

SZAKDOLGOZAT

Pálinkás Gergő
Gépészmérnök szak

Gödöllő
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Darológép tervezése papír hulladékhoz

Belső konzulens:	Dr. Pataki Tamás István Egyetemi docens
Külső konzulens:	Antal Márton Gépészmérnök
Készítette:	Pálinkás Gergő NCEZZR nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet

Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK¹
Mérnök-informatika specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Pálinkás Gergő (NCEZZR)

részére

A diplomadolgozat címe:

Darálógép tervezése papír hulladékhoz

Feladatkiírás:

Egy darálógép tervezése, amely a háztartási papírhulladék ledarálására alkalmas. A megfelelő számításokkal egy előtervezést készíteni, amelyet a modellek elkészítéséhez, illetve a hajtáselemek megválasztásához szükséges. A darálógép modelljeit CAD szoftverben lemodellezni, illetve ezeket a modelleket összeállítani úgy, hogy azok egy működő szerkezetet alkossanak.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Külső konzulens: Antal Márton okl. Gépészmérnök, Vaskuvik Kft., 2100, Gödöllő, Kühne Ede utca 11.

Belső konzulens: Dr. Pataki Tamás István egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024.év 11.hó 05.nap

Kelt: Gödöllő, 2024.év 10.hó 30.nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Gödöllő, 2024.év 10.hó 30.nap


(külső konzulens)

¹ A megfelelő képzési szint meghagyandó, a másik törlendő.

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	3
I.1. Célkitűzés.....	3
I.2. Feladatmeghatározás.....	3
II. Szakirodalmi áttekintés.....	4
II.1. A papír	4
II.2. A hulladékok típusai, a papírhulladék	4
II.3. A fenntartható fejlődés és a papír kapcsolata	5
II.4. Papír és kartonpapír fogyasztás	6
II.5. A papírkomposztálása.....	8
II.6. A papírhulladék aprítása	8
II.7. A papírtermékek tulajdonsága	9
II.8. A papírdaráló	9
II.9. A papírdaráló típusai	10
II.10. Papírdarálék mérete	13
II.11. Papírbrikett	14
II.12. Szakirodalmi összefoglaló	15
II.13. Szakirodalmi értékelés, következtetés	17
III. Saját tervezési feladat.....	18
III.1. Feladat bemutatása	18
III.2. Tervezést megelőző mérnöki számítások.....	19
Tengely méretezése:	20
Szükséges motorteljesítmény:	20
III.3 Berendezés tervezése 3D-s szoftverrel.....	26
III.4. Végeselem szimuláció.....	36
IV. Használati utasítás és kezelési útmutató	39
IV.1. Használati utasítás.....	39

IV.2. Kezelési útmutató.....	40
V. Karbantartási utasítás	41
VI. Minőségbiztosítás.....	42
VII. Gazdasági számítás	44
VIII. Összefoglalás.....	46
IX. Summary	47
X. Nyilatkozatok	48
XI. Irodalomjegyzék.....	50
XII. Ábrajegyzék.....	52
XIII. Mellékletek.....	54

I. Bevezetés

I.1. Célkitűzés

Célkitűzésem a szakdolgozatom témájának kiválasztásával és a papírdaráló tervezésével az volt, hogy a kisebb ipari, valamint a háztartási papírhulladék megfelelő kezelését elősegítsem. A hulladékpapír darálásával egy környezet és egészségkímélőbb alternatíva kerülhet a középpontba, amely hozzájárul ahhoz, hogy a papírhulladék ne csak és kizárólag a kommunális hulladéklerakó telepeket gyarapítsa, hanem egyaránt új kapukat nyisson meg a papír újrahasznosítására. A papírhulladék ledarálása nemcsak annak tárolását és későbbi újrahasznosítását segíti elő, hanem többek között hozzájárul ahhoz is, hogy kevesebb környezetszennyező anyag jusson például a levegőbe, a szennyvízbe, egyszóval elősegíti a fenntartható fejlődést. A papír ledarálása hozzájárul ahhoz, hogy könnyebben mozgatható legyen ez a hulladéktípus, ezáltal könnyebb lesz az újrahasznosítása is, és talán ezért a papír már nem a kommunális hulladéklerakó telepekre fog kerülni, hanem újrahasznosítva különböző háztartások kertjeiben lévő komposztálóba. Az így komposztált papír elősegíti a talaj egyensúlyát, hiszen az abban található szén jótékony hatással van a talajra, illetve annak élővilágára, amely által a növények is több tápanyaghoz jutnak.

I.2. Feladatmeghatározás

A feladatom egyfelől – az interneten található témaköröket feldolgozva – a papírhulladék kezelésére egy jobb alternatíva bemutatása, amellyel az úgy kezelhető, hogy az az előnyünkre váljon. A papírhulladék ilyen módon történő felhasználása azt eredményezi, hogy a szemétklerakó telepekre kevesebb papírhulladék kerül.

Másfelől az egyetemen megszerzett tudás felhasználásával a háztartásokban felgyülemlett papírhulladék aprítására alkalmas papírdaráló gép tervezése. A papírdaráló gép tervezésénél szükséges méretezni annak alkatrészeit, illetve modelleket és műszaki rajzokat készíteni róluk. A gyártási technológia megválasztása rendkívül fontos ebben az esetben is, mivel azt úgy kell megtervezni, hogy a gépet minél költséghatékonyabban lehessen legyártani. A feladatok közé tartozik még továbbá, a gép hajtásának megtervezése, illetve a hajtáshoz a kenőanyag kiválasztása, valamint CAD szoftverben való összeállítása és működésének demonstrálása.

II. Szakirodalmi áttekintés

II.1. A papír

A papír egy olyan vékony lapos anyag, amelyet fából, rongyból, vagy más növényi eredetű anyagokból származó cellulózsálak mechanikai vagy kémiai feldolgozásával állítanak elő. A papírt használhatjuk írásra, rajzolásra, nyomtatásra, csomagolásra.

II.2. A hulladékok típusai, a papírhulladék

Az évek során a hazai szilárd hulladékok mennyisége folyamatosan nő, részben a növekvő népesség, de még inkább a változó életmód és a fokozódó anyagfelhasználás miatt. (Udodi, 2021)

A tanulmányok azt mutatják, hogy a keletkező hulladék általában olyan anyagokból áll, mint például a papír, az élelmiszerhulladék, az üveg, a fém, a fa, a műanyag, a gumi, a bőr és a textil. A keletkező hulladékok összetételének aránya azonban nagymértékben változhat a termelőtől függően (kereskedelmi, lakossági, iskolai, ipari). (Udodi, 2021)

A papírhulladék – amely a szilárd hulladékok egyik fő összetevője – problémát jelenthet az emberiség számára, ugyanis annak nagy részét nem hasznosítják újra, amely pedig a hulladéklerakók gyors megtelését eredményezi. A hulladéklerakók megtelésének fő problémája az, hogy a papírhulladék a lebomlása során metángázt termel, amely nemcsak, hogy tűzveszélyes, és nagymértékben hozzájárul a globális felmelegedéshez, hanem az emberi szervezetre is káros hatással bír. (Udodi, 2021)



1.ábra Kartonpapír bálák (Leyson, 2023)

A papírhulladék döntő többsége a háztartásokból kerül a hulladéklerakókra, ugyanis döntően azokat a kommunális szemétbe dobják, amely már a hulladéklerakó előtt nem kerül szétválogatásra, ezáltal újrahasznosításra sem. Ezt csökkenteni lehetne viszont azzal, hogy azon papírokat, amelyeket lehetséges a háztartásokban komposztálják, így csökkentve a szeméttelpeken felgyülemlett hulladékot. A papír megfelelő komposztálásához szükséges annak darálása is, így növelve a komposzt oxigéntartalmát és megelőzve azt, hogy metángáz termelődjön a papír anaerob bomlása közben és ez szennyezze például a levegőt. (Udodi, 2021)

II.3. A fenntartható fejlődés és a papír kapcsolata

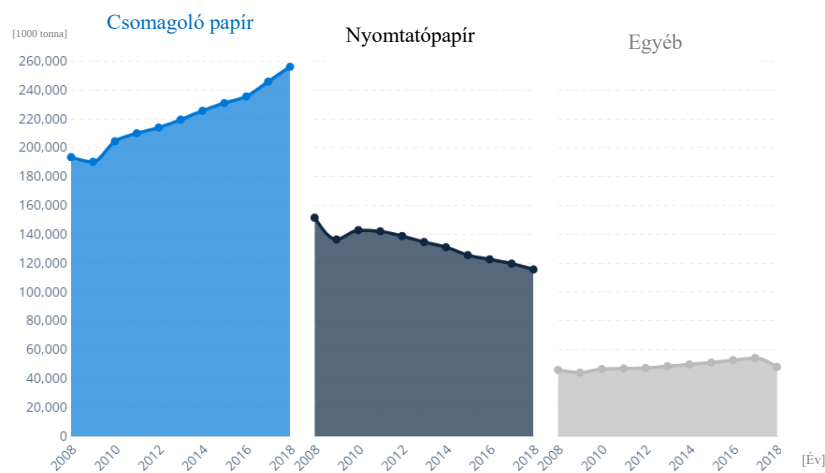
Napjainkban egyre jobban előtérbe helyeződik a fenntartható fejlődés témaköre. A fenntartható fejlődés fogalma az elmúlt évtizedekben kezdett a középpontba kerülni, amely élővilágot óvó gazdasági modelleket helyez előtérbe, az okból, hogy a jövő generációi is olyan színvonalon tudjanak élni, ahogyan az a napjainkban jellemző. A fenntartható fejlődés kielégíti a jelen embernek a szükségleteit anélkül, hogy azzal a jövő generációjának képességét csökkentené arra, hogy kielégítsék saját szükségleteiket. (Hálózat, 2018) Maga a fenntarthatóság rendkívül fontos szerepet tölt be napjainkban, különösen, ha a kritikus környezeti problémák között az üvegházhatású gázok kibocsátására, valamint a globális felmelegedésre gondolunk. Az üvegházhatású gázok között a metánt említhetjük meg, mint második legfontosabb az ember által jelentős mennyiségben kibocsátott gázt. A metán a légkörben 10-15 évig és képes megmaradni, valamint hússzor hatékonyabb üvegházhatású gáz, mint a szén-dioxid, ezért ennek, az emberi tevékenységek általi viaszorítása nem elhanyagolható. (Szabó, 2019) Ahogyan azt korábban említettem a papír, a bomlása következtében metángázt termel, ezért olyan technológiákat kell és szükséges választanunk, létrehoznunk és/vagy előtérbe helyezni, amellyel csökkenthető a metángáz termelődése, és amely számunkra és a környezetre pozitívumokat hordoz magában.

A környezetvédelem szempontjából egy jobb alternatíva lehet az újrahasznosított papír felhasználása is, ugyanis az 1 tonna újrahasznosított papír felhasználásával megtakarítunk 26m³ vizet, 1 tonna széndioxidot, és 24 db fát. Azonban az újrahasznosítás sajnos így is sok energiát igényel. (Nadine, 2022)

II.4. Papír és kartonpapír fogyasztás

Az adatok alapján világszerte évente több mint 440 millió tonna papírt használunk fel. A bolygó papír- valamint cellulózsüksége 2060-ra megduplázódhat, amely azt a tényt hordozza magában, hogy a jövőben kétszer, vagy akár többször ennyi papírhulladékkal kell foglalkoznunk. (Gaynor, N.a.)

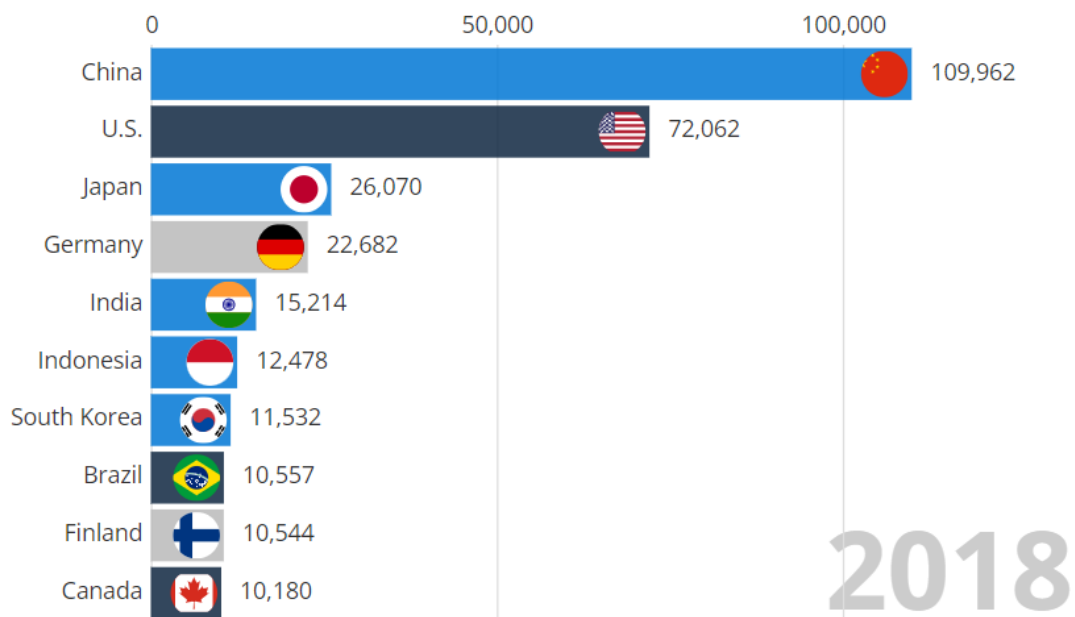
A papír és kartonhasználatunkkal is takarékosabban kell bánnunk, ugyanis például az irodákban felhasznált napi papírmennyiség 45%-át egyetlen nap leforgása alatt kidobják. (Gaynor, N.a.)



