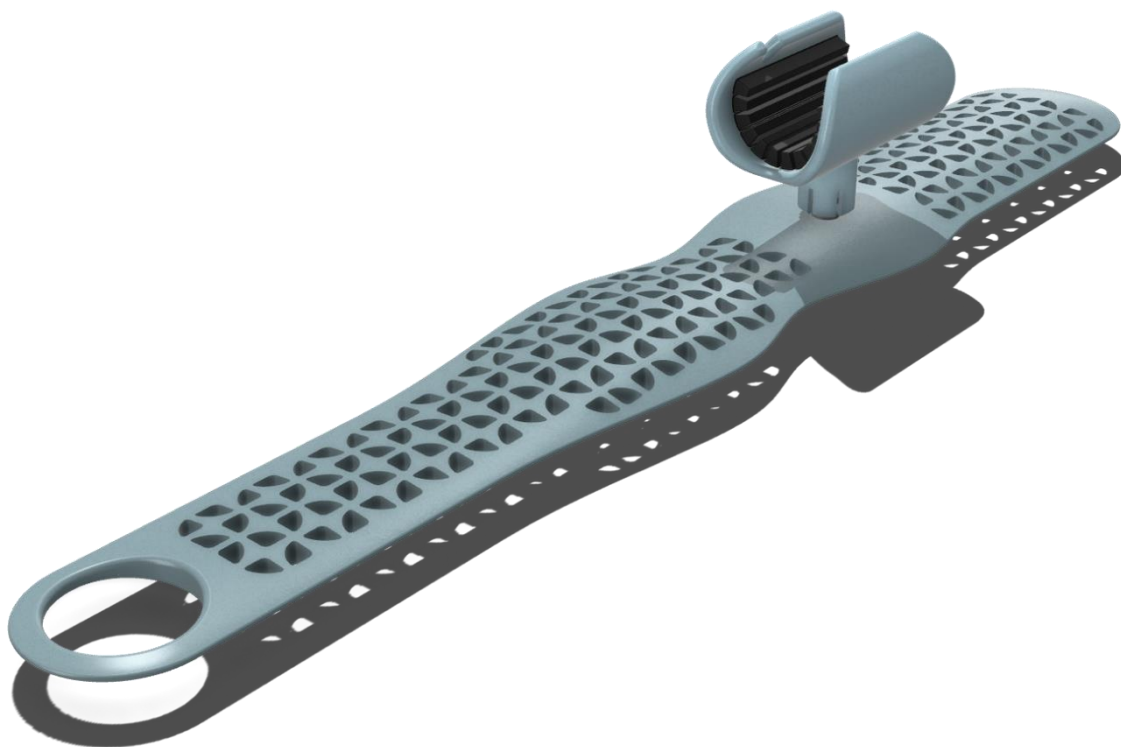
40. ábra: Befoglaló méretek - oldalnézet



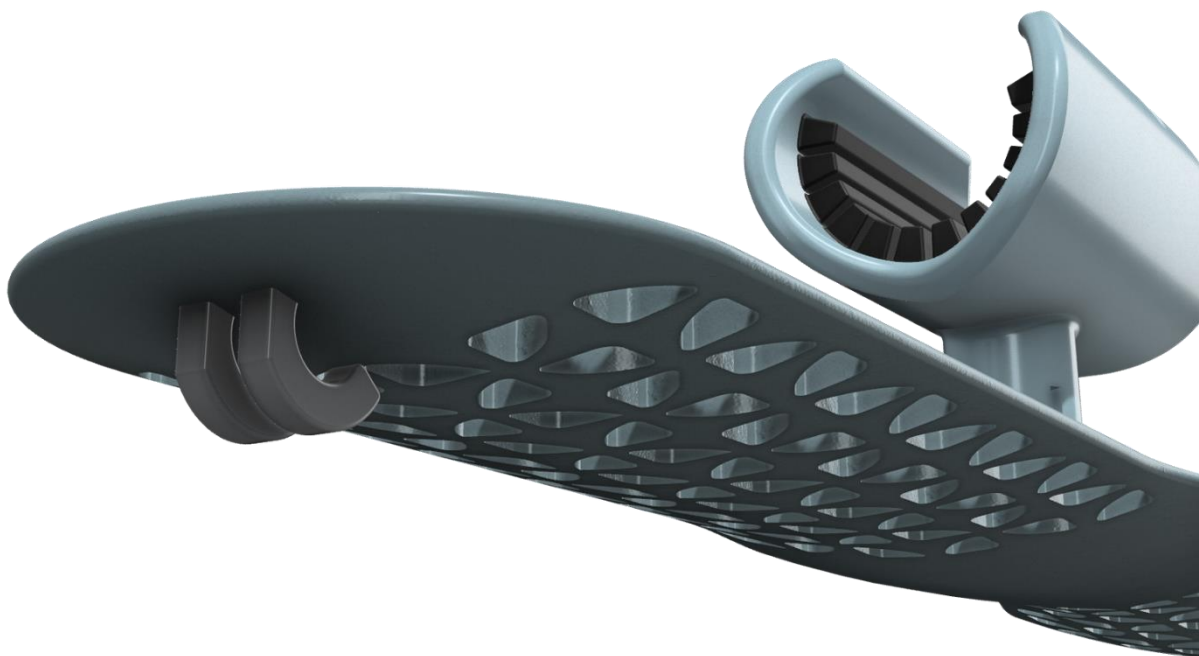
41. ábra: Befoglaló méretek - felülnézet



