

SZAKDOLGOZAT

Jármy Máté Csaba

Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök, BSc

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök, BSc

Zabroppantó tervezése

Belső konzulens:	Dr. Pataki Tamás István egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	GÉTI - Anyag és Gépgyártástechnológia Tanszék
Külső Konzulens:	Herpai Sándor Mezőgazdasági gépészmérnök Naprendszer Kft. tulajdonos
Készítette:	Jármy Máté Csaba WC3JZK nappali tagozat

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI MÉRNÖK ALAPSZAK
Erőgéptechnika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Jármy Máté Csaba (WC3JZK)

részére

A szakdolgozat címe:

Zabroppantó tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, célkitűzés, szakirodalom feldolgozása, takarmányozás elmélet, lovaktakarmányozása, darálás elmélete, a darológépek követelményei, hengersizék történelme, hengersizékek a mai korban, zabroppantó előnyei, hergeres daralók teljesítményei, zabroppantó tervezése, műszaki paraméterek meghatározása, alkatrészek méretezése és kiválasztása, 3D modell megtervezése, üzemeltetés ismertetése, gazdasági értékelés

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Herpai Sándor*, tulajdonos, Naprendszer Kft.

Belső konzulens: *Dr. Pataki Tamás István*, egyetemi docens,

Beadási határidő: 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom

Zsolt László
(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.

(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés, célkitűzés.....	1
2. Szakirodalmi áttekintő.....	3
2.1. Takarmányozás	3
2.1.1. Lovak abraktakarmányozása	3
2.1.2. Takarmányozás előkészítése.....	3
2.2. Darálás.....	3
2.2.1. A darálás elmélete	3
2.2.2. Darálás módjai.....	4
2.2.3. Darálógépek követelményei.....	5
2.3. A dara minőség ellenőrzése	6
2.4. Hengerszék.....	7
2.4.1. A hengerszék történelme	7
2.4.2. Az élelmiszeriparban használt hengerszék.....	8
2.4.3. A zabroppantó előnyei	8
2.4.4. Működésének ismertetése.....	9
2.4.5. Gyakorlatban használt paraméterek.....	11
2.4.6. Hengeres daráló darateljesítménye.....	13
2.5. Forgalomban lévő hazai zabroppantók.....	13
2.5.1. Roppi.....	13
2.5.2. TR5 terményroppantó.....	14
2.6. Szakirodalmi feldolgozás következtetései	14
3. Zabroppantó tervezése.....	16
3.1. Az őrlés technológiája	16
3.2. A hengertényező meghatározása	16
3.2.1. Hengerátmérő és az őrlési munka kapcsolata.....	16
3.2.2. Hengerpárok sebesség viszonyainak meghatározása	18
3.2.3. Az őrlőrés hatása	20
3.2.4. Rovátka tényezők meghatározása.....	20
3.2.5. Rovátkák elhajlása	21
3.2.6. Henger hosszának meghatározása	22
3.2.7. Meghatározott hengertényező összegzése	22
3.3. Henger hajtásának tervezése.....	23
3.3.1. Motor kiválasztása.....	23

3.3.2. Szíj és szíjtárcsa kiválasztása	25
3.3.3. Csapágyak kiválasztása	28
3.3.4. Fogaskerék tervezése	29
3.3.5. Reteszkötés méretezése.....	30
4. Daráló szerkezet tervezése CAD szoftverrel.....	33
5. Üzemeltetés és karbantartás	37
5.1. Hajtás.....	37
5.2. Csapágyazás	37
5.3. Három fázisú villanymotor.....	38
5.4. Rovátkolt hengerek.....	38
6. Gazdasági számítások.....	39
6.1. Alkatrészek tételes árai	39
6.2. A tartószerkezet alapanyaga	40
6.3. Csavarok és egyéb kiegészítő elemek.....	40
6.4. Munkadíj.....	41
6.5. A teljes gépre szükséges összeg	41
6.6. Piacon található roppantó ára.....	41
6.6. Gazdasági értékelés.....	42
7. Következtetések.....	43
8. Összefoglalás.....	44
9. Summary	46
10. Köszönetnyilvánítás.....	48
11. Irodalomjegyzék.....	49
12. Mellékletek	51
13. Nyilatkozatok	53

1. Bevezetés, célkitűzés

A mai kor emberének az utóbbi 5 év nagyon tanulságos volt, hogy megtapasztalja mennyit drágulhat az élet hónapok, hetek vagy akár napok leforgása alatt. 2019-ben jött a COVID-járvány, ami a gazdaságot pár hét alatt felforgatta. Amikor a vírus által létrehozott nehézségekből a gazdaság kezdett felállni, akkor 2022-ben jött az orosz invázió Ukrajna ellen.

Ezeknek az eseményeknek a negatív hatásait még mindig nem sikerült helyreállítani. Ebben a nehéz gazdasági helyzetben, amiben például drágultak az üzemanyagárak és a termények árai, még nagyobb hangsúlyt kaptak az olyan szempontok, mint a gazdaságosság, hatékonyság javítása, pazarlás csökkentése és egyéb nézőpontok.

Az állattakarmányozásban a dráguló takarmányárak miatt fontos szerepet kaptak a hatékonyság növelésére alkalmazott technológiák, amelynek sokféle megoldása lehet. Például a melléktermék termelődésének csökkentése. Ebben nagy jelentősége van a technológia tervezésében, hogy a kevesebb hulladék termelésével pénzt lehessen megspórolni. Másik megoldási lehetőség a takarmány előkészítése. Ez megint az előkészítő konstrukció tervezésénél valósítható meg. Ha az előkészítés alatt a takarmány hasznosíthatóságának tudjuk növelni az értékét, akkor kevesebb takarmány is elég ugyanannyi állat ellátásához.

A takarmány előkészítésének egyik módja a darálás, melynek egyik elterjedt megoldása a zabroppantó. Ennél a technológiánál a terményt két henger segítségével daráljuk le. Az így létrejövő takarmányt jobban tudja hasznosítani az állat, mint a nem átdolgozott termény szemeket.

Családom hobbi szinten foglalkozik lótarással és sok lovardába járok, ahol a lótarókkal beszélgettem a közelmúltban az aktuális helyzetről. A dráguló takarmányárak minden lótarónál nagy problémát okoztak. Sokan a takarmány előkészítésében látták a megoldást, mivel a nyers takarmányokhoz olcsóbban hozzá lehet jutni, mint az előkészítetthez, vagy a kevertékhez. Hogy saját maguk elő tudják állítani az előkészített takarmányt, daráló gépek után néztek. Az egyik legelterjedtebb daráló a kalapácsos daráló, ami nem alkalmas zab darálására, mert porrá zúzza és így a ló számára nem megfelelő. A másik megoldás a

zabroppantó. Sajnos ilyen gépet nem sikerült nekik beszerezni, mivel a ma gyártott gépek inkább az ipar számára készülnek, így nagyon drágák és túlméretezettek egy lovardához. Egy két új és használt árutól eltekintve nehéz hozzájutni egy olyan kis kompakt géphez, ami egy lovardában pár ló etetését kiszolgálná.

A szakdolgozatom célkitűzése egy lovardákban használatos zabroppantó tervezése. Méretezem, megtervezem, üzemeltetési paramétereit meghatározom és 3D modellt csinállok úgy, hogy egyszerű lovardai használatra alkalmas legyen. A tervezésnél ügyelni fogok arra is, hogy használata és karbantartása ne igényeljen nagy szakmai tapasztalatot, hanem könnyen elsajátítható legyen bárki számára. Az üzemeltetési körülményeket is szem előtt kell tartani, ami tartalmazza a szélsőséges időjárási és magas szennyeződési hatásokat.

További konstrukciós tervezési szempontjaim, hogy a gép működésekor kevés legyen a hulladék képzés és a létrehozott szemcseméret ideális legyen a lovaknak a jó hasznosításhoz. Az így megalkotott gépkonstrukció egyaránt elégítené ki azokat az elvárásokat, mint az egyszerűség és a gazdaságos takarmányozás szükséglete.

2. Szakirodalmi áttekintő

2.1. Takarmányozás

2.1.1. Lovak abraktakarmányozása

Az egyik legelterjedtebb lóabrak a zab. A gyakorlatban etetik darálás vagy zúzás nélkül, de előkészítése az értékesíthetőségét 5 %-kal növelheti. A többi gabonaféléhez viszonyítva a zabnak a legalacsonyabb az emészthető energiatartalma és a legmagasabb a rosttartalma.

A roppantott abrak szerkezete lazább, ezért a ló jobban tudja hasznosítani és egyenletesebb lesz az emésztése.