1. diagram Papír felhasználás (Department, 2023)

A fenti diagramon láthatjuk a papír gyártását 2008 és 2018 között (1000 tonnában). Ahogy a diagramról leolvasható 2010-től kezdve folyamatosan nő a csomagoló papír felhasználása. Ennek oka lehet a megnövekedett áruigény az emberek körében, mely során több csomagoló anyagot szükséges felhasználni. Ezeket a csomagolóanyagokat az esetek döntő többségében egyszeri használat után kidobják, mely nagymértékű hulladéktermeléssel jár.

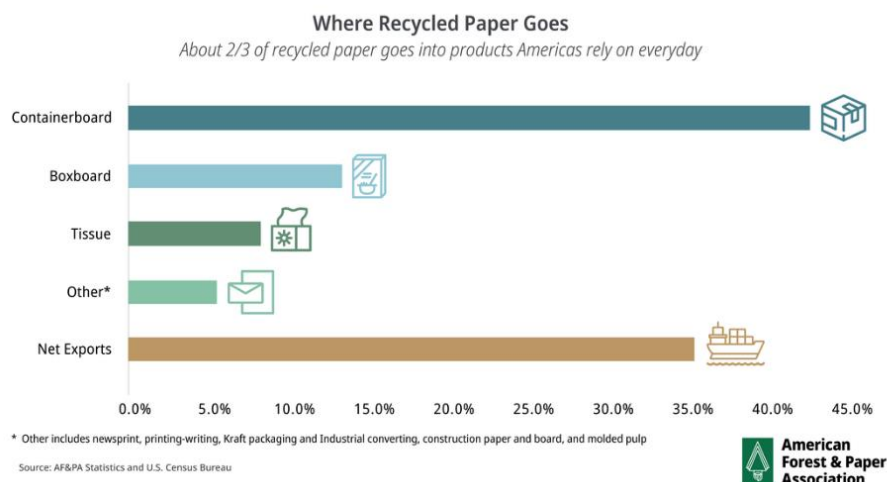
Ezzel szemben a nyomtatópapír felhasználása 2011-től folyamatosan csökkenő tendenciát mutat, ez köszönhető például a digitalizációnak, amely során már nincs szükség mindent papírra vetni annak érdekében, hogy ne vesszen el az információ.



2. diagram Papírgyártás országok szerint (Department, 2023)

A fenti diagram azt szemlélteti, hogy egyes országok hány ezer tonna papírt termeltek 2018-ban. Ahogy az a diagramon is látszik, Kína az, aki vezető szerepet tölt be a papírgyártás szempontjából. Ez köszönhető annak, hogy Kína az egyik legnagyobb árutermelő ország, ebből következik az a tény is, hogy nagy mennyiségű csomagoló anyagra van szükségük.

A második helyen az Egyesült Államok áll, amelynek szintén a fejlett ipara miatt van szüksége ekkora papírmennyiségre. Ugyanakkor egy 2022-es adat alapján (melyet az alábbi ábra szemléltet) elmondható az, hogy az Egyesült Államok papír újrahasznosítása közel 68% volt.



3. diagram Újrahasznosított papírból készült termékek (Association, 2023)

II.5. A papírkomposztálása

A papír komposztálása nem használ fel energiát, minimális a vízigénye, és nem termel szemetet sem. A komposztálás mellett szól az is, hogy a papírban található szén valójában jótékony hatással bír a talaj tápanyagegyensúlyára, ezáltal a talajban található élőlényeknek segítséget nyújt. (Nadine, 2022)

A hatékony komposztáláshoz oxigénre is szükség van azért, hogy az megakadályozzuk a papír anaerob lebomlását (ez történik a hulladéklerakókban), amely metángázt termel. A komposztálás előtt a papír ledarálása számos előnnyel járhat, mivel már az aprított papír levegőztetett szerkezete nagy segítséget nyújt abban, hogy a komposzt hatékonyan bomoljon le a talajban. (Nadine, 2022)



2.ábra Papír komposztálása (Field, 2020)

II.6. A papírhulladék aprítása

A papírhulladék aprítása megkönnyíti annak tárolását és szállítását, csökkenti a hulladékgyűjtőkben elfoglalt helyét és nem melleleg üvegházhatású gázok kibocsátását is. A papír darálása egy környezetkímélőbb módja például a bizalmas iratok megsemmisítésének az égetéssel szemben, ezért rendkívül fontos, hogy ezt előtérbe helyezzük. A papír újrahasznosításának a papír ledarálása legegyszerűbb módja, ugyanis, ha az összedarált papírt szelektív hulladékgyűjtőkben gyűjtjük és tároljuk, az nagymértékben elősegíti azt, hogy a papír ne hulladéklerakókra kerüljön, és ott anaerob bomlása következtében üvegházhatású metángáz termeljen, hanem újrahasznosítható legyen.

A hulladékpapír újrahasznosítása ökológiai és gazdasági szempontból is rendkívül hasznos ugyanis remek nyersanyag forrás lehet a papír és kartonpapír gyártás szempontjából. A papír újrahasznosításával nemcsak védjük a környezetet, hanem ezen kívül energiát takarítunk meg,

csökkentjük a szemetelést és a szeméttelpekre kerülő hulladék mennyiségét, illetve csökkenthető a légszennyezettség, valamint a keletkező szennyvíz mennyisége is.

II.7. A papírtermékek tulajdonsága

A papírtermékek tulajdonságai a cellulózsálak szerkezetétől függnék. Habár a papírdarálás és újrahasznosítás, ahogy korábban említettem már, egy jobb és megfelelőbb módja annak, hogy a papírt, mint hulladékot, úgy használjuk fel, hogy annak kevésbé, vagy egyáltalán ne legyenek káros utóhatásai. Ugyanakkor kimutatták, hogy sajnos a papírdarálás során a cellulóz szálak megrövidülhetnek, ami miatt nehezebb belőlük kiváló minőségű újrahasznosított papírterméket készíteni (Lipkiewicz, Małachowska, Dubowik, & Przybysz, 2021).

A hulladékpapírban lévő rostok tulajdonságai azonban nemcsak a feldolgozás során romolhat, hanem a gyűjtési szakaszban is, mivel az aprítás következtében a rostok túlzottan megrövidülhetnek. A szálak hossza és szilárdsága alapvető tényezők, amelyek befolyásolják a papír szilárdsági és szerkezeti tulajdonságait ezért a szálak és a cellulóz tulajdonságai a papírtermékek előállítási költségét is befolyásolják. Fentiekre tekintettel a szálak tulajdonságainak szabályozása az újrahasznosítási folyamat során kiemelten fontos, hogy a hulladékpapírból készült termék mind minőségileg és mind gazdaságilag elfogadható legyen (Lipkiewicz, Małachowska, Dubowik, & Przybysz, 2021).

II.8. A papírdaráló

A papírdaráló egy olyan gép, amely a hulladékpapírt vékony csíkokra aprítja. A papírdarálókkal találkozhatunk akár irodákban és/vagy bármilyen olyan munkahelyen, ahol a személyes dokumentumok, illetve a bizalmas információk megvédésére szolgál. Az ilyen munkahelyeken a már nem használt, azonban bizalmas információkat tartalmazó dokumentumokat azok kidobása előtt a papírdaráló gépbe helyezik, ami összeaprítja azt (így megvédve az azon szereplő adatokat). Mindezek után már nyugodtan gyűjthetők a papírhulladék szelektív gyűjtőben is, hogy abból, majd az újrahasznosításuk során más egyéb termékek keletkezzenek.

A papírdarálóknak ugyanakkor van más felhasználási területe is, amely nem más, mint az ipar. Ezek a daráló gépek már lényegesen nagyobbak, erősebbek, nagyobb teherbírásúak, mint az irodákban alkalmazottaknak. Céljuk, hogy az ipari környezetben lévő papírhulladékot megsemmisítsék, amelynek tárolása, szállítása, valamint újrahasznosítása ily módon könnyebb lehet. Ezeknél a berendezéseknél már nem csak pár papírlap megsemmisítésére

alkalmasak, hanem már lényeges mennyiségű papírhulladékot képesek ledarálni rövid idő alatt. Általános nyomtató papíron kívül ezek a berendezések képesek a kartonpapír, illetve más egyéb csomagoló anyag megsemmisítésére is.

II.9. A papírdaráló típusai

A papírdaráló hallatán az emberek többségének az iratmegsemmisítő jut eszébe hiszen, ez az egyik legelterjedtebb változata. Ezeket az iratmegsemmisítőket viszont olyan irodákban kívül, ahol bizalmas információkkal foglalkoznak, nem, vagy csak ritkán alkalmazzák. Ezek a gépek a háztartási hulladék ledarálására már alkalmatlanok a kis teljesítményüknek köszönhetően. Ezek a berendezések pár nyomtatópapírnál többet nem képesek egyszerre megsemmisíteni. Az általános nyomtatópapíron kívül nem helyezhetünk be mást a gépbe, ezért a háztartási hulladékokhoz, amelyek állhatnak különböző csomagoló anyagokból és kartonpapírból már nem alkalmas ez az eszköz.



3.ábra Irodai iratmegsemmisítő (Cantor, 2015)

A háztartásbeli hulladékokhoz már egy nagyobb kapacitású, illetve teljesítményű gépet kell alkalmazni, ami képes a háztartásokban keletkező papírhulladék ledarálására. Ugyanakkor a piacon csekély mennyiségben lehet találni olyan darálót, amely a háztartásokban is megállná a helyét. A hulladékpapír darálót általában már az iparnak szánják ezért lényegesen nagyobb méretben gyártják őket, mint a háztartási alkalmazásra szántakat. Ezeknek a gépeknek sajnos az ára is, illetve a fenntartási költségei is igen magasak ahhoz, hogy ezt a háztartásokban alkalmazni tudják.

Ezzel szemben az iparban széles körben találunk olyan gépeket, amelyekkel a keletkező papírhulladékot ledarálhatjuk, azonban ez esetben is figyelembe szükséges venni az igényeket ahhoz, hogy a lehető legmegfelelőbben tudjuk hasznosítani a papírhulladékot.

A papírdaráló kiválasztásánál több szempontot is figyelembe kell vennünk. Első sorban a darálandó mennyiséget kell, meghatározunk. A megfelelő méretű darálóval a papírhulladékot költséghatékonyan tudjuk megsemmisíteni, ugyanakkor, ha alulbecsüljük a darálni kívánt papír mennyiségét a darálónk nem lesz képes azt feldolgozni, ezáltal növeli a rászánt költséget is.

A másik végtet mikor túlbecsüljük a darálandó papír mennyiségét, ilyenkor már a beruházás során is egy lényegesen nagyobb költséggel találkozhatunk, valamint egy ilyen gép fenntartása és üzemeltetése is nagyobb anyagi kiadással jár, mint a kisebb változata.

Lényeges szempont a darálásnál a hulladék gépbe való betöltése is, amely esetben kétféle megoldással találkozhatunk.

Az első a kézi töltésű: A kézi töltésű gépeknél a darálni kívánt hulladékot nekünk kell a darálóba helyezni. Ennek az előnye, hogy olcsó, valamint kisebb a fenntartási költsége, illetve, kevesebb hibalehetőséget hordoz magában. Hátránya, hogy nagyobb mennyiségű papírnál a darálóba történő adagolás nem folyamatos és emiatt annak működése lassabb, illetve emberi erővel történő töltéskor a dolgozó számára megterhelést is jelent, hiszen a papírhulladékot viszonylag magasra kell emelni ahhoz, hogy be tudjuk helyezni a gépezetbe.



4.ábra Ipari hulladékpapír daráló (Franklin Miller, N.a.)

A másik kialakítás, amivel találkozhatunk az az automatikus töltésű gép. Az automatikus töltésű gép esetében egy futószalag segítségével tudjuk adagolni a keletkező papírhulladékot a darálóba. Előnye, hogy nem igényel emberi erőt a hulladék darológépbe való behelyezése, amely így egy folyamatos adagolást tesz lehetővé és a gép optimálisabban tud működni, hiszen elenyésző az üresjárata és nem terheljük a gépet egyszerre nagyobb mennyiségű hulladékkal (amely által az élettartama is nőhet). Azonban a hátránya az, hogy a beruházási költsége nagyobb (a futószalag miatt), illetve kialakítása több hibaforrást is rejthet magában.



5.ábra Ipari hulladékpapír daráló futószalaggal (Franklin Miller, N.a.)

II.10. Papírdarálék mérete

Egy lényeges szempont a papírdaráló kiválasztásánál a ledarált papírdarabok mérete. A ledarált papírdarabok méretének elsősorban az irodai darálóknál van jelentős szerepe. Az adatbiztonság miatt ebben az esetben az előírt méretűre kell a dokumentumokat megsemmisíteni, amelyek tartalmazhatnak személyes információkat.

Az iparban azonban a papírhulladék ledarálásánál nem ez a fő szempont. Itt elsősorban a hulladék további felhasználásához (újrahasznosítás, komposztálás, papírbrikett készítés) legmegfelelőbb méretre darálják a papírt. A papírdarálék mérete függ a kés kialakításától és azok egymástól való távolságától, a tengelyek számától és a daráló sebességétől.



6.ábra Hulladékdaráló kései (OXRD, N.a.)

II.11. Papírbrikett

A darált papírhulladékból készíthetünk papírbrikettet is. A papírbrikett a darált papírból préselt téglákat jelenti. A papírbrikett úgy készül, hogy a ledarált hulladékpapírt pépesítik és ezt a pépet a megadott formákban összepréselik. Ezeket kiszárítva remek tüzelőanyagot kaphatunk melynek megfelelő a fűtőértéke az otthoni felhasználásra. A papírbrikett azért is megfelelő alternatíva az otthoni fűtésre mivel kisebb térfogatban nagyobb mennyiségű tüzelőanyagot dobunk a kályhába. Leggyakrabban vegyestüzelésű kazánokban alkalmazzák, azonban ugyan olyan hatékonyan lehet alkalmazni különböző hagyományos kazánokban is. A papírbrikett fűtőértéke a barnaszénével azonos, kb. 15-18 MJ/kg, amely a száraz akáccal és egyéb keményfával azonos fűtőértékű. Hátránya, hogy jóval nagyobb hamuval jár, mint a többi fentiekben felsorolt tüzelőanyag, illetve nem alkalmas éjszakai tüzelésre hiszen, nem tud parazsat képezni. Mindezek ellenére remek lehetőségnek látom a hulladékpapír ily módon történő hasznosítását, mivel kis energiaráfordítással, a tűzifával egyenértékű fűtőeszközt kapunk, amely nem jár különösebb anyagi teherrel. Előnye a tűzifával szemben az, hogy az azzal azonos fűtőértékű tüzelőanyag lényegesen kevesebb helyet foglal el. (Stenszky, N.a.)