42. ábra: 2D összeállítási rajz



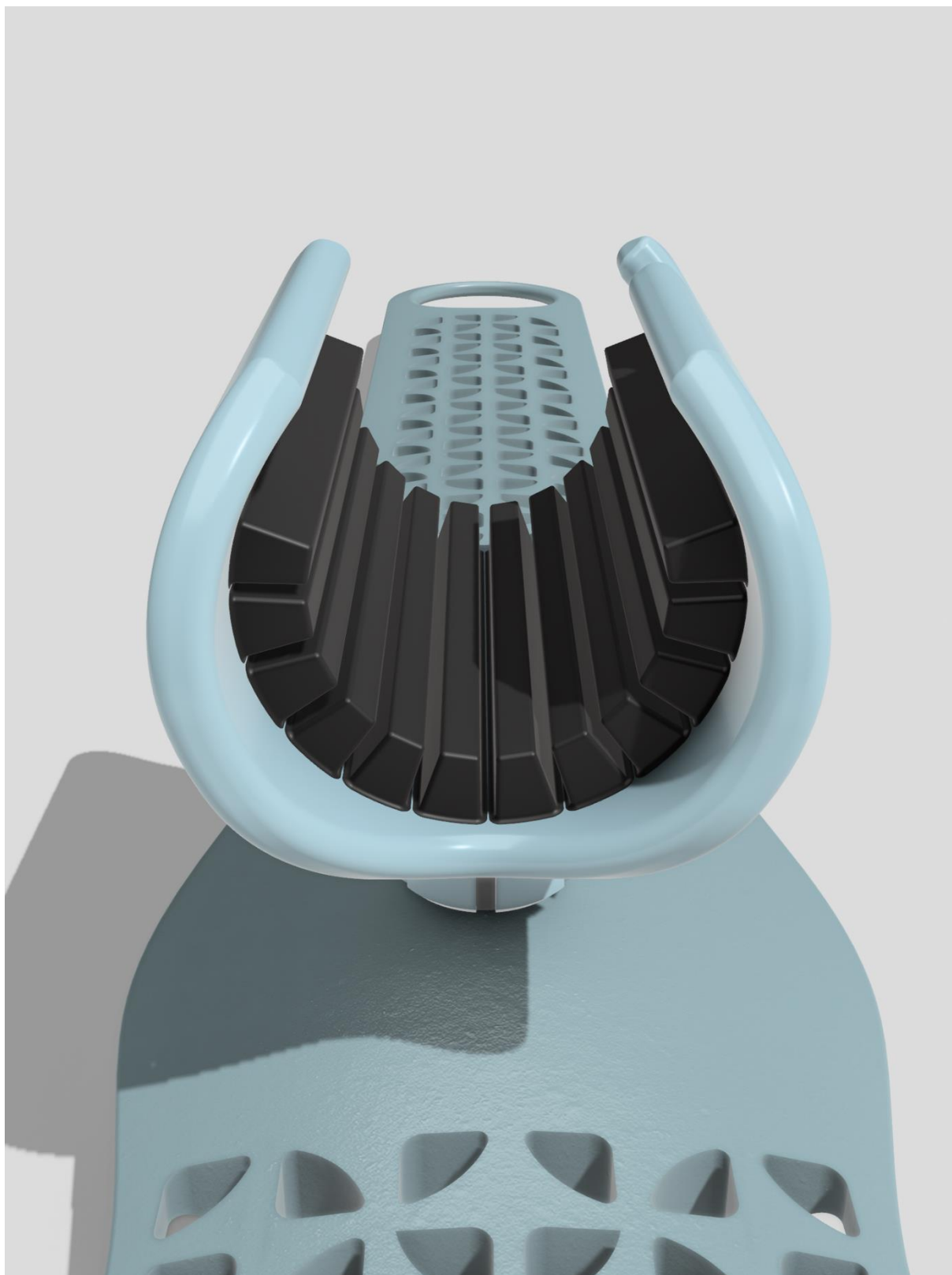
43. ábra: Végleges termékjavaslat - 1. látványterv