2.1.2. Takarmányozás előkészítése

Az állattartásban a megfelelő beltartalmi érték elérése érdekében nagyrészt keveréssel készített takarmányokat használunk. Ez okból nagy szerepet kap a takarmányok etetés előtti előkészítése. A takarmányokat emiatt darabolni és aprítani kell, ide tartozik a szecskázás, roppantás vagy darálás. Az aprítás nem csak a keverhetőség miatt fontos, hanem a szárítás nélküli tárolhatóságnál is nagy a szerepe. A könnyebb tárolhatósága miatt megnőtt a betakarítással vagy a betárolással egybekötött takarmányszecskázás és a darálás. (Schmidt János, 2015)

2.2. Darálás

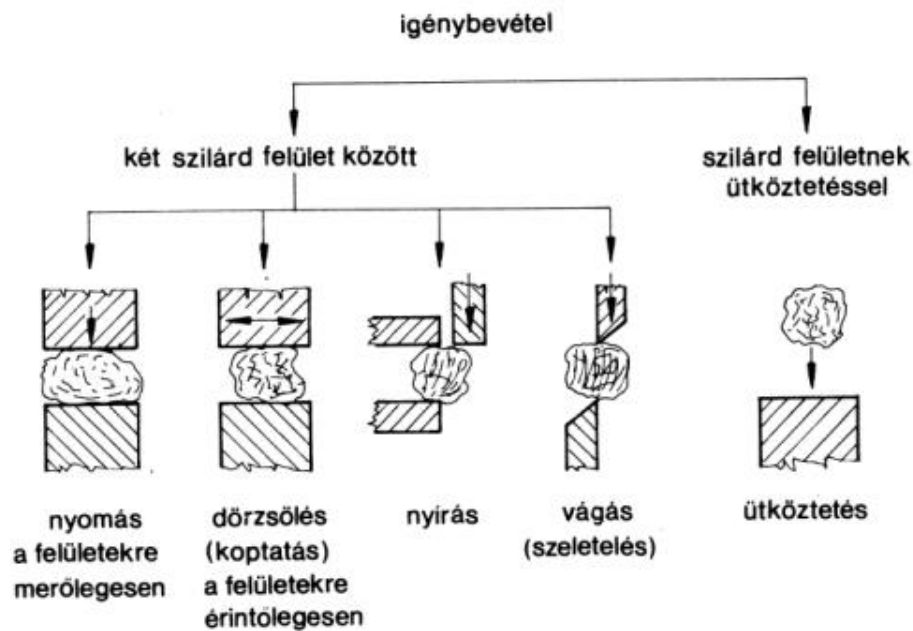
2.2.1. A darálás elmélete

A szemestakarmányokat a kívánt méret eléréséhez aprítjuk. A leggyakrabban aprított takarmányok a zab, árpa, búza és a kukorica.

Mechanikai terhelés hatására a magot apróbb darabjaira bontjuk. A terhelés során, hogy átlépjük a mag határfeszültségét, feszültséget keltünk benne. Ezek lehetnek nyíró, nyomó, hajlító vagy akár összetett feszültségek is.

Más iparágakban elterjedt aprítási módszereket csak szemesterményekre módosított tényezőkkel lehet alkalmazni, mivel a szemestermények inhomogének. Alakjuk nem szabályos és belső részük eltérő szerkezetű az őket körülvevő héjtől. Tovább bonyolítja a tulajdonságaikat, hogy nedvességtartalmuk nagyban befolyásolja őket.

2.2.2. Darálás módjai



1. ábra: Az aprítás igénybevételei (www.mecheng.unideb.hu)

A darálás módjai abban különböznek, hogy a kívánt méretet milyen módon hozzuk létre. Ezekhez különböző igénybevételeket használunk, amelyeknek a változatait az 1. ábra mutatja.

Ezek lehetnek:

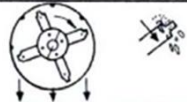

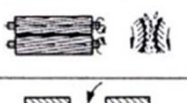
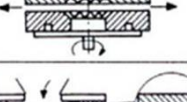

- Nyomással, lapítással vagy zúzással: A magban létrejövő feszültséget nyomó igénybevétellel hozzuk létre. Ilyen elven működik a hengersizék vagy a zabroppantó.
- Ütéssel vagy ütköztetéssel: A folyamat alatt a magokat az adagológáron keresztül a darálótérbe szórjuk, ahol a kalapácsok nagy sebességgel végeznek körmozgást. A magok a házba lépve a kalapáchoz, egymáshoz vagy a rostához ütköznek. Az ütközés során átlépi a feszültség a határfeszültség értékét. A darált mag darabok méretét a ház kilépő ágára felhelyezett cserélhető rostákkal is lehet befolyásolni.
- Nyírással: A határfeszültség túllépését nyíró igénybevétellel hozzuk létre. Ezt a módszert alkalmazzuk a tárcsás darálónál vagy a kőjáratnál.
- Dörzsöléssel vagy koptatással: Ha a mag átmérőjéhez képest kis mélységben ébred határfeszültségnél nagyobb nyírófeszültség.

A gyakorlatban használt darológépeknél, nagyrészt kombinálják a darálási módokat úgy, hogy összetett igénybevételeket használnak.

A ledarált termények finomságát a szemcsemérettel tudjuk osztályozni. Ezen osztályok a következők:

- 0,2 mm > lisztek.
- 0,2 mm < finomdara < 1,0 mm.
- 1,0 mm < közepesméretű dara < 1,8 mm.
- 1,8 mm < durva dara.

2.2.3. Darológépek követelményei

Daráló	Művelet	Fajlagos, közelítő energiaigény Wh/kg
Kalapácsos daráló		10–20
Hengerszék (sima hengerrel)		6–10
Hengerszék (bordás hengerrel)		10–12
Kőjárt		11–15
Tárcsás daráló		11–13

2. ábra: A darológépek működési módjai (Állattartási technika, 1998)

A daráló gépeknek különböző követelményeknek kell megfelelnie a szemestermények sokszínűsége miatt:

- Egyetemlegesnek kell lennie, hogy tudja kezelni a szemestakarmányok különböző inhomogén tulajdonságait és eltérő nedvességtartalmukat.
- A létrehozott termék szemcseméretei nagyjából egységesek legyenek.
- A különböző alkalmazási területek által kívánt szemcsemérethez állítható legyen.
- A gépből távozó termék hőmérséklete ne növekedjen meg túlságosan.
- Az egységnyi energiafelhasználása ne legyen magas.

- A szerkezet a felhasználási területekből adódóan ne legyen bonyolult, karbantartása könnyen elvégezhető legyen.

Az elméletben elvárt követelmények a valóságban nehezen megvalósíthatóak. A gépből távozó daralék szemcseméretei eltérőek lehetnek, a termény változó tulajdonságai és a környezeti tényezők hatásai miatt.

Az energiaráfordítások is nagyon eltérőek a különböző konstrukciók között. A kalapácsosdarálónak nagyobb az energiaszükséglete, viszont kompatibilisebb a terményekre. Minden gépkonstrukció tervezésénél figyelembe kell vennünk a felhasználási területet és arra kell méreteznünk a hulladék és energiapazarlás elkerülése érdekében. (Tóth László, Állattartási technika, 1998)

2.3. A dara minőség ellenőrzése

A daraló ideális paramétereinek meghatározását és beállítását a dara minőségének ellenőrzésével lehet megerősíteni, vagy felhívni a figyelmet a rossz dara képzésre. Ha a daralándó anyag viszonylag homogén, a környezeti körülmények nem változnak és a gép kopás mentesen üzemel, akkor nincs szükség a folyamatos ellenőrzésre. Az előállítandó dara minőség béli tőrésétől függően kell meghatározni egy ellenőrzési rendszert és rendszerességet.

A minőség ellenőrzésben az egyik legfontosabb feladat a jó mintavétel. A mintavételezést úgy kell elvégezni, hogy az az egész halmazt jellemezze. Ezért az elején több mintavételezésből kell egy eloszlást meghatározni, hogy a későbbiekben lehessen tudni milyen időközönként és a folyamat mely részeinél kell elvégezni a mintavételezést.

A dara ellenőrzésre az egyik legelterjedtebb módszer a szita analízis. Szitálásnak a lényege az aprítási folyamat utáni, méret szerinti osztályozás. Az aprítási folyamat elején az 1. töretnél is jól látható, hogy a szemcsék méretei széles skálán oszlanak meg.