7.ábra Papírbrikett (Weima, N.a.)

II.12. Szakirodalmi összefoglaló

A papír felhasználás napjainkban jelentős, ami lényeges hulladékkal jár, ennek pedig nem szabadna a kommunális hulladékba kerülnie. A papírhulladék lényeges mennyisége a háztartásokból kerül ki a szemétkerülő telepekre. A szemétkerülő telepeken a papír bomlása közben metán gáz termelődik, amely hozzájárul a globális felmelegedéshez, hiszen az egyik leghatékonyabb üvegházhatású gáz. (Szabó, 2019) Ezért is fontos, hogy csökkentsük a lerakó telepekre kerülő papír mennyiségét.

A háztartási papírhulladéknak rengeteg felhasználási lehetősége van, amihez remek megoldás nyújt egy papírdaráló gép. A papírt ledarálva azt már egyszerűbb tárolni, illetve a további felhasználásokhoz is nagy segítséget nyújt az, ha van a háztartásoknak lehetőségük a papírhulladékot egy másfajta akár számos előnnyel járó felhasználáshoz ledarálni.

A darológép egy olyan eszköz, amivel a papírhulladékot apró darabokra vagy vékony csíkokra vágjuk. Ez után a már ledarált papírt különféle eljárással hasznosíthatjuk tovább.

A papír a ledarálás után már nem alkalmas új papír készítésére, hiszen a papírhulladékban a cellulóz szálak megrövidülnek, amely a termék fizika tulajdonságát nagyban károsítja. A cellulóz szálak biztosítják a papírtermék megfelelő szilárdsági tulajdonságait. Amennyiben ezek a szálak túlságosan megrövidülnek, abban az esetben az újrapapír készítés már lényegesen nagyobb költséggel jár, így a papírdarálék nem lesz alkalmas újrapapír készítésére. (Lipkiewicz, Małachowska, Dubowik, & Przybysz, 2021)

A hulladékpapírt a gép segítségével különféle módon fel tudjuk még használni. Az egyik lényeges felhasználás a papír komposztálása, amely a kertes házakban nyújthat nagy segítséget úgy, hogy azt ledarálva a komposztba tehetjük, ami így lebomlik a többi szerves hulladékkal. Ezek után pedig visszaforgathatjuk azt a talajba, amely kedvező hatással jár, ugyanis a papírhulladék jó hatással van a talaj egyensúlyára, illetve a benne található szén a növényeknek is kiváló tápanyagot nyújt. (Nadine, 2022)

A papírdarálék másik felhasználási módja a papírbrikett készítése. Itt a ledarált papírt vízben áztatva pépesítjük, és ezt a pépet formákba préselve téglákat kapunk. Szárítás után ezeknek a tégláknak a fűtőértéke azonos a keményfával. A papírbrikett – kazánokban elégetve – fűtésre lehet alkalmazni, valamint olyan háztartásokban, ahol nagymennyiségű papírhulladék keletkezik, kiválóan alkalmazható, hiszen anyagi ráfordítás nélkül képesek az ingatlant fűteni. (Stenszky, N.a.)

A papírdaráló gépeket széles körben alkalmazzák. Az egyik legnépszerűbb az iratmegsemmisítő, ami szinte minden irodában megtalálható. Ennek az a hátránya, hogy egyszerre néhány nyomtatópapírnál többet nem képes megsemmisíteni, illetve karton vagy más csomagolóanyag ledarálására már nem alkalmas.

A másik kategória, ami előtérbe kerül, az ipar számára készült gépek. Ezekkel a gépekkel már más egyéb hulladékot is le lehet darálni. Ennek hátránya, hogy ezt háztartásban nem lehet alkalmazni, hiszen a magas költsége, illetve jelentős helyet foglal.

A papírdarálék mérete főként a papírdaráló késeinek számától, illetve szélességtől és egymástól való távolságától függ. Az iratmegsemmisítőknél – ahol gyakran bizalmas információt kell megsemmisíteni – szabvány írja elő ennek a gépnek a biztonsági fokozatait. Ezzel szemben, ha általános papírhulladékról beszélünk, ott nincs szükség arra, hogy ilyen mértékben, megadott biztonsági fokozatok paraméterei szerint daráljuk le a papírt.

II.13. Szakirodalmi értékelés, következtetés

Amennyiben a lakosság nagy százaléka rendelkezne egy olyan darálógéppel, amivel a papírhulladékot le tudnák darálni, abban az esetben kevesebb hulladék, kerülne a szemétteltelepekre és azt a hulladékot másformában tudnánk még alkalmazni.

Egy ilyen darálógéppel óvnánk a környezetet, ugyanis jelen pillanatban még a lerakó telepekre kerülő papírhulladék csekély része kerül újrahasznosításra, ezáltal azokat a hulladéklerakó telepekre szállítják. A hulladéktelepeken a papír anaerob bomlásnak indul, mely során metán gázt termel, ami nagyban hozzájárul a globális felmelegedéshez. (Nadine, 2022)

Másfelől a háztartások akár saját hasznukra is tudják alkalmazni a papírhulladékot. Első körben komposztálhatják, ahol a komposztban a papír a többi szerves hulladékkal együtt lebomlik. A papírban található szén jó hatással lehet a talajra. (Nadine, 2022)

A másik lehetséges megoldás a papírbrikett készítése, ahol a ledarált papírhulladékot pépesítik. A pépből téglákat készítenek, amelyet kiszárítva értékes tüzelőanyagot kapunk. A papírbrikett fűtőértéke a keményfáéval azonos, így azt kiválóan lehet alkalmazni családi házak fűtésére. (Stenszky, N.a.)

Ahogy az előzőekben említettem, egy darálógép nagy segítséget nyújthat a háztartások számára azáltal, hogy az ott keletkezett papírhulladékokra már nem szemétként, hanem más alternatívaként is tekintünk.

III. Saját tervezési feladat

III.1. Feladat bemutatása

A szakdolgozatom feladata egy papírdaráló megtervezése, ami a háztartási papírhulladék hasznosítására fordítható. Ezzel a géppel a háztartások már nem általános hulladékként kezelik a felgyülemlett papírt, hanem egy hasznosítható alapanyagként gondolnak rá.

A szakdolgozatban szükséges megterveznem egy olyan konstrukciót, ami helytakarékos, így elősegítve azt, hogy kis helyet foglaljon el a házakban/lakásokban. A megfelelő számításokkal egy előtervezést készíteni, amelyet a modellek elkészítéséhez, illetve a hajtáselemek megválasztásához szükséges. A darológép modelljeit CAD szoftverben lemodellezni, illetve ezeket a modelleket összeállítani úgy, hogy azok egy működő szerkezetet alkossanak.

Ezen felül a hajtó tengely végeelem szimulációját kell elkészítenem. Azért ennek az alkatrésznek ellenőrzöm a szilárdsági paramétereit, mivel e tengelyen, illetve ezen a tengelyen elhelyezkedő alkatrészekben ébred a legnagyobb feszültség.

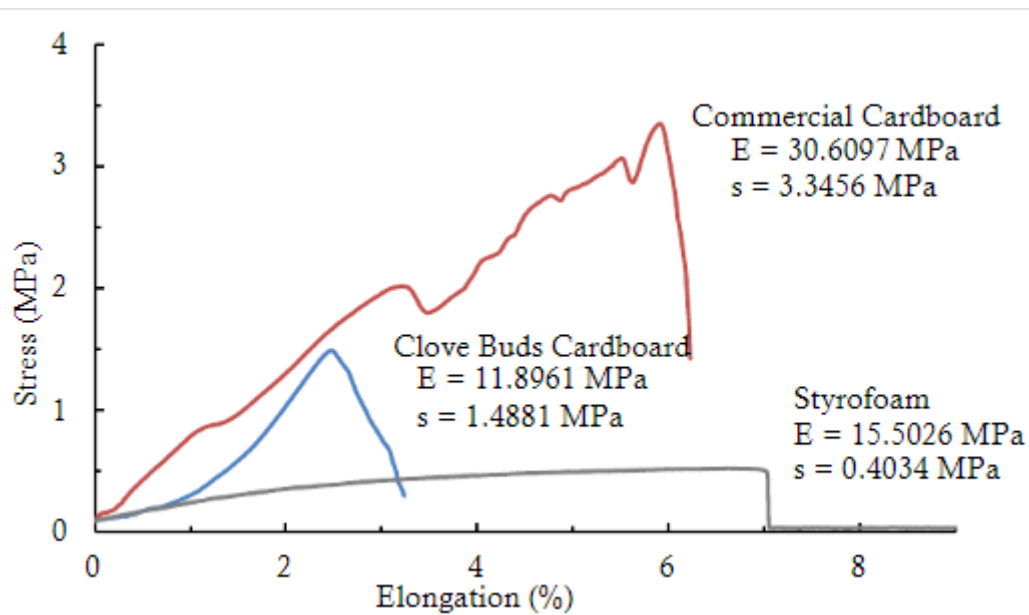
Szükséges elkészítenem egy használati utasítást, ami pontosan leírja, hogyan működtessük a darálót. Ez mellett külön kitérve arra, hogyan használjuk úgy a darálót, hogy az személyi sérülést ne okozzon.

A papírdaráló működtetéséhez szükséges karbantartási útmutató elkészítése, ami lehetővé teszi, hogy a daráló hosszútávon is hatékonyan és biztonságosan tudjon üzemelni.

A dokumentációk végeztével szükséges készítenem egy általános költségvetést, mely során kiszámolásra kerül, hogy egy ilyen daráló alapanyaga és elkészítése mennyi költséget vonz maga után.

III.2. Tervezést megelőző mérnöki számítások

Kartonpapír szakító szilárdsága:



4. diagram Kartonpapír szilárdsági diagram (Paramita, Khumain, Ayurini, & Rohbiya, 2020)

Diagram alapján a kartonpapír szakító szilárdsága: 3,35 MPa

A kartonpapír nyírószilárdsága:

$$\tau = 0,8 \cdot \sigma = 0,8 \cdot 3,35 = 2,68 \text{ N/mm}^2$$

Szükséges nyomaték megállapítása:

A Penge vágófelülete: $A = 14,3 \text{ mm}^2$

$$F = \tau \cdot A = 2,68 \cdot 14,3 = 38,324 \text{ N}$$

Biztonsági tényező: 2

$$F = 2 \cdot 38,324 = 76,648 \text{ N}$$

A kések átmérője: $d = 60 \text{ mm} \rightarrow r = 30 \text{ mm}$

Nyomaték 1 késre:

$$M_{\text{kés}} = F \cdot r = 76,648 \cdot 0,03 = 2,3 \text{ Nm}$$

Nyomaték megállapítása a tengelyre:

$$M_{\text{tengely}} = M_{\text{kés}} \cdot \text{kések száma} = 2,3 \cdot 12 = 27,6 \text{ Nm}$$

A 2 tengelyre szükséges nyomaték:

$$M_{\text{szükséges}} = M_{\text{tengely}} \cdot 2 = 27,6 \cdot 2 = 55,2 \text{ Nm}$$

Tengely méretezése:

- Anyagminőség: S275
- Megengedett feszültség: $\sigma_{\text{meg}} = 275 \text{ MPa}$

Szükséges tengelyátmérő:

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{szükséges}} \cdot 10^3}{\sigma_{\text{meg}} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 55,2 \cdot 10^3}{275 \cdot \pi}} = 12,69 \text{ mm}$$

Választott tengelyátmérő: $d_{\text{tengely}} = 20 \text{ mm}$

Szükséges motorteljesítmény:

Hajtómű fordulatszáma $n = 22 \text{ 1/min}$

$$P = \tau \cdot \omega$$

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{n}{60}$$

$$P = \tau \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60} = 55,2 \cdot 2\pi \cdot \frac{22}{60} = 127,172 \text{ W}$$

Fogaskerék számítás:

Adatok:

- Teljesítmény: $P = 160 \text{ W}$
- Módosítás: $i = 1$
- Fordulatszám: $n = 22 \frac{1}{\text{min}} = 0,367 \frac{1}{\text{s}}$
- Modul: $m = 1,78$
- Fogaskerék fogszáma: $z_1 = 28 \text{ db}$
 - $z_2 = 28 \text{ db}$
- Fogszélesség: $b = 20 \text{ mm}$
- Kapcsoló szög: $\alpha = 20^\circ$
- A választott fogaskerék anyag: C15E
- Fogtő statikus hajlító-szakító szilárdsága: $\sigma_{\text{hajlmeg}} = 650 \text{ MPa}$
-
- Szilárdsági modul:

$$m_{s1} = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot P}{\omega_1 \cdot z_1 \cdot b_1 \cdot \sigma_{\text{hajlmeg}} \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot 160}{0,367 \cdot 28 \cdot 20 \cdot 650 \cdot 10^6}} = 0,002191$$

$$m_{s1} < m \rightarrow \text{megfelel az előírt modul!}$$

Geometriai méretezés

A fogaskerékpárra vonatkozó geometriai számítások célja a gyártáshoz és a helyes működéshez szükséges adatok meghatározása:

Az osztókörátmérők

$$d_1 = z_1 \cdot m = 28 \cdot 1,78 = 49,84 \text{ mm}$$

$$d_2 = z_2 \cdot m = 28 \cdot 1,78 = 49,84 \text{ mm}$$

Alapkörátmérők

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos(\alpha) = 49,84 \cdot \cos(20) = 46,83 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos(\alpha) = 49,84 \cdot \cos(20) = 46,83 \text{ mm}$$

Alapkörsugarak

$$r_{b1} = \frac{d_{b1}}{2} = \frac{46,83}{2} = 23,42 \text{ mm}$$

$$r_{b2} = \frac{d_{b2}}{2} = \frac{46,83}{2} = 23,42 \text{ mm}$$

Fejkör átmérők

$$d_{a1} = (z_1 + 2) \cdot m = (28 + 2) \cdot 1,78 = 53,4 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = (z_2 + 2) \cdot m = (28 + 2) \cdot 1,78 = 53,4 \text{ mm}$$

Fejkör sugarak

$$r_{a1} = \frac{d_{a1}}{2} = \frac{53,4}{2} = 26,7 \text{ mm}$$

$$r_{a2} = \frac{d_{a2}}{2} = \frac{53,4}{2} = 26,7 \text{ mm}$$

A fogmagasság

$$h = \frac{13}{6} \cdot m = \frac{13}{6} \cdot 1,78 = 3,86 \text{ mm}$$

Az osztóköri fogosztás

$$P = \pi \cdot m = \pi \cdot 1,78 = 5,59 \text{ mm}$$

Az alapköri fogosztás

$$P_b = \pi \cdot m \cdot \cos(\alpha) = \pi \cdot 1,78 \cdot \cos(20) = 5,26 \text{ mm}$$

Az abszolút csúszások meghatározása

- Az abszolút csúszás az érintkezési pontok tangenciális sebesség komponenseinek különbsége.
- A tangenciális sebességek a fő pontban megegyeznek, így itt a csúszás nulla.