44. ábra: Végleges termékjavaslat - 2. látványterv



45. ábra: Végleges termékjavaslat - 3. látványterv

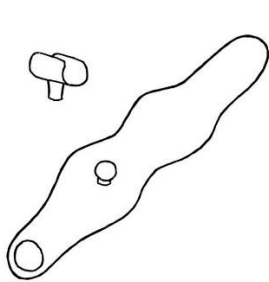


46. ábra: Végleges termékjavaslat - 4. látványterv

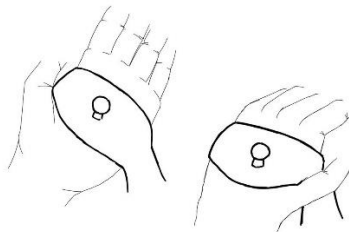
VI.1 Használati útmutató

VI.1.1 Használati útmutató a kézmozgást segítő eszköztartó pánthoz.

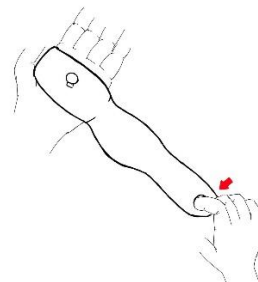
1. Készítse elő a pántot és a használni kívánt funkcionális fejet (47. ábra).
2. Tegye a pántot a sérült kézfejére. A pántból kiálló kemény műanyag gömb nézhet a tenyérből kifelé mutató irányba, illetve a kézhátra merőlegesen, kifelé mutató irányba. A termék kézfejen való elhelyezését a páciens korlátozottsága alapján szükséges végrehajtani úgy, hogy a termék a páciens mozgástartományában helyezkedjen el (48. ábra).
3. Bújtassa az ép kezének egyik ujját a pánt végén lévő kör alakú perforációba (49. ábra).
4. Húzza meg a pántot a kör alakú fogantyú segítségével és akassza a csatot a pánt valamelyik apró perforációjába úgy, hogy a termék megfelelően biztosított legyen (50. ábra).
5. Vegyen elő egy funkcionális fejet, mely cselekvésében segíteni fogja.
6. Fogja meg a funkcionális fejet majd pattintsa rá a kiálló, gömb alakú csatlakozó elemre. A fejet kattánásig nyomja (51. ábra).
7. Fordítsa megfelelő irányba a felcsatlakoztatott funkcionális fejet.
8. Csúsztassa be a funkcionális fej eszköztartó részébe a használni kívánt eszközt (pl. evőeszköz) (52. ábra).
9. Ellenőrizze, hogy az ön által használni kívánt eszköz megfelelően rögzült a tartó fejhez.
10. A termék és a beleillesztett eszköz használatra kész.



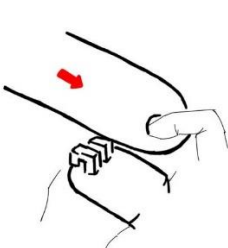
47. ábra: Használati útmutató - 1. lépés



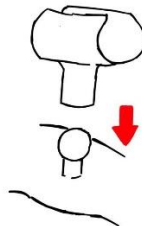
48. ábra: Használati útmutató - 2. lépés



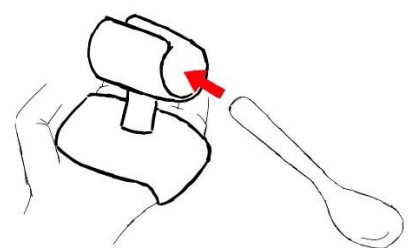
49. ábra: Használati útmutató - 3. lépés