A szitaanalízishez több különböző lyukméretű szitát rögzítünk egymás után. A lyukméret a legnagyobbtól a legkisebbekig csökken. Ehhez kell egy előzetes mérés, hogy milyen lyukméretű szitákra lesz szükség az adott szemcseméret osztályozásához. A kiválasztott szitákat egymáshoz rögzítés után egy vibrációs szitarázóra helyezzük. Itt megint a különböző szitálandó anyaghoz beállítunk egy rezgési amplitúdót.

A mért értékek kiértékelése:

A különböző lyukméretű szitákon fentmaradt szemcséket patikamérlegen megmérjük. Így tudjuk megállapítani a szemcseméret megoszlását. Ezeket a mért értékeket a következő képen tudjuk ábrázolni:

- A szemcse eloszlásának görbéjével.
- A gyakoriságnak a görbéjével.
- Az áthullás és a maradvány görbéjével.
- Az átlagos szemcseméret meghatározásával.
- A medián szemcseméret meghatározásával.

Az így kapott értékekből tudjuk ellenőrizni a termék állandó minőségét és az őrlés gazdaságosságát. A darálásnál fontos szempont, hogy el tudjunk számolni a feldolgozott termény tömegével. Mérés után mindig kalkulálni kell az aprítás során elpárolgott vízzel is. Hogy az őrlés gazdaságosnak számítsen, megfelelőnek kell lennie a késztermék minőségének és a késztermék arányának.

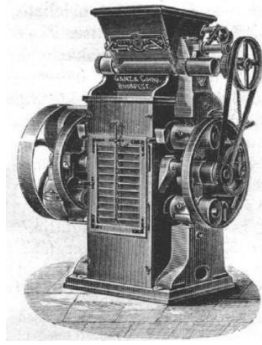
(Vizsgálólaboratórium, 2024)

2.4. Hengerszék

2.4.1. A hengerszék történelme

A hengerszék feltalálása nem, de sok fejlesztése magyar kötődésű. Ganz és Társa cég a Wegmann hengerszék szabadalmát 1874-ben vette meg. Ez a hengerszék még porcelán hengerekkel működött. Mechwart András gépészmérnök ezt fejlesztette tovább és tökéletesítette gabonák őrlésére, ezzel fellendítve a magyar malomipart. Az általa kifejlesztett hengerszéket, a Mechwart-féle hengerszéket 1878.08.12.-én szabadalmaztatta. Főbb újítása, hogy a porcelán hengerek helyett kéregöntésű, ferdén rovátkolt acél őrlőhengereket használt. A ferde rovátkák és a hengerek kerületi sebesség különbségének növelése segítette a darálást, azaz a búza aprítását.

Az általa létrehozott hengerszéket sorozatban gyártották, így elterjedt az egész világon és ezért nagyban segítették a magyar malomipar hírnevét.



3. ábra: Mechwart-féle hengersizék (www.arcanum.com)

2.4.2. Az élelmiszeriparban használt hengersizékek

A hengersizéket napjainkban a malomiparban használják leginkább. Egyéb területeken is előfordulnak, például a paprika őrlésénél és akár a maláta roppantásánál is. A technológia, hogy két henger egymással szemben forgással képes az aprítást elvégezni elég egyszerű, ezért sok területen előfordul. Legfőképpen akkor használják, ha szabványban előírt szemcseméretet kell elérni, de mivel az aprítás nem csak méretcsökkenéssel jár, hanem felület növekedéssel is, ezért szárítás és préselés előtt is használják. (www.mecheng.unideb.hu,2015)

Laboratóriumi malomokban is hengermalmokat használnak. Ezekkel a malmokkal a minták előkészítését végzik. Gabonafélékből és szilárd anyagokból különböző szemcseméretű laboratóriumi liszteket állítanak elő. Az egyik nagy cég, aki ilyen laboratóriumi berendezéseket fejleszt az Anton Paar. Ezek többlépcsős hengermalmok, amelyek precíz kialakításuk miatt minőségi minta készítésére alkalmasak. Ilyen laboratóriumi malom például a Brabender Sedimat.

(anton-paar.com, 2024)

2.4.3. A zabroppantó előnyei

Mivel zabroppantáshoz méretezem a gépet, ezért a hengersizéknek találtam a legideálisabbnak a műszaki adottságait.

A kiválasztásnál figyelembe vett paraméterek:

- Egységesnek tekinthető a szemcsemérete a daráléknak.
- A kalapácsos darálóhoz képest alacsonyabb a fajlagos energiaráfordítása, ami a villamos energiafogyasztásnál 40%-ot is jelenthet.

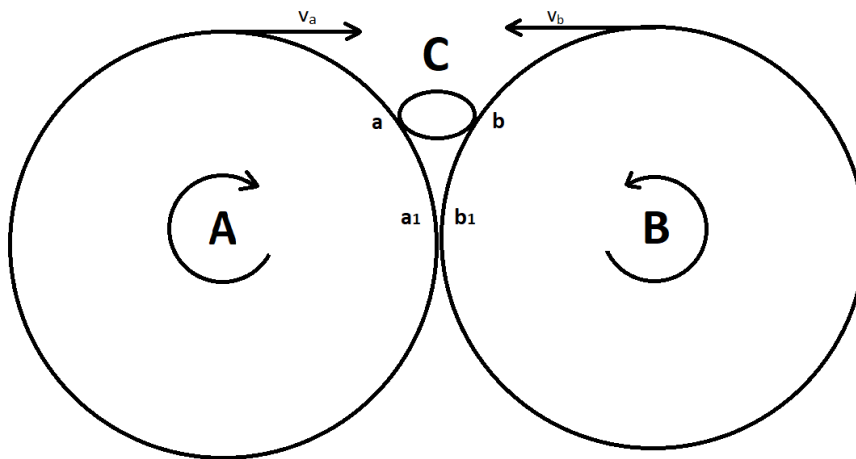
- A gép egyszerűsége miatt a karbantartás költsége minimális.
- Az edzett acélhengerek szívósságából adódóan élettartama hosszú.
- Megfelelő beállítások mellett a darálás melléktermékeként jelentkező por mennyisége elenyésző.
- A tengelytávolságok állíthatóságával, gyorsan és egyszerűen lehet állítani a darálék szemcseméretén.

2.4.4. Működésének ismertetése

Működésének elve, hogy két egymással szemben forgó henger közé szórjuk a terményt és az itt fellépő feszültség hatására a magok kisebb szemcseméretű darabjaira bontódnak.

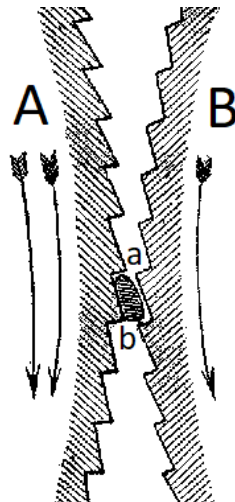
Ha a két hengernek a felülete sima, a két henger átmérője (4.ábra) $\varnothing A$, $\varnothing B$ egyenlő és v_a , v_b kerületi sebességük egyenlő, akkor az A hengeren a pontban a B hengeren b pontban jön létre a tapadás és a darálás alatt megtett út aa_1 , bb_1 is egyenlő lesz. Mivel a hengerek egyenlő mértékben nyomják össze a magot, ezért a magban létrejövő feszültséget tisztán nyomó-húzó igénybevétel hozza létre.

Ha a darálásunkat hatékonyabbá szeretnénk tenni akkor a magra ható nyomó-húzó igénybevételhez hozzáadjuk a nyíró igénybevételt. Ezt úgy tudjuk elérni, hogy az egyik henger kerületi sebességét megnöveljük. Jelen esetben (4.ábra) az A henger v_a kerületi sebességét növeljük meg. Így az aa_1 út nagyobb lesz, mint a lassabban forgó B hengeren a bb_1 . Ez hatás a magban nyíró igénybevételként fog jelentkezni. Minél nagyobb a kerületi sebesség különbsége, annál nagyobb a megtett út különbség, így a nyíró igénybevétel értéke is egyre nagyobb.