A kapcsoló hossz (AE)

$$\overline{AE} = \rho_{a1} + \rho_{a2} - a \cdot \sin(\alpha)$$

$$\rho_{a1} = \sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} = \sqrt{26,7^2 - 23,42^2} = 12,82 \text{ mm}$$

$$\rho_{a2} = \sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} = \sqrt{26,7^2 - 23,42^2} = 12,82 \text{ mm}$$

$$\overline{AE} = 12,82 + 12,82 - 50,5 \cdot \sin(20) = 8,37 \text{ mm}$$

$$\rho_{f2} = \rho_{a2} - \overline{AE} = 12,82 - 8,37 = 4,45 \text{ mm}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i} = \frac{0,367}{1} = 0,367 \frac{1}{s}$$

Abszolút csúszás

- **E pontban:**

$$v_{sE} = \rho_{a1} \cdot \omega_1 - \rho_{f2} \cdot \omega_2 = 12,82 * 0,367 - 4,45 * 0,367$$

$$v_{sE} = 3,07 \frac{\text{mm}}{s} = 0,00307 \frac{m}{s}$$

A kapcsolószám meghatározása

$$\varepsilon = \frac{\overline{AE}}{P_b} = \frac{8,37}{5,26} = 1,59$$

$$1,15 < \varepsilon < 1,98 \rightarrow \text{megfelel!}$$

A helyes működés feltétele, hogy a kapcsoló szám értéke $\varepsilon > 1$. A gyakorlatban a kapcsoló szám minimális értéke 1,15-1,2, valamint a felső határa 1,98.

Egyedi fogkapcsolódás szakaszainak számítása ($AB = DE$)

$$AB = DE = \overline{AE} - P_b = 8,37 - 5,26 = 3,11 \text{ mm}$$

Egyedi fogkapcsolódás:

$$AB + DE = 2 \cdot AB = 2 \cdot 3,11 = 6,22 \text{ mm}$$

Páros fogkapcsolódás szakasz számítása (BD):

$$\overline{BD} = P_b - DE = 5,26 - 3,11 = 2,15 \text{ mm}$$

A tengelyek reteszeinek a méretezése

A fogaskerék retesze

- Retesz anyaga: C45 K
- Retesz szélessége: $b = 6 \text{ mm}$
- Retesz magassága: $h = 6 \text{ mm}$
- Horonymélység: $t_1 = 3,5 \text{ mm}$
- Tengelyátmérő: $d_t = 20 \text{ mm}$
- Megengedett palástnyomás: $p_{\text{meg}} = 60 \text{ Mpa}$
- Megengedett nyírófeszültség: $\tau_{\text{meg}} = 85 \text{ MPa}$
- Retesz szám: $z = 1 \text{ db}$

Az átvihető nyomaték:

$$M_{\text{cs1}} = 27,6 \text{ Nm}$$

A szükséges reteshossz:

$$l = b + \frac{2 \cdot M_{\text{cs}}}{p_{\text{meg}} \cdot z \cdot d_A \cdot (h - t_1)} = 6 + \frac{2 \cdot 27,6 \cdot 10^3}{20 \cdot 60 \cdot 1 \cdot (6 - 3,5)} = 24,4 \text{ mm}$$

$$l_{\text{vál}}: 25 \text{ mm}$$

A hajtómű retesze

- Retesz anyaga: C45 K
- Retesz szélessége: $b = 6 \text{ mm}$
- Retesz magassága: $h = 6 \text{ mm}$
- Horonymélység: $t_1 = 3,5 \text{ mm}$
- Tengelyátmérő: $d_t = 20 \text{ mm}$
- Megengedett palástnyomás: $p_{\text{meg}} = 60 \text{ Mpa}$
- Megengedett nyírófeszültség: $\tau_{\text{meg}} = 85 \text{ MPa}$
- Retesz szám: $z = 1 \text{ db}$

Az átvihető nyomaték:

$$M_{\text{cs2}} = 55,2 \text{ Nm}$$

A szükséges reteshossz:

$$l = b + \frac{2 \cdot M_{\text{cs}}}{p_{\text{meg}} \cdot z \cdot d_A \cdot (h - t_1)} = 6 + \frac{2 \cdot 55,2 \cdot 10^3}{20 \cdot 60 \cdot 1 \cdot (6 - 3,5)} = 42,8 \text{ mm}$$

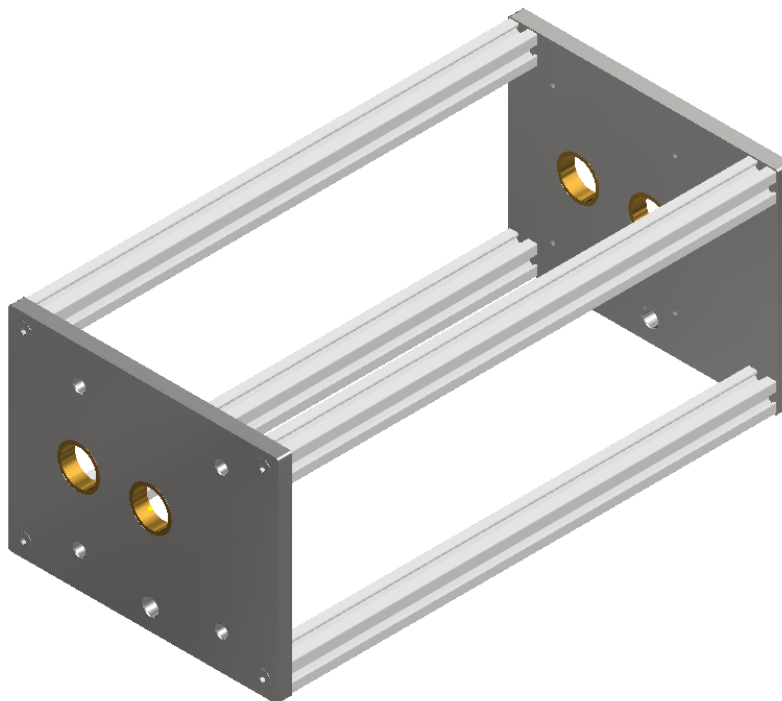
$$l_{\text{vál}} = 50 \text{ mm}$$

III.3 Berendezés tervezése 3D-s szoftverrel

A tervezés megkezdésekor fontosnak találtam azt, hogy a szerkezet minél kompaktabb legyen. Ezen felül a másik fő szempontom az volt, hogy a szerkezet könnyen szerelhető legyen. Az első megközelítésem egy zártszelvényből készült keretre épült volna fel, viszont ennél a kialakításnál a könnyű szerelhetőség nehezen lehetett volna kivitelezhető. Továbbá maga a gyártás is több lépést tartalmazott volna, illetve mivel a keretet hegesztéssel készítettem volna el, azonban az megnöveli a gyártási költségeket.

Ennél egy hatékonyabb megoldásnak találtam azt, hogy ha bosch profilból készítem el keretet. Ez a megoldás nem csak egy egyszerűbb szerelést tesz lehetővé, hanem a keret elkészítése nem tartalmaz hegesztést, hiszen a bosch profil furatának köszönhetően az csavarral szerelhető lesz, így bármikor bontható a szerkezet. Másfelől az is lényeges szempont volt, hogy ennek a profilnak a tömege jelentősen kisebb, mint az általános zártszelvénynek, így a szerkezetem is könnyebb lesz.

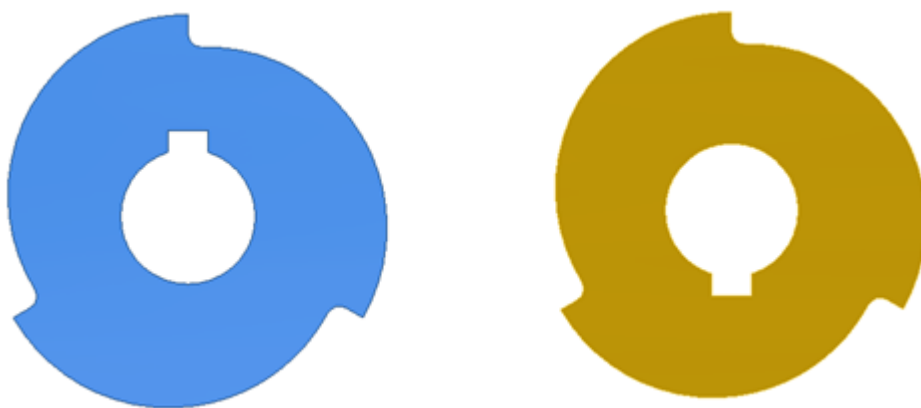
A szerkezet oldalát S235 JR szerkezeti acélból terveztem 10 mm lemezvastagságban. Az oldallemezeket próbáltam úgy megtervezni, hogy a furatok letörésein és menetvágáson kívül alkalmas legyen arra, hogy lézergépen táblaanyagból kivágható legyen, ezzel is elősegítve azt, hogy a lehető legköltséghatékonyabban lehessen legyártani azokat.



8. ábra Darálógép kerete (saját kép)

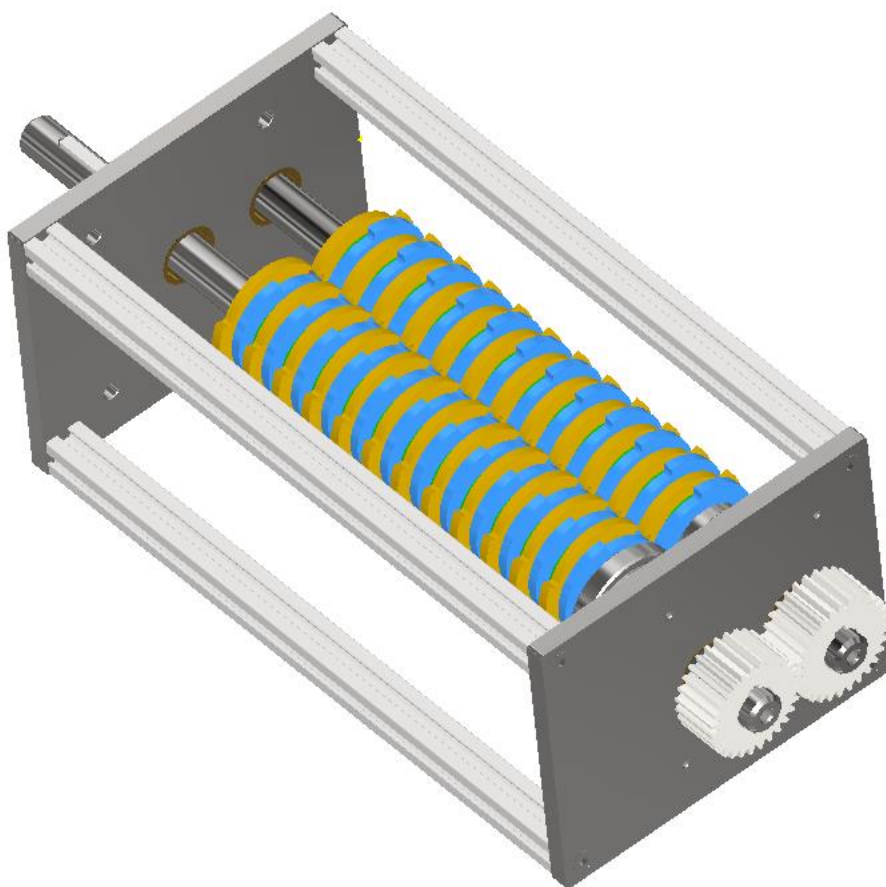
A tengelyek megtámasztását önkenő bronzcsapággyakkal oldottam, meg amelyek az oldallemezbe kerülnek beszerelésre. Azért esett erre a csapágyra választásom mivel a helytakarékoság miatt nem volt lehetőségem gördülőcsapágyat beépíteni. A gördülőcsapágy a külső gyűrű átmérője miatt nem alkalmas arra, hogy az 50,5 mm-es tengelytávra beépíthető legyen ennél a tengelyméretnél. Másfelől a 10 mm vastag oldallemez vékony ahhoz, hogy csak a furatba helyezzem el a gördülőcsapágyat, így csapágyházat kellett volna alkalmaznom. Ugyanakkor ez esetben szintén a helyhiány miatt nem alkalmas arra, hogy beépítsem. Egy másik érv az önkenő bronzcsapágy mellett az, hogy az ára is lényegesen alacsonyabb a gördülő társához képest, így költséghatékonyabb ez a megoldás. Továbbá az esztergagépen könnyedén méretre szabható a csapágy hossza is, így az megfelelően fog illeszkedni az oldallemezbe.