50. ábra: Használati útmutató - 4. lépés



51. ábra: Használati útmutató - 6. lépés



52. ábra: Használati útmutató - 8. lépés

VI.1.2 Funkcionális fejek cseréje

1. Csúsztassa ki a rögzített használati eszközt az eszköztartó pánt funkcionális fejéből.
2. Fogja meg a használatban lévő funkcionális fejet, majd húzó mozdulattal távolítsa el a pánttól. Eltávolítás közben ne csavarja el, ne hajlítsa meg a fejet!
3. Készítse elő a felcsatlakoztatni kívánt fejet.
4. Pattintsa az új funkcionális fejet a pántból kilógó gömb alakú csatlakozóra.
5. Csúsztassa a használni kívánt eszközt a funkcionális fej rögzítő fogai közé.
6. Ellenőrizze, hogy az ön által használni kívánt termék megfelelően rögzült a tartó fejhez.

VI.1.3 Eszköz tisztítása

1. Csúsztassa ki a rögzített használati eszközt az eszköztartó pánt funkcionális fejéből.
2. Fogja meg a használatban lévő funkcionális fejet, majd húzó mozdulattal távolítsa el a pánttól. Eltávolítás közben ne csavarja el, ne hajlítsa meg a fejet!
3. A kör alakú fogantyú segítségével kapcsolja ki a pántot majd vegye le.
4. Folyó víz alatt egyesével mossa meg az eszköztartó pánt minden alkatrészét.
5. Törölje szárazra vagy hagyja levegőn megszáradni. Új használat előtt bizonyosodjon meg arról, hogy az eszköz teljesen száraz!

Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom megírása során számos személytől kaptam hasznos tanácsot, tippet. Szeretném megköszönni Dr. Piros István Attilának és Pulay Márknak, hogy elvállalták dolgozatom témavezetését, továbbá a C3D Műszaki Tanácsadó Kft. mindazon kollégáinak, akik egy-egy értékes gondolattal segítették a végleges termékkoncepcióm létrejöttét.

Szeretném megköszönni a Dr. Mogánné Tölgyesy Szilviának és Détári Vilmosnak, hogy rám fordították idejüket és konzultációra fogadtak. Velük folytatott beszélgetésem rávilágított, hogy milyen sok, fontos részlete van egy komplex ergoterápiás eszköznek.

Budapest, 2022.11.06.

Egerszegi Boglárka Fanni

Bírálatok

Bírálat összegzés

Cím: **Kézmozgást segítő mindennapi ergoterápiás segédeszköz tervezése**
Kulcsszavak: terméktervezés, 3d nyomtatás, segédeszköz, creo, design for all
Szekció: Gép- és terméktervezés
Szerző: Egerszegi Boglárka Fanni
Konzulensek: Dr. Piros Attila (GT3), Pulay Márk (Erg. és Pszich. Tsz.)

1. Bírálólap -60 pont- (36. OTDK értékelési szempontjai szerint) > 2. Összegzés

Pontszámok

Bírálólap -60 pont- (36. OTDK értékelési szempontjai szerint)

A. A dolgozat szerkesztése, stílusa (0-10 pont) (0-10): **10 pont**

Indoklás:

A dolgozat jól tagolt, jól olvasható, gondosan szerkesztett.

B. A téma irodalmi feldolgozása (0-5 pont) (0-5): **5 pont**

Indoklás:

Az irodalom feldolgozása részletes jól bemutatja a témakört. A hivatkozások pontosak. Az orvosoldali irodalom is igen széleskörűen ír le kapcsolódó témákat.

C. A dolgozat korszerűsége, fontossága (0-10 pont) (0-10): **10 pont**

Indoklás:

A téma korszerű "örök", hiszen ilyesfajta mozgássegítő elemek mindig szükségesek lehetnek bizonyos embercsoportok számára.

D. A téma feldolgozási színvonala (0-20 pont) (0-20): **17 pont**

Indoklás:

A téma feldolgozása eredeti, bár az anyagválasztásnál egyoldalúan rátér a "legjobb piaci termékre", nem igazán részletezve a lépéseket.