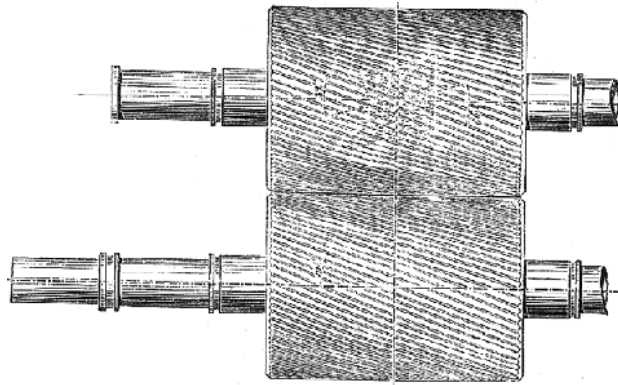
4. ábra: Hengerszék működési vázlat (www.arcanum.com)

Hogy a magot érő vágó és nyíró hatásokat tovább növeljük rovátkolt hengereket alkalmazunk. Ebben az esetben is eltérőnek kell lennie a kerületi sebességnek. Ahogy az 5. ábrán is látható az A henger kerületi sebessége nagyobb, mint a B hengeré. Így a B henger rovátkáján fennakadó magot az A henger rovátkája szétvágja. Ez a vágás akkor tud végbe menni, ha az A henger rovátkájának az éle ab úttal több utat tud megtenni azonos idő alatt, mint a B henger rovátkájának az éle. Ez azt jelenti, hogy az A hengernek a kerületi sebességének kétszer akkorának kell lennie, mint a B henger kerületi sebessége.



5. ábra: Rovátkolt felület (www.arcanum.com)

Az így létrejövő vágást, hogy nyírássá alakítsuk a rovátkákat a tengely irányhoz képest el kell ferdíteniük. Akkor megfelelőek a tengelyhez képest adott szögben eltoló ferde rovátkák, ha az érintkezés vonalán keresztezik egymást (6. ábra).



6. ábra: Rovátkolt hengerek érintkezési vonala (www.arcanum.com)

Ahogy az 5. ábrán lehetett látni a rovátkákat egymással szembe kell fordítani daráláskor. Ilyenkor tiszta nyírás éri a magot és előnyös a daraképzés, mert kevés por, liszt képződik.

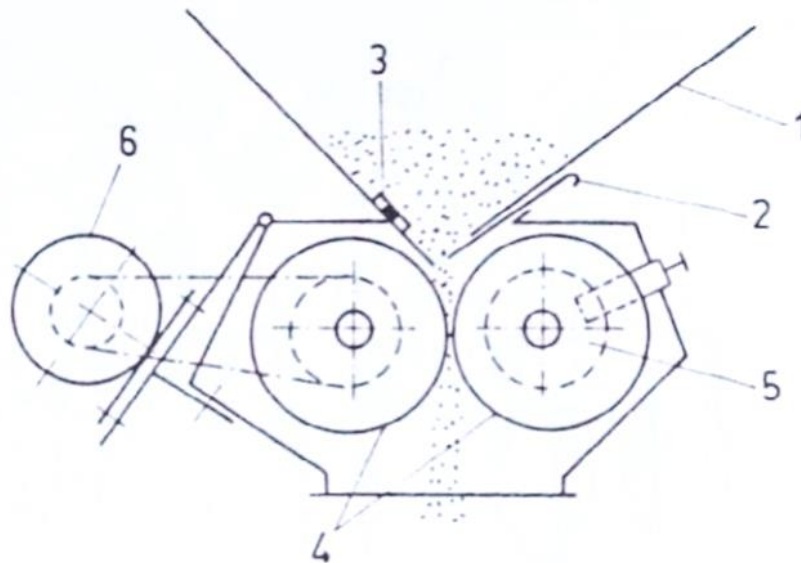
Ha azonban simára akarjuk őrölni a terményt akkor a rovátkákat háttal üzemeltetjük egymásnak. A nyírás helyett ilyenkor zúzás és morzsolás éri a magokat.

Mivel a dolgozatom témája a zabroppantó, ezért az én tervezésemnél a rovátkákat ellenéll fogom működtetni, mert a roppantott zabot lovak takarmányozására hasznosítanám. Ennél a módszernél kevesebb lesz a melléktermék a por, így gazdaságosabb lesz a darálás.

A malomiparban elterjetté váltak a több hengerpárból álló darológépek. Általában ezeket finomabb őrlésnél használják. Az első hengerpárt durvább rovátkolással készítik, így ez a hengerpár végzi az előőrlést. Az alatta elhelyezkedő hengerpár már finomabb rovátkolású, ezért ez a hengerpár végzi a kívánt szemcseméretre a készre őrlést. (Monda Sándor, 1990)

2.4.5. Gyakorlatban használt paraméterek

A gyakorlatban használnak sima és rovátkolt felületű hengereket is. A sima felületűeknél azonos a kerületi sebesség, a rovátkoltnál pedig eltérő. Hogy a rovátkák vágni tudják a szemeket ezért a kerületi sebesség különbség kétszeres vagy akár háromszoros is lehet.



7. ábra Hengeres daráló részei (Állattartási technika, 1998)

Részei a 7. ábra alapján:

1. Garat.
2. Tolózár.
3. Mágnes.
4. Hengerek.
5. Excenteres résszabályzó.
6. Villamosmotor szíjhajtással.

A ferde barázdák mélysége 0,1-0,25 mm, szélességük pedig 1-5mm terjedhet. A hengerek közötti távolság általában állítható a kívánt daramérethez. Sima hengereknél a távolságot 0,5-1,5 mm-ig, a rovátkoltnál 0,2-3 mm-ig szokták hagyni.

Kerületi sebességét a hengereknek 4-5 m/s körülire szokták tervezni. Hajtását villanymotorral és szíjhajtással célszerű megoldani.

Érdemes még a garat nyílására egy tolózarat elhelyezni, hogy lehessen szabályozni a termény adagolását. Ez azért hasznos, mert méréseket lehet végezni, hogy milyen rés nyitásnál dolgozik ideálisan a gép és állítja elő a kívánt szemcseméretet a legkevesebb melléktermékkel.

A garat nyílása elé még szoktak mágnest is helyezni a fém hulladék kiszűrésére. Figyelni kell a gép tervezésénél, hogy a takarmány gabonák tisztasága nem azonos az emberi fogyasztásra szánt gabonákéval, így gyakran tartalmaznak szennyeződések, amik keményebbek lehetnek a magnál, így kárt tudnak okozni a szerkezetben. Ennek elkerülése érdekében vagy a szennyeződések kiszűrésére egy tisztítási előmunkálatot szoktak beiktatni, de mivel ez gyakran költséges megoldás, ezért a gép tervezésénél beleszámítják már a keményebb szennyező anyagok bekerülését a gépbe. Mivel az általam tervezett gépnél is törekszem az egyszerűsége és sokféle takarmánnyal való kompatibilitásra, ezért én is úgy fogok tervezni, hogy a szennyeződés, ha bekerül a hengerek közé ne tegyen kárt a szerkezetben.

2.4.6. Hengeres daráló darateljesítménye

A darateljesítmény függ a két hengernek az átlagsebességétől, a hengereknek a működési hosszától, a darálórésnek a töltési fokától ($f = 0,1 - 0,3$), az anyagnak a sűrűségétől és a két hengernek a távolságától. Ezeknek a szorzataként lehet kiszámítani darateljesítményt (Q).

$$Q = b \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot f \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] \quad (1)$$

- b : A hengerek működési hossza [m].
- h : A hengerek átlagos távolsága [m].
- v : A hengerek kerületi sebességének átlaga [m/s].
- ρ : A szemestermény sűrűsége [kg/m^3].
- f : A darálórés töltési foka.

(Állattartási technika, 1998)

2.5. Forgalomban lévő hazai zabroppantók

2.5.1. Roppi

A Roppi roppantó gép a Robix Mikro Kft. gyártmánya. Többféle kivitelben lehet rendelni tőlük. Hengerátmérőben 120 mm – 280 mm-ig, hengerszélességben pedig 60 mm – 180 mm-ig lehet rendelni a roppantókat. A hengerek keményfémmel bevontak és hengerprofil kialakítás is segíti a nagy teljesítményt.



8. ábra Roppi roppantó hengerei (www.robix.hu)

Mivel ez nem kifejezetten zabroppantó, ezért a rovátka profilok (8. ábra) sem zabra lettek méretezve. Ez a gép egy univerzális roppantó, ami alkalmas maláta, kukorica, búza és zab zúzására.

2.5.2. TR5 terményroppantó

A Szevafém Kft. által gyártott TR5-típusú terményroppantó is egy univerzális roppantó. Többek között alkalmas búza, rozs, kukorica, árpa és zab roppantására is. Ez a gép is többféle kivitelben rendelhető, lehet három és egyfázisú kivitelben is. A hengereket egy 1,5 kW-os motorral ékszj és fogaskerék hajtás segítségével hajtják meg. A gép leírásában szerepel, hogy a gabonák őrlése helyett a roppantó a magvakat összenyomja. Ez a gép azért tud univerzális lenni, mert a hengerek kialakításai nem a zabszemre lettek méretezve, hanem mivel nyomó igénybevétel éri csak őket, ezért a tengelytáv állításával lehet terményméretre állítani gépeket.