A tervezési feladatban nagy hangsúlyt kapott a kések kialakítása is. A késeknél fontosnak találtam, hogy két kialakítás legyen a megfelelő aprítás eléréséért. Itt a kettő késtípus között a különbség csupán annyi, hogy a felfogatása, ami retesszel történik, 180°-al el van forgatva. Ezzel a megoldással azt tudjuk elérni, hogy egy időben mindig csak a kések fele dolgozik, így terhelést veszünk le a hajtásról és a papírhulladék is kisebb eséllyel szorul be a kések fogai közé. A késeket úgy alakítottam ki, hogy annak három darab foga legyen így azok egy körülfordulás alatt háromszor vágnak. A kések közé távtartó gyűrűket helyeztem el, amiket a kések közé lehet illeszteni. A kések tervezésekor különös figyelmet kellett fordítanom a tűrésre, mivel a nyomtatópapír vastagsága 0,08-0,11 mm között van így a kések között sem engedhettem meg ennél nagyobb távolságot. Továbbá a kések, illetve a távtartó gyűrűk is mind nagy kopásálló acélból készülnek, amellyel a szerkezet tartósságát növeljük.



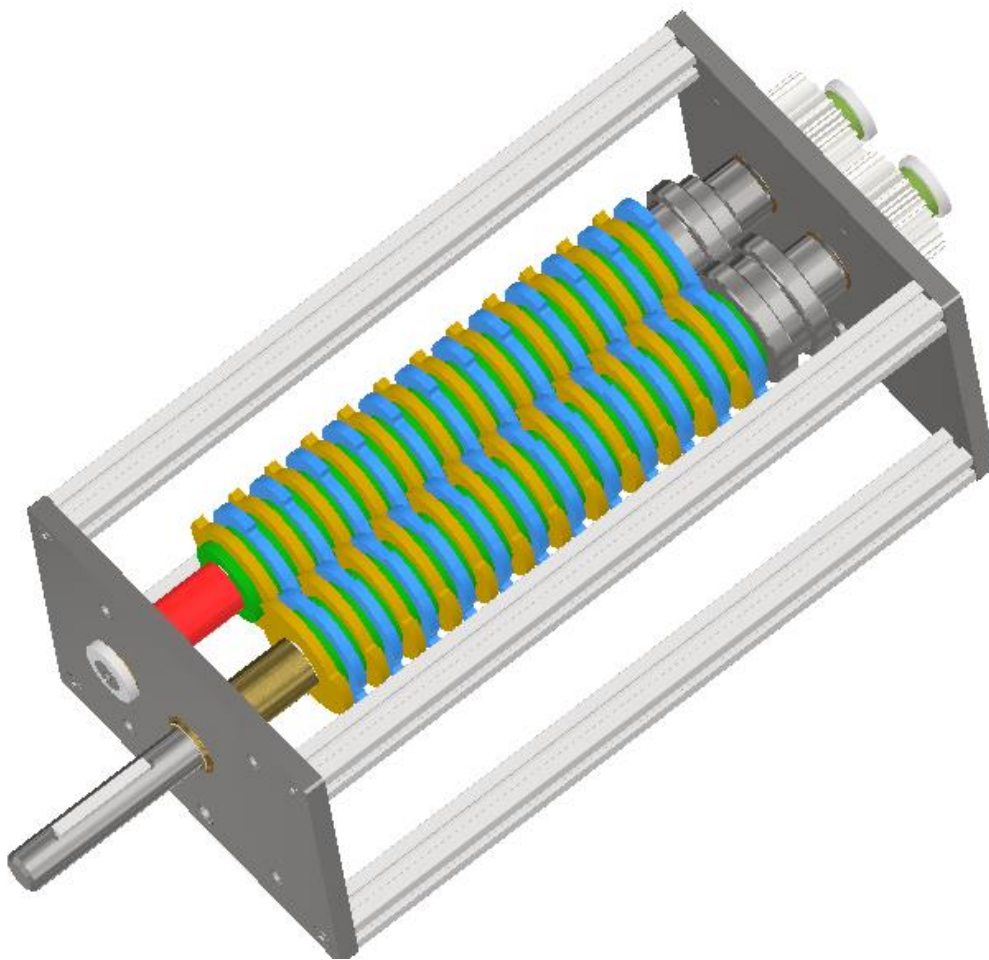
9. ábra Kés típusok (saját kép)

A kések két darab tengelyeken helyezkednek, melyek anyaga S275 JR. Az első a hajtó tengely melynek vége a hajtóműbe csatlakozik. A tengelyt az előzetes tervezés alapján 20 mm átmérőjűre méreteztem. Erre azért volt szükség mivel a hajtásátvitelt retesz segítségével oldottam meg. Ennél a megoldásnál ugyanakkor szükség van reteszhoronyra a tengelynél, ami csökkenti annak legkisebb átmérőjét. A tengely kialakítása úgy épül fel, hogy egy darab tengelyváll helyezkedik el rajta, melyre azért van szükség, hogy a távtartó gyűrűkkel meg tudjuk feszíteni a késeket annak érdekében, hogy azok ne tudjanak elmozdulni egymástól, így megelőzve azt, hogy összeérjenek. A tengely másik végén szintén reteszkötéssel fogaskerék helyezkedik el, amely átviszi a hajtást a hajtott tengelyre.



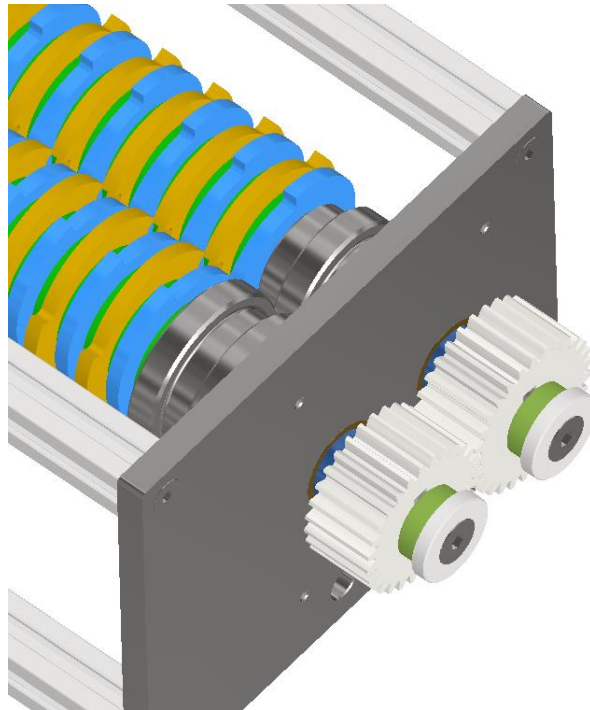
10. ábra Darálógép tengelyének elhelyezkedése (saját kép)

A távtartó gyűrűk külső átmérője 25 mm. Ehhez a mérethez van a bronzcsapágy kiválasztva, így nem a tengely érintkezik a csapággal, hanem a gyűrűk. A gyűrűk anyaga S275 JR, amely megegyezik a tengely anyagával. A gyűrűket a hajtott tengelyen a tengelyben axiálisan elhelyezkedő menetes furatba egy végzáró sapkával és egy M8-as csavarral tudjuk megfeszíteni. Itt a gyűrű 1 mm-el túllóg a tengelyen, ami azt biztosítja, hogy a távtartó gyűrűn fekszen fel a végzáró sapka és ne a tengelyen. Ezzel a késeket nekifeszítjük a tengelyvállnak, ami utána a keretünk oldalfalán tud megtámaszkodni.



11. ábra Távtartó gyűrűk felhelyezése a tengelyekre (saját kép)

A tengely túloldalán (a tengelyváll másik felén) helyezkedik el a fogaskerék. Ezt a fogaskereket a késekhez hasonlóan rögzítjük. Itt a felépítés úgy áll össze, hogy a fogaskerék és tengelyváll között, illetve a fogaskerék túloldalán található egy távtartó gyűrű. A tengelyvégnél található gyűrűvel tudjuk nekifeszíteni a fogaskereket a tengelyvállnak, ami aztán meggátolja azt, hogy az axiális irányban el tudjon mozdulni.



12. ábra Fogaskerek rögzítése (saját kép)

A hajtótengelyen a fogaskeréknek rögzítése megegyezik az előbb bemutatott módszerrel. Ennél a tengelynél azonban az a különbség áll fenn, hogy a tengely végén nem egy végzáró sapkával van a gyűrű ráfeszítve, hanem a hajtómű végzi el ezt a feladatot.

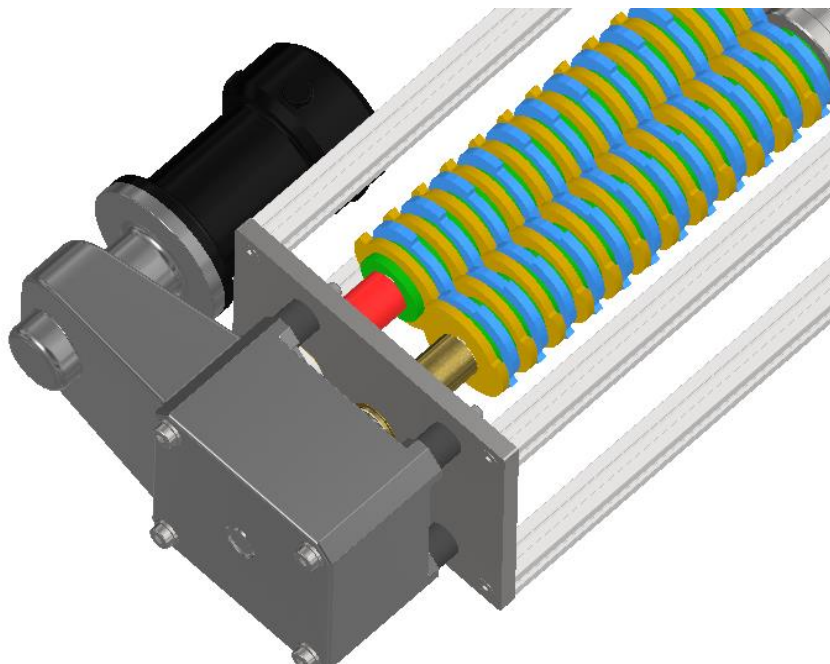
Továbbá a tengelyeket egy hajtóműves villanymotor forgatja meg, amelyre azért volt szükség, hogy a hajtómű kis helyen elférjen. Ennél a feladatnál különböző motorok és hajtóművek álltak rendelkezésemre.

Első körben az költséghatékonyság miatt egyenes fogazatú hajtóművet szerettem volna beépíteni, viszont ebből nem állt rendelkezésre olyan, ami a számított nyomatékot tudta volna biztosítani a daráláshoz. Illetve a másik szempont az volt, hogy ezeknél a hajtóműveknél a motor és a hajtómű egyenes elrendezésben vannak, ami annyit tesz, hogy a hajtómű a motorral lényeges távolságra kilóg a daráló oldalából, így megnövelve annak befoglaló méretét.

A másik lehetséges megoldás az a csigahajtóműves villanymotor lett volna. Ennél a kialakításnál a motor és a hajtómű 90°-os szöget zár be. Ezzel a megoldással már nagymértékben le tudtam volna csökkenteni a daráló befoglaló méretét, hiszen nem a daráló hátulja felé nyúl ki a villanymotor. A hátránya az volt ennek a kialakításnak, hogy sajnos a katalógus adatok szerint nem tudja a megfelelő nyomatékot biztosítani a tengelyek számára.

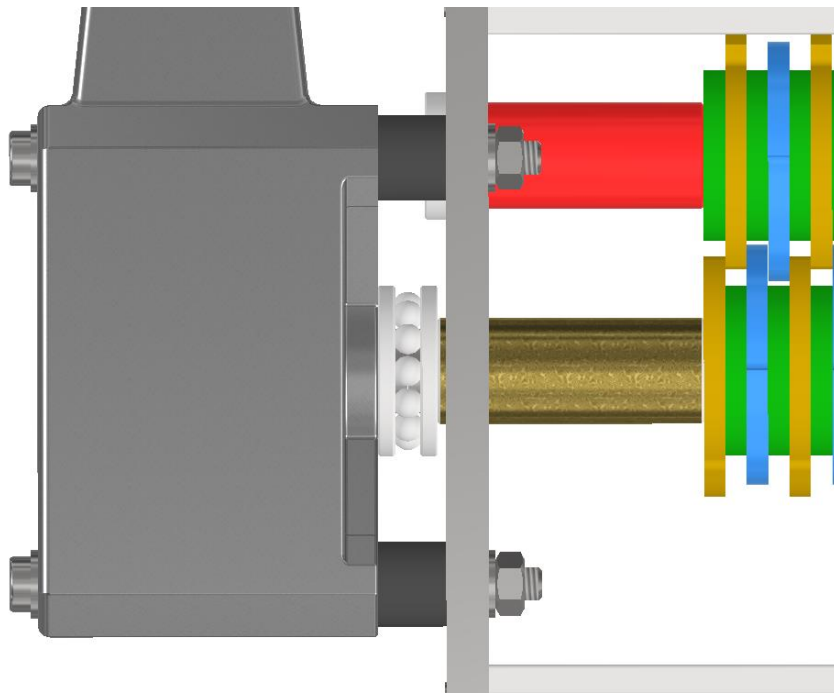
A harmadik konstrukció a ferdefogazatú hajtómű. Ez a megoldás biztosítja a legkisebb befoglaló méretet a darálónak, hiszen itt a hajtóművet és a villanymotort úgy lehet beszerezni, hogy a hajtómű a daráló oldalára kerül felhelyezésre és a villanymotor befordul a daráló mögé, ezzel jelentős helyet takarítunk meg. A katalógus adatok szerint ez a 160 W-os villanymotor 22 1/min-es fordulatszámon 64 Nm-rel tudja meghajtani a tengelyünket, ami az előzetes számításokból kiindulva megfelelő lesz a daráló működtetéséhez. A hajtómű perselye 20 mm átmérőjű tengelyre van kialakítva így ez is megfelel az előzetesen kialakított elemeknek.