E. Az eredmények értékelése (0-15 pont) (0-15): **13 pont**

Indoklás:

Az elért eredmények pontosak, azonban a koncepciók választásánál is egyoldalúan "egyféle" iránytokat választ (nem igazán részletezve) a folyamatot. A kérdőíveknél szerzett eredményeket, már a koncepciók készítésénél is alkalmazhatta volna, nemcsak a továbbfejlesztésnél. Kiválasztási módszert csak a legvégső szíj mintázat esetében alkalmaz.

F. Bíráló kérdése(i) a dolgozat szóbeli előadását követő megválaszolásra a TDK konferencián. (Az "indoklás a kérdéshez" megjegyzés nem releváns, azt a rendszer automatikusan generálja. Kérem írja be kérdését az alábbi mezőbe.)

Indoklás:

Az anyagválasztásoknál vizsgált-e a dolgozatban nem közölt fajtákat is?

Összesen: 55 pont (0-60)

53. ábra: Bírálat1 - Dr. Baka Ernő

Bírálat összegzés

Cím: **Kézmozgást segítő mindennapi ergoterápiás segédeszköz tervezése**

Kulcsszavak: terméktervezés, 3d nyomtatás, segédeszköz, creo, design for all

Szekció: Gép- és terméktervezés

Szerző: Egerszegi Boglárka Fanni

Konzulensek: Dr. Piros Attila (GT3), Pulay Márk (Erg. és Pszich. Tsz.)

1. Bírálólap -60 pont- (36. OTDK értékelési szempontjai szerint) » 2. Összegzés

Pontszámok

Bírálólap -60 pont- (36. OTDK értékelési szempontjai szerint)

A. A dolgozat szerkesztése, stílusa (0-10 pont) (0-10): **10 pont**

Indoklás:

A dolgozat gondosan szerkesztett, jól tagolt. Stílusa gördülékeny, követi a magyar nyelv szabályait.

B. A téma irodalmi feldolgozása (0-5 pont) (0-5): **5 pont**

Indoklás:

Irodalmi tájékozódása célorientált, körültekintő, a tervezéshez kellő információt ad. Hivatkozásai pontosak.

C. A dolgozat korszerűsége, fontossága (0-10 pont) (0-10): **9 pont**

Indoklás:

A téma időszzerű, fogyatékossggal élőket gyakori tevékenységükben jelentékenyen segítheti, fontos segédeszköz. Megalapozott munka.

D. A téma feldolgozási színvonala (0-20 pont) (0-20): **20 pont**

Indoklás:

A téma feldolgozása jó színvonalú, eredeti megoldásokat tartalmaz.

E. Az eredmények értékelése (0-15 pont) (0-15): **14 pont**

Indoklás:

Az eredmény gyártható. A mellékelt használati útmutató meggyőző.

F. Bíráló kérdése(i) a dolgozat szóbeli előadását követő megválaszolásra a TDK konferencián. (Az "indoklás a kérdéshez" megjegyzés nem releváns, azt a rendszer automatikusan generálja. Kérem írja be kérdését az alábbi mezőbe.)

Indoklás:

Többféle PA létezik. Melyik típus alkalmazására gondolt?

Összesen: 58 pont (0-60)

54. ábra: Bírálat2 - Dr. Marosfalvi János



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

OKLEVÉL

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
2022. évi

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIÁJÁN
NYÚJTOTT TELJESÍTMÉNYÉÉRT A
ZSÚRI JAVASLATA ALAPJÁN

Egerszegi Boglárka Fanni

egyetemi hallgatót

Kézmozgást segítő mindennapi ergoterápiás segédeszköz tervezése

című munkájáért

I.

Díjban

RÉSZESÍTEM

Budapest, 2022. november 17.