2.6. Szakirodalmi feldolgozás következtetései

Szakirodalmi feldolgozásom előtt egy olyan zabroppantót szerettem volna tervezni, amely a ma forgalmazott zabroppantóknál olcsóbb. Piackutatásom és szakirodalmi áttekintésem közben láttam meg, hogy a rovátkolt hengereknek milyen kedvező hatásai vannak a darálás minőségére és ezeket nem nagyon használják ki a gyakorlatban.

A manapság gyártott zabroppantók, mint például a legnépszerűbb, a Szevafém Kft. által gyártott TR5-típusú terményroppantó a termény őrlése helyett összenyomják a magokat és ez által teszik jobban hasznosíthatóvá a takarmányt. A malomipari áttekintésem után úgy látom, hogyha több igénybevétellel végzünk munkát a terményen, akkor kisebb veszteségekkel, jobb hatásokkal tesszük jól hasznosíthatóvá a takarmányt. Ezért az általam tervezett zabroppantóban rovátkolt hengereket fogok alkalmazni.

A rovátkolt hengereket zabszemre fogom méretezni, így más termény darálására nem biztos, hogy alkalmas lesz. A rovátkolt hengerek nagyban fogják drágítani, így az a célom, hogy olcsóbb legyen a ma forgalomban lévőknél nem biztos, hogy meg tud valósulni. Ettől függetlenül úgy gondolom érdemes a zab roppantására egy ilyen gép megtervezése, mert hatásfokával és a dara minőségével egyensúlyozza a drágább kivitelezését.

3. Zabroppantó tervezése

3.1. Az őrlés technológiája

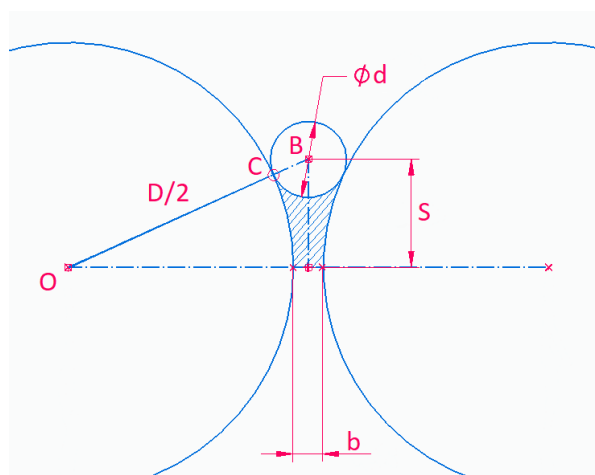
A malomiparban aprításra használt szerkezet a hengersizék. Az aprítást egymással szemben forgó hengerpárok végzik. Ezeknek a hengerpároknak a felülete lehet rovátkolt vagy sima. Az őrlés a hengertényezőktől függ. A hengertényezők az átmérő, a hengerek sebességviszonyai és az őrlőrés. A törető hengereknél az aprító munkát a rovátkatényezők befolyásolják. A rovátkatényezők a rovátka alakja, a rovátka sűrűsége, a rovátka elhajlása és a rovátka párosítása.

3.2. A hengertényezők meghatározása

3.2.1. Hengerátmérő és az őrlési munka kapcsolata

Egy azonos szemcseméretet, ha egy nagyobb és egy kisebb átmérőjű hengerpár között őrlünk, akkor a nagyobb átmérőjű hengerek között hosszabb utat tesz meg az aprítás alatt. Ennek a hosszak a neve az őrlési út. Az út kezdetét onnantól számítjuk amikortól a két henger közé beékelődött a szemcse és egészen addig tart amíg az őrlés végbemegy.

Az őrlőrés általában állítható távolságú és a két hengernek a tengelyközéppontját összekötő egyenesen helyezkedik el. A szemcse a hengerek közötti beékelődésének pontjától az őrlés végbemeneteléig az őrlési zónában van.



9. ábra őrlési úthossz meghatározása szerkesztéssel (Gabonaipari Technológiák 1990)

Ahogy a 9. ábra is mutatja az őrlési út hosszát meg lehet határozni szerkesztéssel, de számítással is, ha ismert a 'd' őrlendő szemcse átmérő, az őrlő hengerpár 'D' átmérője és a 'b' beállított őrlőrés.

Az OAB háromszög:

$$s^2 = \overline{AB^2} = \overline{OB^2} - \overline{OA^2} \quad (2)$$

Behelyettesítéssel:

$$s = \sqrt{\frac{D}{2} \cdot (d - b) + \frac{d^2 - b^2}{4}} \quad (3)$$

A gyökjel alatt a második tag kis értéke miatt elhagyható a képletből, így a következő képlet írható fel az őrlési út kiszámítására:

$$s = \sqrt{\frac{D}{2} \cdot (d - b)} = \sqrt{R \cdot (d - b)} \quad (4)$$

A hengerátmérőt a kívánt szemcsemérethez választják ki. A nagyobb átmérőjű hengerpárokat akkor szokták alkalmazni, ha az őrlés célja a finomabb szemcseméret elérése. Ehhez 300 mm átmérőt használnak általában. Ha az aprítás célja a dara előállítása, akkor kisebb hengerpár átmérőket lehet alkalmazni. Ilyenkor a liszt képződése kisebb. Ilyen hengerpárokat használnak például a durumbúza őrlésénél is. Az ilyen őrlési módoknál 220 mm átmérőjű hengerpárokat szokás alkalmazni. Mivel a zab őrlésénél is ezt az őrlési módot kell használni így a 220 mm hengerátmérőt választom ki. A zab átmérője 2-3 mm között mozog átlagban így én 2 mm-el fogok számolni, hogy a legrövidebb őrlési hosszon is végbe menjen a darálás.

A választott 'D' átmérő 220 mm, a zab 'd' átmérője 2 mm és 1 mm-es 'b' réstávolság beállítása mellett már ki is lehet számolni az őrlési hosszt.

$$s = \sqrt{\frac{D}{2} \cdot (d - b)} = \sqrt{\frac{220}{2} \cdot (2 - 1)} = 10,5 \text{ mm} \quad (5)$$

A malomiparban általában egy köztes hengerpár átmérőt szoktak használni, ami 250 mm. Úgy gondolom csak drágítaná a zabroppantót és még az őrlésnél is növelné a liszt képződést, így maradok a 220 mm hengerpár átmérőnél.

3.2.2. Hengerpárok sebesség viszonyainak meghatározása

A hajtott henger, a gyorshenger sebességét és a sebességviszonyokat a hengerek közötti áttétel határozza meg. Azért szokás malomiparban a hengerszékeknél egy eltérő henger sebességet létrehozni, mert ilyenkor több hatású feszültség ébred az őrlendő szemben. A dara szemcseméretének egyik fő befolyásoló tényezője az áttételi viszony. Minden szemcseméret képzéshez kialakult egy áttételi viszony a gyakorlatban, amik később elméletben is bizonyítva lettek. A durvább dara képzéshez a legkisebb arányú, 1:1,15 áttétel lett meghatározva.

Az aprító teljesítmény nagy mértékben függ a hengersebességtől, aminek a növelésével növelni lehet a teljesítményt. A henger sebességénél a gyors henger sebességét értjük. Magyarországon a következő értékeket használjuk:

- Rovátkolt hengereknél: 3,5 – 5,0 m/s.
- Sima hengereknél: 2,2 – 4,2 m/s.

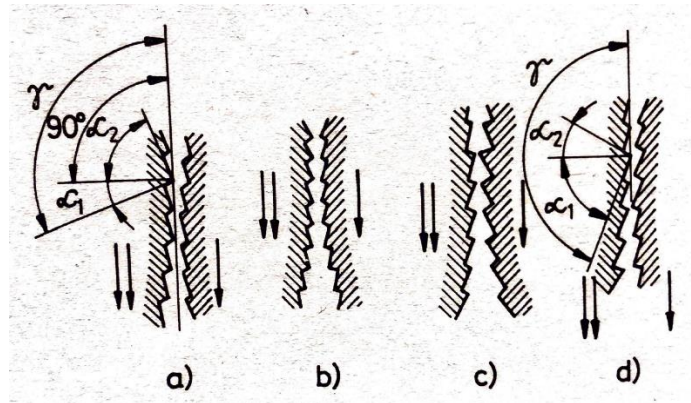
A zabropantót kisebb lovardákra méretezem, így nincs szükség nagy térfogatáramra. A henger felület kialakításánál a rovátkoltat választom, hogy minél összetettebb feszültség érje a szemet. Így a választott gyors henger sebessége 4 m/s.