Fentiek miatt a daráló működtetéséhez a 120/146 NDFT hajtóművet választottam egy 160 W-os egyenáramú villanymotorral.



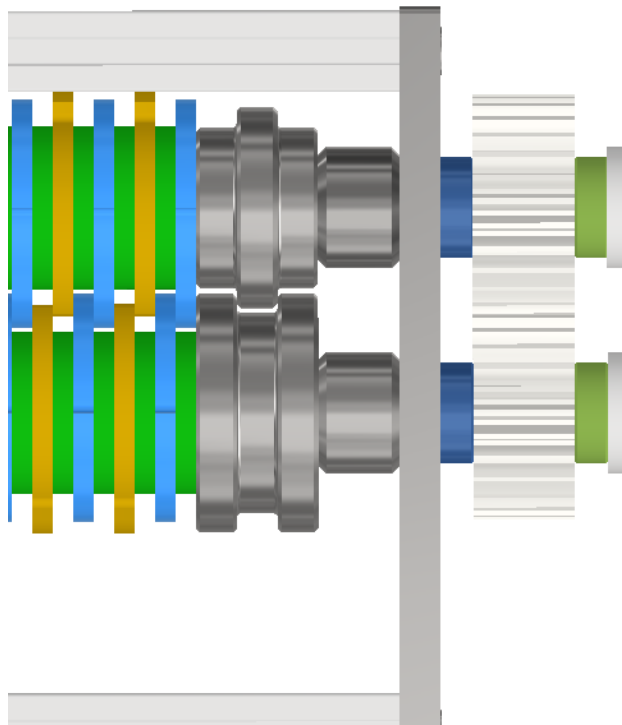
13. ábra Hajtómű beépítése (saját kép)

A hajtómű és a távtartó gyűrű közé szükséges beépíteni egy axiális csapágyat, hogy ne a hajtómű perselyén támaszkodjon fel a távtartó gyűrű. Ellenkező esetben, nagyban megrövidítheti a hajtómű életét, hiszen nagymértékű terhelést helyezne a perselyre. Másfelől a ferdefogazatú fogaskerék az axiális elmozdulásokra igen érzékeny, így ezért is fontosnak tartottam a talpcsapágy beépítését, amivel így a távtartó gyűrű már nem a perselyen, hanem a hajtómű öntvényén támaszkodik fel.



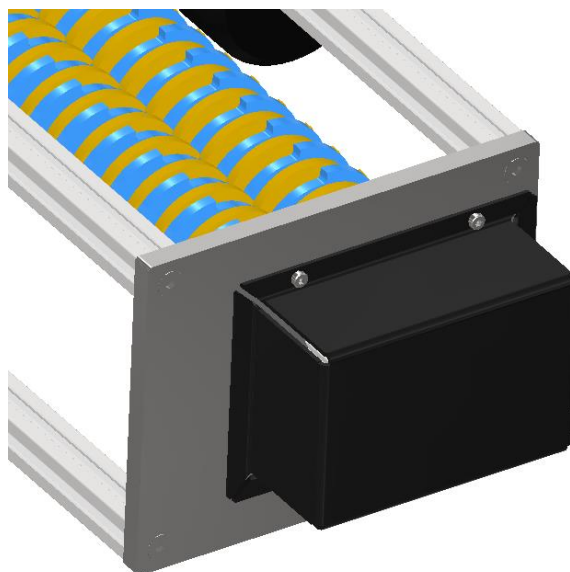
14. ábra Axiális csapágy elhelyezkedése a tengelyen (saját kép)

Fontosnak tartottam, hogy a két tengely axiális elmozdulását megakadályozzam, és mivel a kések között rendkívül kicsi hézag található, ezért a szükség van egy olyan elem beépítésére is, ami nem engedi meg azt, hogy a két tengely elmozduljon egymástól. Erre a problémára két darab vezetőtárcsa beépítését találtam ki, amelyek a tengelyváll és a kések közé kerülnek beépítésre. A két tárcsa illeszkedik egymásba két ezredes tűréssel, Ezzel a megoldással már biztosított az, hogy a kések ne tudjanak elmozdulni annyira, hogy az a párhuzamos tengelyen lévő késekbe beleérjenek. A darológép mechanikai felépítése így elkészült.



15. ábra Vezető tárcsák (saját kép)

A következő lépés a mozgó elemek burkolatának elkészítése volt. Itt két burkolati elem jöhetett szóba. Az első a daráló fő burkolata, ami a késeket és a tengelyeket szigeteli el a környezettől. A másik burkolat a fogaskereket takarja el, így védve a használót, valamint a gépet a szennyeződéstől.



16. ábra Fogaskerék burkolat (saját kép)

A fogaskerék burkolatát horganyzott táblalemezből készítettem el. Itt ügyeltem az egyszerűségére, hogy az lézervágógépen kivágható legyen, majd élhajlító gépen meghajlítva lehessen elkészíteni. Ezekkel a megoldásokkal lényeges költségeket takaríthatunk meg azzal szemben, ha egy présgépen gyártanánk le, mivel ahhoz egy jelentős szerszámköltség járna.

A másik burkolatelemünk a daráló fő burkolata. Ez a lemez hasonlóképpen a fogaskerék burkolatához horganyzott táblalemezből készül el, melyet hajlítás után porfestéssel fejeznek be. Ennél a lemeznél már helyet kapnak különböző kivágások, amik majd az elektronikai kapcsolók beszereléséhez lesznek elengedhetetlenek. A daráló burkolata a bosch profil nútjába elhelyezett nútanyákon keresztül kerül rögzítésre, míg a fogaskerék burkolat az oldallemezen elhelyezkedő menetes furatba.

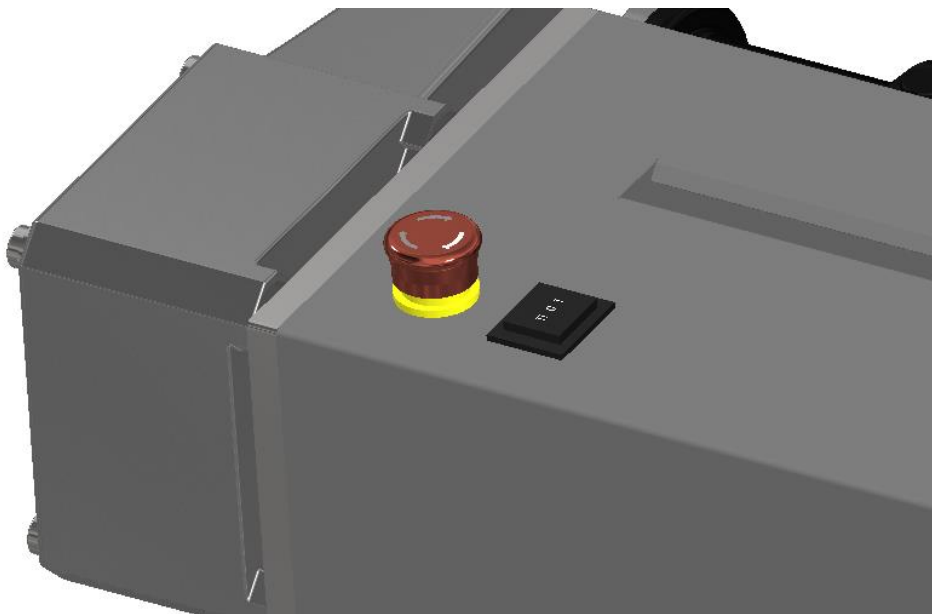


17. ábra Papírdaráló burkolat (saját kép)

A daráló működtetéséhez minimális elektronikai elemekre van szükség.

Az egyik szükséges elem egy irányváltós kapcsoló, amely a daráló bekapcsolásához lesz elengedhetetlen, viszont amennyiben a daráló kései megszorulnánk akkor ezzel a kapcsolóval meg tudjuk fordítani a villanymotor forgásirányát, amely így elősegíti azt, hogy a gép elakadását megszüntessük.

A másik kapcsoló egy általános vészleállító kapcsoló, amely csak biztonsági okból kerül felhelyezésre, ugyanakkor egy vészhelyzet esetén ezzel a lehető leggyorsabban le tudjuk állítani a darálót.



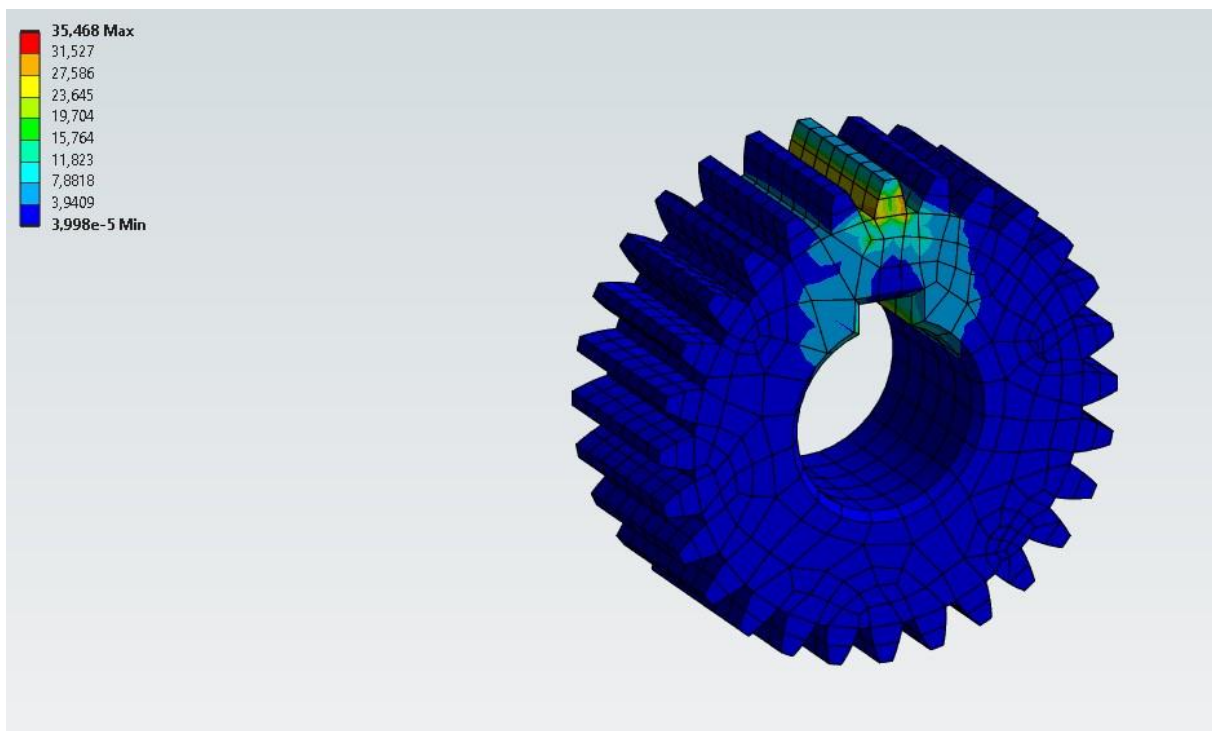
18. ábra Elektronikai kapcsolók (saját kép)

A kapcsolók vezetéke egy gégecsövön keresztül kerül elhelyezésre, ami a daráló hátsó részén kerül kivezetésre, valamint itt csatlakozik bele a villanymotor kötődobozába.

III.4. Végeselem szimuláció

A tervezési feladat során szükség volt végeselem szimulációra. A szakdolgozatomba a hajtó tengelyt, illetve az arra ráépülő elemeknek készítettem el a végeselem vizsgálatát. Ezek az elemek a hajtótengely, a kés és a fogaskerékből áll.

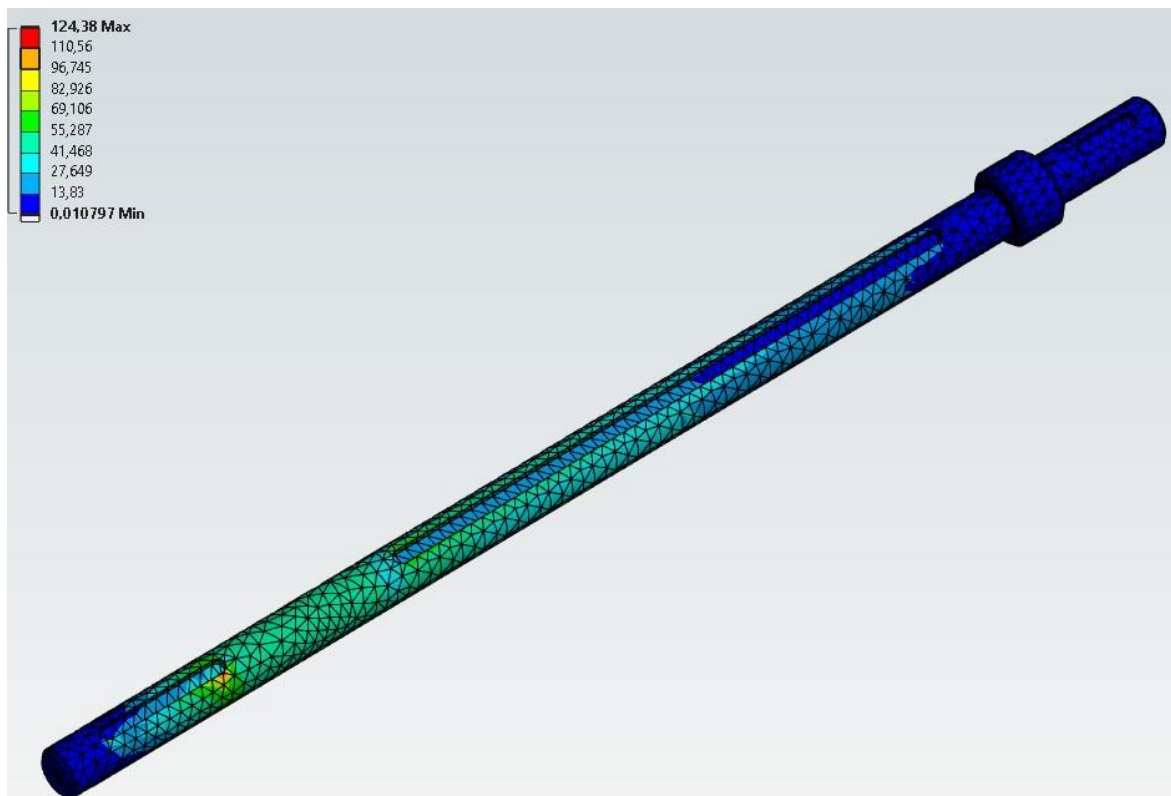
Elsőnek a fogaskerék vizsgálatát kezdtem meg. Első körben azért esett erre a választásom, mivel ez az alkatrész köti össze a két tengelyt, ezáltal megfelelő szilárdsági tulajdonságokkal kell rendelkeznie. A fogaskerék anyaga C15E melynek a folyáshatára 450 MPa, így az ébredő feszültségnek ez alá kell esnie.