Dr. Orbulov Imre Norbert
dékán

Gép- és terméktervezés

55. ábra: Eredményt tanúsító oklevél

Ábrajegyzék

1. ábra: Kézfej hosszának mérése.....	7
2. ábra: Kéz csontjai	7
3. ábra: Hüvelykujj és csuklóhajlat távolságának meghatározása.....	8
4. ábra: Kézfej szélességének mérése.....	8
5. ábra: Eszköztartó pánt analógiák -1	9
6. ábra: Textil eszköztartó kesztyű	9
7. ábra: Fogást segítő szivacs	9
8. ábra: Eszköztartó szivacs	10
9. ábra: Eszköztartó pánt analógiák -2	10
10. ábra: Speciális kés -1.....	10
11. ábra: Speciális konzervnyitó	10
12. ábra: Speciális vágódeszka -1.....	10
13. ábra: Speciális vágódeszka -2.....	10
14. ábra: Speciális kés -2.....	10
15. ábra: Kinyitást, csavarást segítő eszköz	10
16. ábra: Begombolást segítő eszköz	10
17. ábra: Nadrág felhúzó eszköz	10
18. ábra: Toll tartó segédeszköz	11
19. ábra: Írást segítő eszköz	11
20. ábra: Termékkonceptió -kézhát felőli oldal	18
21. ábra: Termékkonceptió - tenyér felőli oldal	19
22. ábra: termékkonceptió - metszet.....	19
23. ábra: Termékkonceptió - behajtott pánt a tenyér felőli oldalon.....	20
24. ábra: Termékkonceptió - behajtott pánt a kézhát felőli oldalon	20
25. ábra: termékkonceptió - behajtott pánt	21
26. ábra: termékkonceptió - kéz modellje és pánt	21
27. ábra: termékkonceptió - kihajtott pánt.....	22
28. ábra: Kérdőív - nehézséget okozó tevékenységek.....	23
29. ábra: Kérdőív - fontos termékjellemzők.....	24
30. ábra: Funkcionális fejek - 1. fej.....	26
31. ábra: Funkcionális fejek - 3. fej.....	26
32. ábra: Funkcionális fejek - 2. fej.....	26
33. ábra: Nyúlás és a szerelési szög összefüggése [24].....	29
34. ábra: Mintázat tervezése - 1. minta	32
35. ábra: Mintázat tervezése - 4. minta	32
36. ábra: Mintázat tervezése - 2. minta	32
37. ábra: Mintázat tervezése - 5. minta	32
38. ábra: Mintázat tervezése - 3. minta	32
39. ábra: Befoglaló méretek - előlnézet	35
40. ábra: Befoglaló méretek - oldalnézet	35
41. ábra: Befoglaló méretek - felülnézet	35
42. ábra: 2D összeállítási rajz.....	35
43. ábra: Végleges termékjavaslat - 1. látványterv	36
44. ábra: Végleges termékjavaslat - 2. látványterv	36
45. ábra: Végleges termékjavaslat - 3. látványterv	37

46. ábra: Végleges termékjavaslat - 4. látványterv	38
47. ábra: Használati útmutató - 1. lépés	39
48. ábra: Használati útmutató - 2. lépés	39
49. ábra: Használati útmutató - 3. lépés	39
50. ábra: Használati útmutató - 4. lépés	39
51. ábra: Használati útmutató - 6. lépés	39
52. ábra: Használati útmutató - 8. lépés	39
53. ábra: Bíráló1 - Dr. Baka Ernő	42
54. ábra: Bíráló2 - Dr. Marosfalvi János	43
55. ábra: Eredményt tanúsító oklevél	44

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Rubosil SR-30 bekevert szilikon jellemzői	13
2. táblázat: Poliamid (PA) filament főbb anyagjellemzői	14
3. táblázat: Követelményjegyzék	15
4. táblázat: Poliamid anyagjellemzői.....	28
5. táblázat: Copeland értékelés esztétika szempontjából.....	33
6. táblázat: Copeland értékelés falvastagság szempontjából.....	33
7. táblázat: Copeland értékelés újszerűség szempontjából.....	33
8. táblázat: Copeland értékelés - összesítés.....	33
9. táblázat: Eszköztartó pánt befoglaló méretei	35

Forrásjegyzék

[1] Dr. Babai László: Féloldali bénulás – Hemiplegia, 2019; Féloldali bénulás - Neurológiai Központ (neurologiai-kozpont.hu) [weblap]

[2] Paresis jelentése; <https://esem.hu/szotar/paresis/> [weblap]

[3] Mi az agyi infarktust követő hemiplegia és hemiparesis; <https://gobertpartners.com/what-is-hemiplegia-and-hemiparesis-following-cerebral-infarction> [weblap]

[4] Patika Magazin: Cerebrális parézis=CP – egy betegség, aminek a mozgásfogyatékoság a fő tünete; <https://www.patikamagazin.hu/betegszervezetek/cikkek/cikk/28/8> [weblap]