A gyors henger sebességén kívül az anyag hengerek közötti haladási sebessége befolyásolja az aprítás mértékét. Az anyag, esetünkben a zabszem haladási sebessége a gyors és a lassú henger átlagának tekinthető.

$$v_l = \frac{v_g}{i} = \frac{4}{1,15} = 3,5 \text{ m/s} \quad (6)$$

$$v_a = \frac{v_g + v_l}{2} = \frac{4 + 3,5}{2} = 3,75 \text{ m/s} \quad (7)$$

v_l = lassú henger sebessége, v_g = gyors henger sebessége, i = áttételi viszony, v_a = anyag sebessége



10. ábra Rovátka párosítások (Monda Sándor, 1990)

Ha a megmunkálás irányából közelítjük meg az aprítást akkor a megmunkáló szerszámnak a gyorshengert, befogó szerszámnak pedig a lassú hengert tekintjük rovátkolt felületű hengerek esetében. A két henger rovátkáinak párosításánál 4 féle variációt lehet megvalósítani, ahogyan a 10. ábra mutatja.

Ezek lehetnek:

a, él-él; b, él-hát; c, hát-él; d, hát-hát

Kupric mérései alapján az él-hát párosítás alatt a leggyorsabb az anyag sebessége. Ez elméletben azzal bizonyítható, hogy ennél a párosításnál a gyors henger és az anyag között lesz a legnagyobb a súrlódás. Az él-él párosításnál kisebb a súrlódás ezért lassabb a szemcse sebessége. Az él-él párosítást a malomipari folyamatok elejére szokták rakni (többlépcsős hengerszékek), mert ilyenkor a dara előállítása a cél, hogy ezzel könnyítsék a következő hengerpár aprító munkáját. Ha él-él párosítást használunk, akkor a metszőszög $\varphi_é$ ($90^\circ + \alpha_1$) $115 - 135^\circ$ közötti értéket vesz fel. Esetünkben $\alpha_1 = 25^\circ$ -nál (későbbiekben a rovátka tényezők meghatározásánál) a $\varphi_é = 115^\circ$. Ennél a metszőszög értéknél a rovátkák a szemcséket vágják és tördelik ezzel méretre szabva azt. A hát – hát párosításnál a metszőszög $145 - 170^\circ$ -ig terjedő skálán vesz fel értéket. Ennél a folyamatnál a rendszer finomabb darák képződését eredményezi.

A zab roppantásánál a liszt képződést, mivel az mellékterméknek számít és a lovak takarmányozásánál az általa keletkezett por hatása káros, ezért képződését minél jobban minimalizálni kell. Ezért a zabroppantónál az él-él rovátka párosítást alkalmazom.

3.2.3. Az őrlőrés hatása

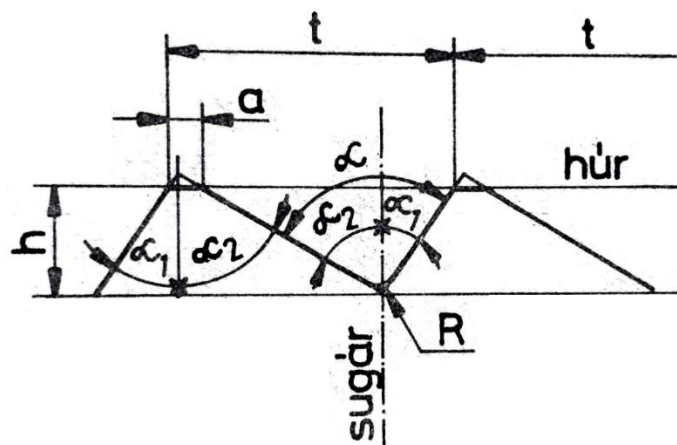
Az őrlőrés változásával tudjuk csak szabályozni az őrlés mértékét. Ennek kifejezésére használjuk az őrlési fokot, amely az őrlőréssel fordítottan arányos. A daráló többi paramétereit, amelyek az őrlést nagyban befolyásolnák, azokat bontás nélkül nem lehet módosítani. A zabroppantónál a darált anyag a zab. Ennek méretei és minősége nem változik annyira, hogy az őrlőrés szabályozásán kívül szükség lenne más paraméter változtatásra.

A darálásnál figyelni kell arra, hogyha a darálandó anyagnál keményebb melléktermék keveredik a hengerek közé azok ezt kezelni tudják a tönkremenetel elkerülésével. Mivel az anyag, esetünkben a zab a két henger közé kerülése után nyomást gyakorol a két hengerre, ezért ennél nagyobb nyomásnál kell a két hengernek eltávolodnia egymástól. Ezt úgy lehet kivitelezni, hogy az őrlőrés beállítását rugós előfeszítéssel oldjuk meg.

Az őrleményt darálás után szita analízissel lehet kiértékelni. A rovátkolt hengereknél ehhez különösebb előkészület nem szükséges, mert a dara könnyedén át tud hullani a kontroll szitán. Ha a dara szemcsemérete nem megfelelő, akkor az őrlőrésen lehet állítani.

3.2.4. Rovátka tényezők meghatározása

A hengerek felületén kialakított rovátkák alakja, sűrűsége és elhajlása aprítási folyamatunként eltérő.



11. ábra Rovátka jellemzői (Monda Sándor, 1990)

A rovátka alakjának meghatározó elemei a hát és élszög és az egymással bezárt szögek, amit a 11. ábra jól bemutat. Az él és a hát által bezárt szöveget α -val, az élszöveget α_1 -el és a hátszöveget pedig α_2 -vel jelölik. A rovátka körvonalai egy háromszöget rajzolnak ki, amelynek a

hosszabbik oldala a hát és a rövidebbik pedig az él. A rovátka orr a hátnak és az élnek a találkozási pontja és 'a'-val jelöljük. A hengerből a rovátkát úgy marják ki, hogy a palástból hagynak egy kis sávot a rovátka orrnak és így tartósabb éle lesz. A betapadás elkerülése miatt a barázdák alját 'R' rádiusszal marják ki. A rovátkák osztását 't'-vel a mélységüket pedig 'h'-val jelöljük.

A rovátka mélységét a darálendő szemcse nagyságához kell alakítani. Ezt szerkesztéssel és számítással is meg lehet határozni.

$$h = \frac{t - a}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} \quad (8)$$

A gyakorlatban használt él hát szögek közül kiválasztottam a zab őrléséhez az ideális rovátkaszögeket $\rightarrow \alpha_1 = 25^\circ, \alpha_2 = 55^\circ$. A rovátka sűrűséget is használt értékekből, 4 db/cm-re, a rovátka orrot pedig 1 mm-re határoztam meg. Így az előbbi képletből a következő értékeket számoltam ki a rovátka mélységre:

$$t = \frac{1}{4} = 2,5 \text{ mm} \quad (9)$$

$$h = \frac{t - a}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} = \frac{2,5 - 1}{\operatorname{tg}25^\circ + \operatorname{tg}55^\circ} = 0,8 \text{ mm} \quad (10)$$

3.2.5. Rovátkák elhajlása

A rovátkák elhajlására azért van szükség, hogy biztosítsák a hengerpárok nyugodtabb járását. Az elhajlás nélküli rovátkáknál a hengerek zajosabbak és a darálás energiafogyasztását is növelik. Két egymással szemben dolgozó hengernél az elhajlás azonos és az őrlési zónában ollószerű kereszteződéssel találkoznak.

A rovátkák elhajlásának egy másik célja a szemcsék tengelyirányú elmozdulása. Ez által befolyásolják a darálás intenzitását. A nagyobb elhajlású rovátkáknál a kereszteződési pontok közelebb, a kisebb elhajlásnál pedig távolabb helyezkednek el egymástól, így a nagy elhajlású nagyobb, a kisebb elhajlású kisebb tengelyirányú szemcsemozgást eredményez. A zabroppantónál nincs szükség nagy intenzitású aprításra, így elegendő a kisebb elhajlás, ami

kíméletesebb aprítást eredményez és ez által kevesebb liszt képződéssel jár. A gyakorlatban az első törettől az ötödik töretig 3 - 3 % -tól 12 - 12 % -ig alkalmazzák a rovátka elhajlást. A zabroppantónál elegendő a 3 - 3 % rovátka elhajlás alkalmazása az eddig taglalt intenzitás miatt.