19. ábra Fogaskerék VEM szimuláció (saját kép)

A vizsgálat során kiderült, hogy a fogaskerékben a legnagyobb feszültség a fogtőben ébred. Itt a maximális feszültség közel 35,5 MPa, így a fogaskerék megfelel az elvártaknak.

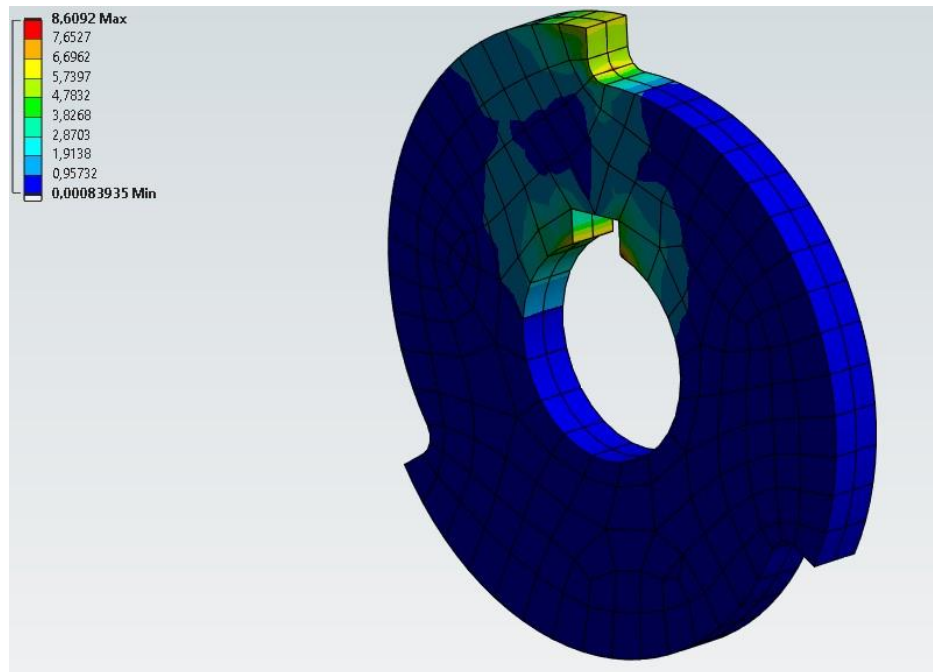
Az egyik legfontosabb elem a hajtásban az a hajtó tengely. Ez az elem biztosítja a hajtás átvitelét a hajtóműből a darálóba. Feltételezve, hogy a tengelynek azon részében fog ébredni a maximális feszültség, amely a hajtóműben helyezkedik el. A tengely anyag S275 JR, melynek a folyáshatára 275 MPa.



20. ábra Tengely VEM szimuláció (saját kép)

Az előzetes feltételezésnek eleget tett a szimuláció, a hajtóműben befogott reteszhoronyba ébredt a legnagyobb feszültség. Itt közel 124,5 MPa volt a maximális feszültség, így a tengely szilárdsága megfelel.

Mindezek mellett ellenőriztem a daráló késeit is, melyek X50CrMoV15 késacélból készültek. Ennél az alkatrésznél az előzetes számításokból arra lehet következtetni, hogy elenyésző lesz a szilárdsági terhelése, hiszen egy vágóélre alig több mint 76 N erő esik. Itt az előzetes következtetésből arra lehet számítani, hogy a maximális feszültség a penge élében fog ébredni.



21. ábra Kés VEM szimuláció (saját kép)

Az előzetes következtetés helyes volt. A legnagyobb feszültség 8,6 MPa volt, amely a penge élében lépett fel, ugyanakkor a szimulációból az is kiderült, hogy a reteszkötésnél is lényeges feszültség ébred.

A végeelem szimulációból meggyőződhattünk arról, hogy a hajtó tengely és az azon elhelyezkedő alkatrészek szilárdsága megfelel.

IV. Használati utasítás és kezelési útmutató

IV.1. Használati utasítás

Használat előtt figyelmesen olvassa el a használati útmutatót!

A darálást csak szélvédett és csapadéktmentes környezetben szabad végezni!

A darálót használati időn kívül időjárástól védve szabad tárolni száraz, pormentes helyen!

A papírdaráló használata előtt vizsgálja meg a darálni kívánt anyagot. A kartonpapírról távolítsa el minden idegen anyagot!

A darálni kívánt papírt a daráló befoglaló méretéhez képest kell megfelelő méretre vágni, úgy, hogy az a daráló nyílásába beférjen!

A darológépbe nedves, illetve átázott papírt belerakni tilos!

A darálót a gyors szorítók segítségével a háztartási szeméttárolóra rögzítve szabad beindítani!

A darálást csak egyenes talajon szabad megkezdeni így megelőzve egy esetleges felborulást!

Győződjön meg róla, hogy a darológép megfelelően fekszik fel a szeméttárolóra, így megelőzve annak leborulását!

Ne adagoljon egyszerre nagyobb mennyiségű papírt a darálóba, ezzel elkerülve annak elakadását!

A papír adagoláskor figyelemmel kell lenni arra, hogy a daráló kései behúzzhatják az anyagot, így az adagolni kívánt papírt a daráló nyílásától távolabb fogja meg!

A mennyiben a daráló kései megakadnak, azonnal állítsa le a gépet!

Amennyiben megakadtak a daráló kései, abban az esetben a gép leállítása után az irányváltó kapcsolóval tudja megváltoztatni a daráló késeinek forgásirányát. Ezzel megszüntethető a daráló megakadása.

Győződjön meg arról, hogy ledarált papír elfér megfelelően a kívánt tárolóba és nem ér bele a daráló késeibe.

IV.2. Kezelési útmutató

A darológépet a megfelelő elhelyezés után a csatlakoztassa a hálózathoz!

A megfelelő csatlakozás után oldja ki a vészleállító kapcsolót úgy, hogy annak tetejét a jelzett irányba elforgatja.

A főkapcsolót az „I” -vel jelölt irányba lenyomva indítsa el a darálót.

Az előre összekészített papírt kezdje el adagolni a daráló betöltő nyílásán keresztül ügyelve arra, hogy egyszerre nagy mennyiségű papír ne kerüljön a szerkezetbe!

Amennyiben darálás közben a tároló megtelne papírhulladékkal, akkor a gépet áramtalanítva szerelje le a tárolóról és távolítsa el annak tartalmát!

Egy esetleges vészhelyzet esetén a vészleállító gombot lenyomva a daráló azonnal megáll!

A daráló leállításához elsőnek kapcsolja a főkapcsolót „0” pozícióra. Ezt követően a nyomja le a vészleállító kapcsolót. Erre azért van szükség, hogy a hálózatra kapcsolt gépet egy esetleges rossz mozdulattal ne lehessen elindítani! Ezt követően áramtalanítsa a gépet!

Soha ne nyúljon be az adagoló nyíláson keresztül mindaddig, amíg a papírdaráló áram alatt van!

Soha ne helyezzen bele idegen tárgyat a papírdarálóba!

A daráló kizárólag nyomtató- illetve kartonpapír darálására készült! Bármiféle más tárgy darálása szigorúan tilos!

A darológép tárolása száraz nedvességtől elzárt helyen történjen!

A darológépet ne tartsa áram alatt, ha az épp nincsen használva!

Gyermekektől elzárva tartandó!

V. Karbantartási utasítás

A karbantartás előtt győződjön meg arról, hogy a papírdaráló áramtalanítva van.

A darológép burkolatát az elején, illetve a hátulján található 2-2 db csavar eltávolítása után tudjuk leemelni.

A burkolat teljes eltávolításához a főkapcsoló, illetve a vészleállító kapcsoló csatlakozóját távolítsa el. Így a burkolat már levehető.

A burkolat eltávolítása után ellenőrizze a kések állapotát, külső sérülés nyomait keresve!

Ellenőrizze a vezetőtárcsák állapotát, illetve azok kenését is. Szükség esetén olajjal pótoljuk!

Ellenőrizze a hajtómű csavarjait, hogy megfelelően meg vannak-e feszítve. Amennyiben szükséges húzzon rajta!

Ellenőrizze a kábelcsatorna állapotát, illetve annak pozícióját!

Ellenőrizze a hajtott tengely végén lévő záró elemnek feszességét! Szükség esetén húzza meg egy belső kulcsnyílású csavarhúzóval!

A fogaskerék burkolatot az azon található csavarok eltávolításával szerelje le!

A fogaskerekeket a szemrevételezéssel ellenőrizze. Amennyiben külső sérülés nyomait fedezi fel rajta, cserélje azokat!

Ellenőrizze a fogaskerék kenését, amennyiben szükséges pótolja azt!

Amennyiben mindent rendben talált, a kapcsolók csatlakozóinak visszahelyezése után a csavarozza vissza a burkolatelemeket!

A burkolat elemek visszahelyezése után ellenőrizze a kapcsolók működését, különös figyelmet fordítva a vészleállító kapcsolóra!

Ne indítsa be a darológépet a burkolati elemek nélkül!

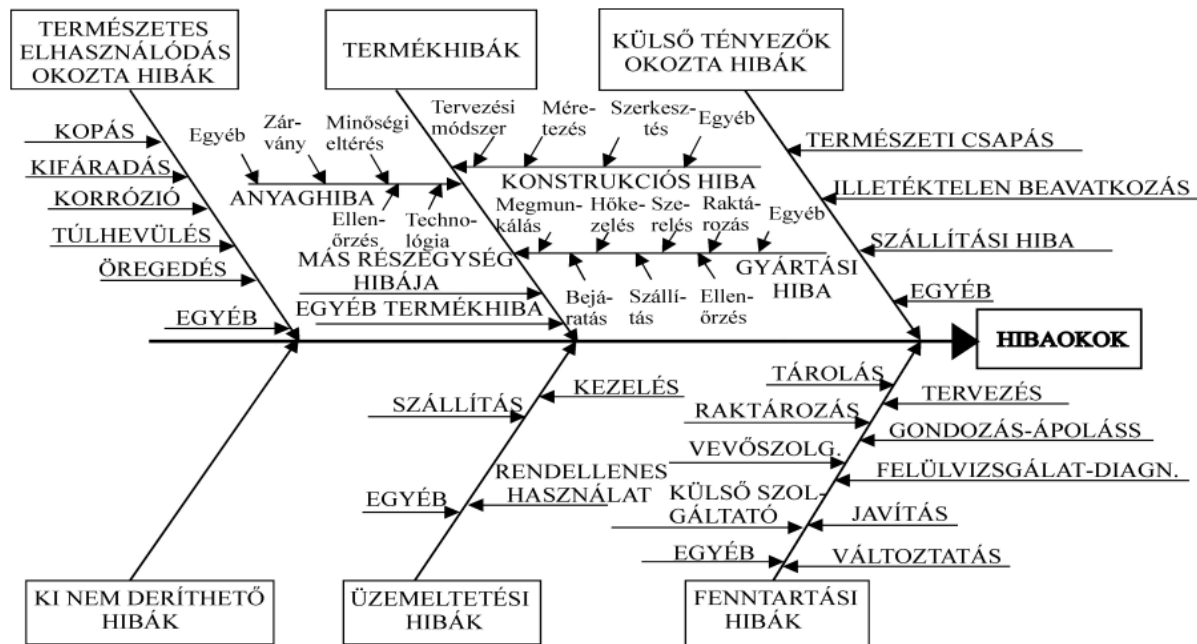
Ne helyezze áram alá a darológépet amíg a burkolati elemek nem kerültek vissza megfelelő helyükre!

Ne hagyja őrizetlenül a szétszerelt darálót!

VI. Minősegbiztosítás

Egy gép tervezésénél különös figyelmet kell fordítani a minősegbiztosításra is. A tervezési feladatnak ez egy jelentős része, hiszen az esetleges vásárlók bizalmát is el kell nyerni annak érdekében, hogy az általam tervezett gép eladható legyen.

A minősegbiztosításnak több formája van. A minősegbiztosítást a tervezési feladatomban Isikava diagram alapján készítettem el. A diagramot halszálka diagramként is emlegetik. Lényege, hogy a lehetséges hibákat kategorizálja és különböző szálakra bontja, amely kategóriák végül egy közös vonalra kerülnek, így összegezve a lehetséges hibák okait.



22. ábra Isikava diagram (saját kép)

Ahogy a fenti diagramról leolvasható az, hogy az Isikava diagram a hibaokokat hat főcsoportra osztja. Majd ezeket a csoportokat szétbontja konkrétabb estekre, melyekre egyes ágakon konkrét példát is hoz.

Első körben a ki nem deríthető hibákat veszi számon, amelyeket előzetes felkészüléssel sem lehet elkerülni, így a daráló tervezésénél sem lehetett figyelembe venni.