[5] American College of Rheumatology Committee on Communications and Marketing: Rheumatoid Arthritis, 2021; <https://www.rheumatology.org/I-Am-A/Patient-Caregiver/Diseases-Conditions/Rheumatoid-Arthritis> [weblap]

[6] Cleveland Clinic: Rheumatoid Arthritis, 2022; <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/4924-rheumatoid-arthritis> [weblap]

[7] Webbeteg.hu: Médiaár – Kéz csontjai; https://www.webbeteg.hu/mediatar/mozgasszervi_betegseg/55/kez-csontjai [2. ábra]

[8] PeopleSize 2020; <https://www.openenerg.com/psz/> [1., 3., 4. ábrák]

[9] Magyar Szabványügyi Testület: Egyézségügyi szabványok; http://ugyintezes.mszt.hu/webaruhaz/szabvany-lista?advanced_search%5BshowApproved%5D=1&advanced_search%5BshowWithdrawn%5D=1&advanced_search%5BshowHun%5D=1&advanced_search%5BshowEng%5D=1&advanced_search%5BshowIcs-List%5D=1&advanced_search%5Bics%5D=1557 [weblap]

- [10] Stroke Engine: Assistive devices; <https://strokengine.ca/en/interventions/assistive-devices/> [16., 17. ábrák]
- [11] „EazyHold Silicone Universal Cuff Aid for Limited Hand Grip, Cerebral Palsy, Therapy, Adaptive Eating Tableware Spoon Fork Holder, Disabled Assistive Equipment (Youth to Adult-5 Pack)” https://www.amazon.com/EazyHold-Universal-Arthritis-Adaptive-Silicone/dp/B01CTDUT6U/ref=redir_mobile_desktop?_encoding=UTF8&psc=1&ref_=sspa_mw_detail_4 [7. ábra]
- [12] AliMed: Household Kitchen Aids; https://www.alimed.com/household-kitchen-aids/?gclid=CjwKCAjws-fuYBhAZEiwA5a6CDKpO93JKK4AUlsgTXrb-F4K7Mnv5Qlql1jfs5j8w0mXff36u7HwbdxoCthMQAvD_BwE [8-15. ábrák]
- [13] Seniors Flourish: Occupational therapy & Older adult; <https://hu.pinterest.com/pin/473863192054908396/> [6. ábra]
- [14] Mizu-Lab: 3D printed assistive devices; <https://hu.pinterest.com/pin/6896205666836412/> [19. ábra]
- [15] NcMedical: „Progress™ Palm Protector Orthosis” <https://hu.pinterest.com/pin/99923685473159802/> [5. ábra]
- [16] Benik.com: Utensil strap; <https://www.benik.com/adults/wrist/utensil-strap/> [18. ábra]
- [17] Bondex Kft.: „OÉTI engedélyes folyékony szilikon Rubosil SR38”; <https://szilikonwebaruhaz.hu/id/02767-OETI-engedelyes-folyekony-szilikon-Rubosil-SR38> [weblap]
- [18] Bondex Kft.: „OÉTI engedélyes élelmiszeripari katalizátor önthető szilikonhoz Rubosil K Food 50 ml” ; <https://szilikonwebaruhaz.hu/id/02763-OETI-engedelyes-elelmiszeripari-katalizator-ontheto-szilikonhoz-Rubosil-K-Food-50-ml> [weblap]
- [19] Quattroplast.hu: Termékek – Docamid (PA- poliamid); <https://quattroplast.hu/anyagok/docamid-pa-poliamid> [weblap]
- [20] Wikipedia: Hemimegalencephaly, 2022; <https://en.wikipedia.org/wiki/Hemimegalencephaly> [weblap]
- [21] Matmatch.com: Polyamide Nylon: Properties, Production and Applications; <https://matmatch.com/learn/material/polyamide-nylon> [weblap]
- [22] Omnexus.specialchem.com: Elongation at Break; <https://omnexus.specialchem.com/polymer-properties/properties/elongation-at-break> [weblap]
- [23] MatWeb - Online Materials Information Resource: Polyamid secant modulus; https://www.matweb.com/search/datasheet_print.aspx?matguid=26386631ec1b49eeba62c80a49730dc4 [weblap]
- [24] MIDRA- Miskolci Egyetem Digitális Raktár és Adattár: Nyúlás és a szerelési szög összefüggése; <http://midra.uni-miskolc.hu/> [weblap]