3.2.6. Henger hosszának meghatározása

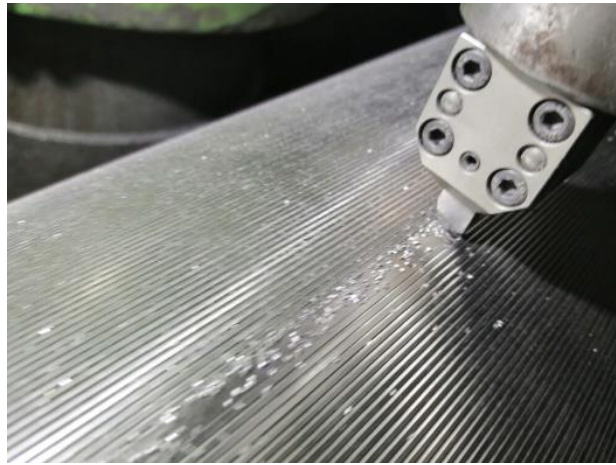
A henger hosszának meghatározásához a gyakorlatban használt 140 mm szélességet választottam. Mivel nincs szükség nagy darateljesítményre és számít a gép méretének minimalizálása, ezért a 140 mm hengerszélesség megfelelő lesz a zabroppantónak.

3.2.7. Meghatározott hengertényezők összegzése

- Átmérő: $D = 220$ mm
- Szélessége: $l = 140$ mm
- Áttételi viszony: 1:1,15
- Gyors henger kerületi sebessége: $v_g = 4$ m/s
- Lassú henger kerületi sebessége: $v_l = 3,5$ m/s
- Anyag áthaladási sebessége: 3,75 m/s
- Választott rovátka párosítás: él – él
- Rovátka élszöge: $\alpha_1 = 25^\circ$
- Rovátka hátszöge: $\alpha_2 = 55^\circ$
- Rovátka sűrűsége: 4 db/cm
- Rovátka osztás: $t = 2,5$ mm
- Rovátka mélysége: $h = 0,8$ mm
- Rovátka orr: $a = 1$ mm
- Rovátkák elhajlása: 3 - 3 %

A hengerek gyártására legjobban Magyarországon a Zöldacél Kft. szakosodott. Malomipari hengerek gyártását és javítását is vállalják. A rovátkolt hengerek kialakításához 50 - 55 HRC

keménységű hengereket munkálnak meg. A henger szélessége nem szabványos így az drágítja a gyártását.



12. ábra Rovátkák kialakítása (Zöldacél, www.rovatkolas.hu)

3.3. Henger hajtásának tervezése

A hengerek tengelyeit csapágyakban kell elhelyezni úgy, hogy a távolságuk állítható legyen és rugós előfeszítéssel legyen rögzítve. A tengelyek szíjhajtással lesznek meghajtva így a hajtott henger (a gyors henger) végére ékszíjtárcsa kerül. A hajtott henger a másik hengert fogaskerékkel hajtja meg, itt is figyelembe kell venni az állítható tengelytávolságot. Végül a hengert a szíjon keresztül egy elektromos motor fogja meghajtani, amit a kívánt teljesítményre kell méretezni.

3.3.1. Motor kiválasztása

220 hengerátmérőjű daráló gépeknél 5,5 kW -os három fázisú motort használnak. Az egyszerű használat miatt egy fázisú motort szerettem volna alkalmazni, de annak a teljesítménye kevés egy ekkora henger biztonságos meghajtására.

A választott motor márkája: Morgensen

Típus: 132S4

Beépítési pozíció: talpas

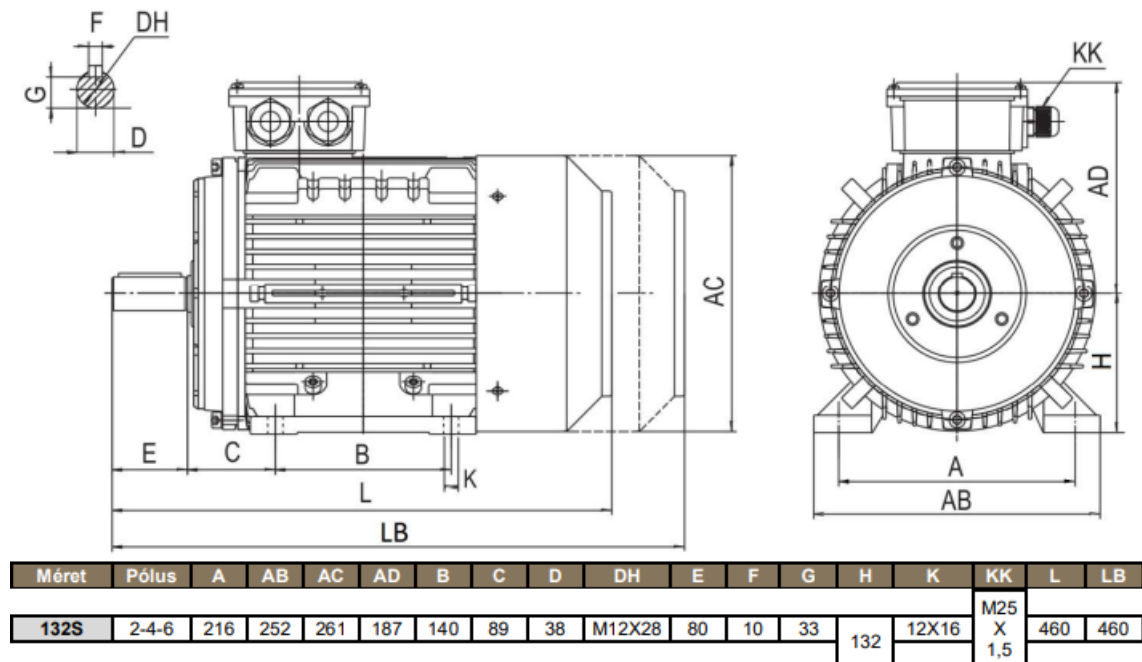
Teljesítmény: $P = 5,5 \text{ kW}$

Áramfelvétel maximális terhelés mellett: $n = 1460 \text{ 1/perc}$

Leadott nyomaték: $M = 36 \text{ Nm}$

Hatásfok: $\eta = 90\%$

Motor tömege: $m = 54,5\text{ kg}$



13. ábra Villanymotor méretei

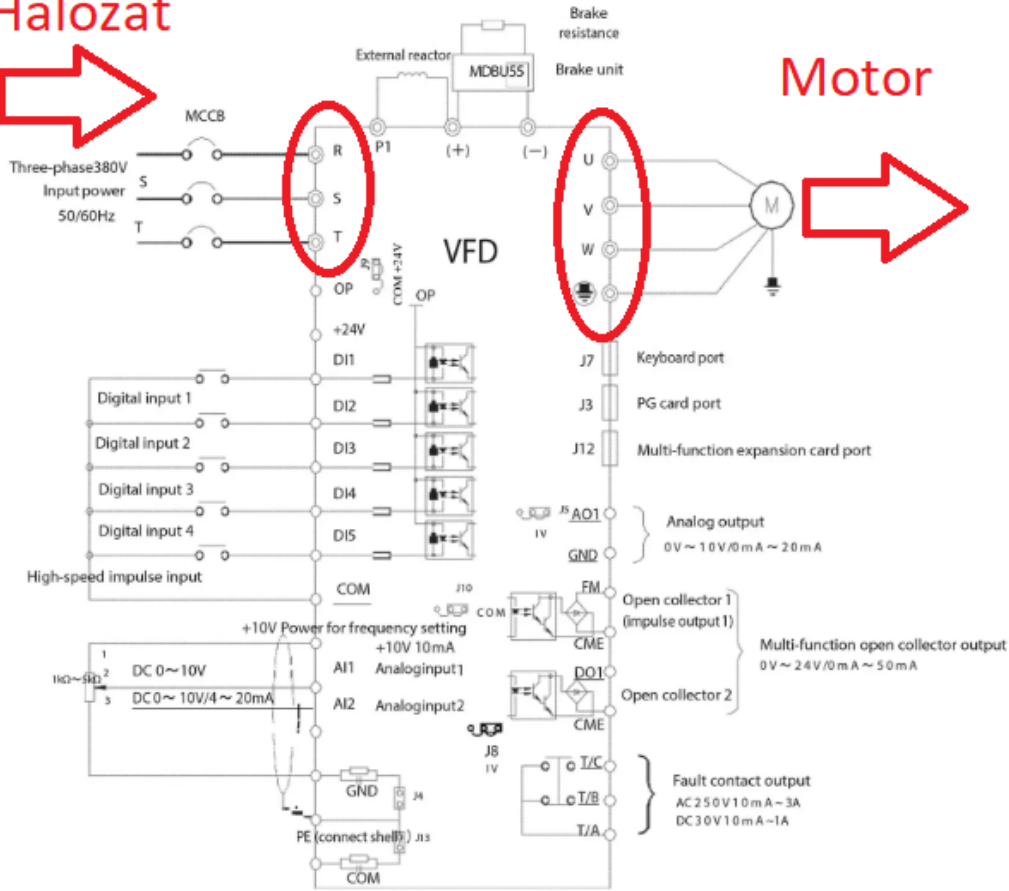
A motor fordulatszámának szabályzására frekvenciaváltót alkalmazok. Ezzel a frekvenciaváltóval lehet a fordulatszámot is és a forgásirányt is szabályozni. Ha a két henger azonos sebességgel forogna lehetne váltani az él – hát hengerpárosítást hát – él -re, de mivel a gyors és lassú henger sebességét a fogaskerék hajtás határozza meg, így ezt bontás nélkül nem lehet megvalósítani.