A második ágon a természetes elhasználódás okozta hibákat veszi számon. Ez a hibaforrás, mint minden más gépnél, a darálógépnél is fen áll. Ezt a problémát az elhasználódott alkatrészek cseréjével lehet a leggyorsabban orvosolni. A darálógépnél az elhasználódásnak legjobban kitett alkatrészek a csapágyak, hiszen a forgómozgás következtében idővel a bronzcsapágyakból kiég a kenőanyag, amelyet csak azok cseréjével lehet módosítani. Másik elhasználódásnak kitett alkatrészek a kések, melyeket a papírhulladék koptató hatása miatt idővel élezni majd a kések cseréjével lehet helyrehozni.

A harmadik ágon az üzemeltetési hibák jelennek meg. A daráló tervezésénél figyelmet fordítottam arra, hogy olyan használati utasítást készítsék, amellyel egy műszaki területen nem jártas személy is könnyedén tudja kezelni azt. Amennyiben a felhasználó figyelmesen olvassa el azt és betartja az abban az abban szereplő pontokat úgy a gépnek kezelése egyszerű lesz.

A negyedik ágon a termékhibák láthatók. Ennek megelőzésére a külső beszállítók által készített alkatrészeket az összeszerelés előtt ellenőrizni kell. Amennyiben hibás az alkatrész, nem szabad azt beépíteni a szerkezetbe.

Az ötödik ágon a fenntartási hibák jelennek meg. Amelyekre – az üzemeltetési hibákhoz hasonlóan – készítettem egy kezelési és karbantartási útmutatót. Amennyiben a végfelhasználó elolvassa és betartja az abban előírtakat, úgy a papírdarálónál minimálisra csökken a fenntartásból adódó hibák.

A hatodik és egyben utolsó ágon a külső tényezők okozta hibák jelennek meg. Ennél a hibajelenségnél a darálót a külső környezeti hatások tudják károsítani. A kezelési és karbantartási útmutatóban kitértem arra is, hogy a darálógépet használni és tárolni, szélről és csapadéktól mentes helyen lehet. Továbbá a daráló burkolatát a megmunkálás után profestéssel védjük az időjárástól.

Amennyiben figyelembe vesszük ezeket a hibaforrásokat, úgy a daráló élettartama meghosszabbítható. Valamint egy minőségibb szerkezetet tudunk biztosítani, ami azt eredményezi, hogy az azt használók elégedettebbek lesznek a termékkel.

VII. Gazdasági számítás

Megnevezés	Darabszám	Szabványszám	Rajzszám	Ár (Bruttó)
Fogaskerék Távtartó	2	-	001	5 080 Ft
Tengelyváll távtartó	2	-	002	10 160 Ft
Hajtott tengely távtartó	1	-	003	20 320 Ft
Hajtómű Távtartó	1	-	004	20 320 Ft
Keret fogaskerék oldal	1	-	005	25 400 Ft
Keret hajtómű oldal	1	-	006	25 400 Ft
Darálógép burkolat	1	-	007	31 750 Ft
Fogaskerék burkolat	1	-	008	31 750 Ft
Hajtó tengely	1	-	009	63 500 Ft
Hajtott tengely	1	-	010	50 800 Ft
Fogaskerék	2	-	011	50 800 Ft
Kés forgatott	24	-	012	91 440 Ft
Kés	24	-	013	91 440 Ft
Távtartó	48	-	014	60 960 Ft
Tengely végzáró	3	-	015	3 810 Ft
Hornyos vezetőtárcsa	1	-	016	10 160 Ft
Vezető tárcsa	1	-	017	10 160 Ft
Bronz csapágó	2	-	-	7 650 Ft
Hajtóműves villanymotor	1	-	-	247 795 Ft
M6 x 20	8	DIN 7991	-	120 Ft
M8 x 20	3	DIN 7991	-	54 Ft
Bosch Profil	4	-	-	6 414 Ft
Gumibak	4	-	-	2 044 Ft
M8 x 120	4	DIN 912	-	544 Ft
Írányváltó kapcsoló	1	-	-	4 990 Ft
Vészleállító	1	-	-	4 760 Ft
Egyéb elektronikai elemek	5	-	-	5 210 Ft
Gégecső	1	-	-	340 Ft
M4 T-horonyanya	4	-	-	748 Ft
Axiálcsapágó	1	51204	-	1 393 Ft
M4 x 12	4	DIN 912	-	34 Ft
Rugós alátét	4	DIN 128	-	14 Ft
Leszorító	2	-	-	1 300 Ft
Alátét	8	DIN 125	-	34 Ft
Hatlapfejű anya	4	DIN 7984	-	24 Ft
M4 x 6	4	DIN 912	-	30 Ft
Retes	3		-	872 Ft
Összesen:				887 620 Ft

1. Táblázat gazdasági számítás

Az árajánlatot a PLASTIC CONTOUR Kft.-től kaptam az alkatrészek elkészítésére. Látható a táblázatból, hogy ezen alkatrészek legyártása jelentős összeggel jár. Ennek oka, hogy ezeket az alkatrészeket egyedi gyártásban kell elkészíteni ahhoz, hogy megbizonyosodjunk a daráló megfelelő működéséről, illetve annak hatékonyságáról.

Amennyiben a daráló a tervezésnek megfelelően működik és annak hatékonyságáról megbizonyosodtunk, az alkatrészek tömeggyártásának tervezését meg lehet kezdeni. Ezáltal a daráló költsége lényegesen alacsonyabb lesz mivel az már nem egyedi gyártásban készül.

Amennyiben a darálónk már tömeggyártásban készül érdekesebb lenne a hajtóművet lecserélni egy általunk tervezettre. Ezáltal ennek a költsége is lecsökken, hiszen nem viszonteladó útján kerül beépítésre.

Másfelől a szabványos alkatrészek árát kiskereskedelmi eladótól szereztem. Ebben az esetben is lényeges költséget takaríthatunk meg azzal, ha ezeket nagykereskedelmi áron tudjuk beszerezni.

Ahogy az előzőekben felsoroltam látható, hogy ezek az árak csak a prototípus legyártására vonatkozna, ami minden esetben magasabb, mint a tényleges termék ára. Hiszem, hogy ha már ez a termék sorozatgyártásban fog készülni akkor az már lényegesen alacsonyabb költséggel fog járni, így ez a termék elérhető lesz az átlag felhasználó számára is.

VIII. Összefoglalás

A papírdarálót elsősorban a háztartások számára terveztem, különös figyelmet fordítva a papír típusára. A háztartásokban leggyakrabban a csomagoló anyagok halmozódnak fel. Ezeket az anyagokat a többség a kommunális hulladéktárolókba teszi, pedig rendelkezésre áll egy jobb, környezeti kímélőbb mód is azok újrahasznosítására. Az általam tervezett papírdaráló gép segítséget nyújt ebben.

A darálót úgy terveztem, hogy a lehető legkisebb helyet foglalja el, illetve azt egy általános hulladék tárolón is lehessen alkalmazni, ezzel elősegítve azt, hogy a papír külön legyen kezelve a kommunális hulladéktól. A papírdaráló tömege 14 kg így könnyedén fel lehet helyezni egy hulladék tárolóra, illetve a viszonylag kis tömege miatt kisebb az esély arra, hogy az esetlegesen felboruljon.

A daráló felépítésénél igyekeztem törekedni arra, hogy hosszú élettartamot biztosítsak neki. Ezt az egyszerű felépítéssel, illetve a megfelelő anyaghasználattal biztosítottam. Egyfelől a késeket, illetve az egyéb kopó alkatrészeket nagy kopásállóságú anyagból készítettem. Másfelől törekedve a biztonságra egy használati útmutatót is készítettem, mellyel elősegítettem azt, hogy a felhasználó is biztonságosan tudja kezelni.

A célom az volt az eszköz megtervezésével, hogy a háztartások a felesleges papírt ne hulladékként, hanem nyersanyagként kezeljék, például komposztálják vagy papírbrikettet készítsenek belőle.

IX. Summary

I designed the shredder primarily for households, paying particular attention to the type of paper. Packaging is the most common material in households. Most of these materials end up in the waste or recycling bin, but there is a better, more environmentally friendly way to recycle them. The shredder I designed is intended to support in achieving this.

I designed the shredder to take up as little space as possible. It can be used on top of a waste or recycling bin, helping to keep paper separate from household waste. The shredder weighs 14 kg, therefore it can easily be placed on top of a waste bin, and its relatively light weight ensures it is less likely to tip over.

I aimed to design the shredder for durability and longevity. This was achieved with a simple design and the careful selection of materials. The blades and other high-wear components are made from highly durable materials. Additionally, I created an instruction manual to help users on how to operate the shredder safely.

My goal designing the device was to encourage households to view excess paper as a valuable raw material, such as for composting or making paper briquettes, rather than as waste.

X. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Pálincás Gergő
A Hallgató Neptun kódja: NCEZZR
A dolgozat címe: Darálógép tervezése papír hulladékhöz
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11 hó 02 nap

Pálincás Gergő
Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A PAZINKAS GÁBOR (név) (hallgató Neptun azonosítója: UCFZ20) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024. év 10 hó 30 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozat típus megnevezése mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

XI. Irodalomjegyzék

- Association, A. F. (2023). *American Forest & Paper Association*. Forrás: afandpa: <https://www.afandpa.org/news/2023/does-paper-actually-get-recycled-industry-answers>
- Cantor, H. (2015). *The NEW YORKER*. Forrás: newyorker: <https://www.newyorker.com/humor/daily-shouts/a-review-of-your-paper-shredder-re-its-metaphorical-effects-on-my-broken-heart>
- Department, S. R. (2023). *Statista*. Forrás: statista: <https://www.statista.com/topics/1701/paper-industry/#topicOverview>
- Field, T. (2020). *THE FIELD*. Forrás: thefield: <https://www.thefield.co.uk/gardens/how-to-make-homemade-compost-with-newspaper-44586>
- Franklin Miller. (N.a.). Forrás: franklinmiller: <https://www.franklinmiller.com/white-papers/industrial-shredders>
- Gaynor, K. (N.a.). *eco redux*. Forrás: ecoredux: <https://www.ecoredux.com/burning-paper-cardboard>
- Hálózat, E. K. (2018). *Európai Környezeti Információs és Megfigyelő Hálózat hazai tájékoztató*. Forrás: eionet.kormany: <https://eionet.kormany.hu/a-fenntarthato-fejlodes-fogalma>
- Leyson, V. (2023. 12 06). Paper Waste: Why It Matters & How to Reduce It. www.reelpaper.com.
- Lipkiewicz, A., Małachowska, E., Dubowik, M., & Przybysz, P. (2021). *Scientific Reports*. Forrás: nature: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-96325-4>
- Nadine. (2022). *The Zero Waste Memoirs*. Forrás: zerowastememoirs: <https://zerowastememoirs.com/a-complete-guide-to-paper-composting/>
- OXRD. (N.a.). Forrás: shredder-factory: <https://www.shredder-factory.com/double-shaft-plastic-shredder-blades-and-knives/>

Paramita, J. R., Khumain, K., Ayurini, M., & Rohbiya, A. (2020. június). Clove Oil Extraction by Steam Distillation and Utilization of Clove Buds Waste as Potential Candidate for Eco-Friendly Packaging.

Stenszky, C. (N.a.). *XFOREST*. Forrás: xforest: <https://xforest.hu/papirbrikett/>

Szabó, I. A. (2019). *Másfelfok Éghajlatváltozás közérthetően*. Forrás: masfelfok: <https://masfelfok.hu/2019/04/25/mit-nevezunk-ueghazhatasu-gazoknak-vizgoz-szendioxid-metan-dinitrogenoxid-ozon-szenhidrogen/>

Udodi, O. L. (2021. 09 09). Design and Manufacture of Waste Paper.

Weima. (N.a.). Forrás: weima: <https://weima.com/en/briquetting/paper-briquettes/>

XII. Ábrajegyzék

1. ábra Kartonpapír bálák.....	4
1. diagram Papír felhasználás.....	6
2. diagram Papírgyártás országok szerint.....	7
3. diagram Újrahasznosított papírból készült termékek.....	7
2. ábra Papír komposztálása.....	8
3. ábra Irodai iratmegsemmisítő.....	10
4. ábra Ipari hulladékpapír daráló.....	11
5. ábra Ipari hulladékpapír daráló futószalaggal.....	12
6. ábra Hulladékdaráló kései.....	13
7. ábra Papírbrikett.....	14
4. diagram Kartonpapír szilárdsági diagram.....	19
8. ábra Darológép kerete.....	26
9. ábra Kés típusok.....	27
10. ábra Darológép tengelyének elhelyezkedése.....	28
11. ábra Távtartó gyűrűk felhelyezése a tengelyekre.....	29
12. ábra Fogaskerekek rögzítése.....	30
13. ábra Hajtómű beépítése.....	31
14. ábra Axiális csapágó elhelyezkedése a tengelyen.....	32
15. ábra Vezető tárcsák.....	33
16. ábra Fogaskerék burkolat.....	33
17. ábra Papírdaráló burkolat.....	34
18. ábra Elektronikai kapcsolók.....	35

19. ábra Fogaskerék VEM szimuláció.....	36
20. ábra Tengely VEM szimuláció.....	37
21. ábra Kés VEM szimuláció.....	38
22. ábra Isikava diagram.....	42
1. Táblázat gazdasági számítás.....	44

XIII. Mellékletek

1. Melléklet: Fogaskerék Távtartó
2. Melléklet: Tengelyváll távtartó
3. Melléklet: Hajtott tengely távtartó
4. Melléklet: Hajtómű távtartó
5. Melléklet: Keret fogaskerék oldal
6. Melléklet: Keret hajtómű oldal
7. Melléklet: Darológép burkolat
8. Melléklet: Fogaskerék burkolat
9. Melléklet: Hajtó tengely
10. Melléklet: Hajtott tengely
11. Melléklet: Fogaskerék
12. Melléklet: Kés forgatott
13. Melléklet: Kés
14. Melléklet: Távtartó
15. Melléklet: Tengely végzáró
16. Melléklet: Hornyos vezető tárcsa
17. Melléklet: Vezető tárcsa 2
18. Melléklet: Papírdaráló Robbantott Ábra
19. Melléklet: Tételjegyzék