A frekvenciaváltót tehát csak fordulatszám szabályzásra fogjuk használni a zabroppantón.

A választott frekvenciaváltó:

- EX10061531
- Modell: MSW-FI-5500,
- Maximális teljesítmény: 5,5 kW,
- Vektorvezérlés és V/F vezérlés,
- LED kijelző az egyszerű beállításhoz,
- Védelem a túláram, a túlterhelés és a rövidzárlat ellen.

Hálózat



Motor



14. ábra Frekvenciaváltó bekötése (Expondo.hu)

Bekötése is egyszerű és nem igényel további kiegészítő alkatrészeket. A frekvenciaváltót csatlakoztatjuk a hálózati 3 fázisra, ami 380 V feszültségen és 50 Hz frekvencián üzemelteti. Ha simán a hálózatra csatlakoztatnánk a három fázisú motort, akkor az 50 Hz frekvencián állandó fordulatszámon üzemelne. Mivel állítani szeretném a motor fordulatszámát, ezért a frekvenciaváltóról kapja meg a szabályozott három fázist.

A fázisok sorrendjét a hálózati bekötésnél R, S, T -vel jelölik (14. ábra), a motor bekötésénél pedig U, V, W -vel. A helyes sorrendre figyelni kell.

3.3.2. Szív és szíjtárcsa kiválasztása

A zabropantó használata napi maximum 1 - 2 óra, az indítások száma egy óra alatt nem haladja meg a 10 -et és mérsékelt terhelést kap, ezért az üzemi tényezőt 1 -nek határozom meg. Ha az üzemi tényező 1, akkor a számított teljesítmény megegyezik a motor teljesítményével.

A szíjat tehát $P_B = 5,5 \text{ kW}$ és $n_1 = 1460 \text{ min}^{-1}$ -re tervezve, a választott ékszíz az SPZ.

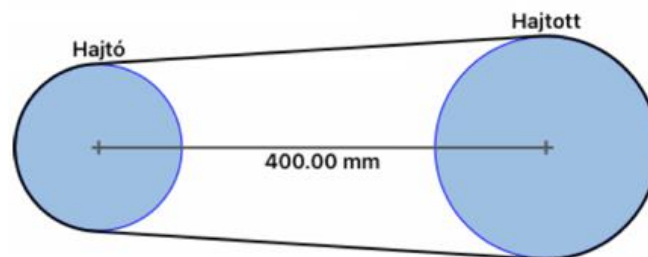
A hajtott henger fordulatszáma:

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v_k} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,11}{4} = 0,1728 \text{ s} \quad (11)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1728} = 5,78 \frac{1}{\text{s}} = 347,25 \text{ 1/min} \quad (12)$$

A hajtott henger fordulatszáma a számolás szempontjából arányaiban fontos mert a frekvenciaváltóval lehet majd az ideális fordulatszámot és sebességet elérni. A könnyebb beszerzés és az olcsóbb kivitelezés érdekében az SKF szíjhajtás kalkulátorával számoltam ki az értékeket. Így a kapott szíjtárcsák és szíjhosszúságok szabványosak.

A választott tengelytávolság 400 mm hogy a motort tartó vázszerkezetet könnyebb legyen kialakítani.



15. ábra Hajtás rajza

1. táblázat (SKF kalkulátor)

PHG SPZ1351	
Ékszíz megjelölése	SPZ1351
Szíjak száma	3
Névleges teljesítménye	17,27 kW
Tényleges üzemi tényező	2,49
w = Szélesség (mm)	9,7

h = magasság (mm)	8
-------------------	---

Tárcsák:

Hajtó szíjtárcsa PHP 4SPZ150TB

Névleges átmérő	150
Külső átmérő (mm)	154
Szíjtárcsa típus	2
Hüvely száma	2517
Min furat (mm)	16
Max furat (mm)	60
F	52
E	-
G	122
K	-
L	45
M	7
H	-
Súly (lbs.)	3.8

Hajtott szíjtárcsa PHP 4SPZ200TB

Névleges átmérő	200
Külső átmérő (mm)	204
Szíjtárcsa típus	7
Hüvely száma	2517
Min furat (mm)	16
Max furat (mm)	60
F	52
E	-
G	172
K	3.5
L	45
M	3.5
H	120
Súly (lbs.)	5.4

16. ábra Tárcsák paramétereit

A hajtó tengely fordulata 1080 1/min -lett. Ez sok ahhoz, hogy az ideális darálás meglegyen. Ezért az elektromos motornak a későbbiekben méretezni kell a fordulatszám szabályozásához a frekvenciaváltót.

Agyterhelések:

- Statikus tengelyterhelése új szíjnál: 2816,26 N
- Statikus tengelyterhelése használt szíjnál: 1877,51 N
- Dinamikus tengelyterhelése új szíjnál: 2731,52 N
- Dinamikus tengelyterhelése használt szíjnál: 1792,77 N

Feszítés:

- A szíjfeszességének értéke új szíjnál: 352,03 N
- A szíjfeszességének értéke használt szíjnál: 234,69 N

A szíj feszítését úgy fogom megoldani, hogy a gyors henger alatt fog elhelyezkedni 400 mm-re a motor tengelye. A motor felfüggesztése állítható lesz, így alapból a súlya adni fog feszítést, de ezt még egy menetesszárral növelni lehet a kívánt előfeszítésig.

Az SKF- től beszerezhető Szíjfrekvencia-mérővel és Szíjfeszesség ellenőrző ceruzával lehet az üzemi hibákat mérni.

Szíjfeszesség mérő ceruza értékek:

- Új szíjnál: 23,83 N
- Használt szíjnál: 16,08 N

Szíjfrekvencia-mérőhöz a rezgésfrekvencia adatai:

- Új szíjnál: 83,46 Hz
- Használt szíjnál: 68,14 Hz

Választott tengely átmérők:

- A kis tárcsának a motor tengelyére kell illeszkednie, így ott a tárcsa furatnak a 38 mm átmérőjű tengelyre kell illeszkednie
- A nagy tárcsa tengelye a gyors hengerre fog illeszkedni, ami a 220 mm átmérőből lesz kialakítva. A minimum furat 16 mm a maximum furat pedig 60 mm. A hengervégéből kialakított tengely átmérőt 40 mm re határozom meg. Így a nagy tárcsa furatának erre a 40 mm átmérőjű tengelyre kell illeszkednie.

3.3.3. Csapágyak kiválasztása

A csapágyak kiválasztását is az SKF kalkulátorával határoztam meg. Szempontok voltak, hogy a 40 mm tengelyre illeszkedjenek és talpas kivitelben lehessen kapni a könnyebb beszerelés érdekében. A nagy porszennyezettség miatt zártnak kell lennie és könnyen elérhető zsírzó szemmel kell rendelkeznie.

A választott csapágy:

- Márka: SKF,
- Típus: SKFJ 40 TF,
- Anyaga a csapágyháznak: öntött vas,
- Anyaga a csapágyanak: Csapágyacél,
- Álló csapágyház (talpas, menetes rögzítőcsavarok).

Műszaki paraméterek:

2. táblázat (SKF katalógus)

Tengely átmérő:	40 mm
Középponti magasság:	49,2 mm
Dinamikus alapterhelés:	30,7 kN
Statikus alapterhelés:	19 kN
Határfordulatszám:	4800 1/min
Tömítés típus:	Súrlódó, standard
Kenő anyag:	Kenőzsír
Tömege:	1,64 kg

3.3.4. Fogaskerék tervezése

Az áttételi viszony a gyors és a lassú henger között 1:1,15. A gyors hengerre kiválasztok egy szabványos fogaskereket és a lassú henger hajtásához meg kiszámolom milyen fogaskereket kell gyártani. A tengely átmérő ismert, a kötés pedig retesz kötés lesz a könnyen szerelhetőség érdekében. A gyakorlatban a fogaskerék anyagának műanyagot használnak a zajszint csökkentésére, ezért én is műanyag fogaskereket tervezek. Az állítható tengelytávolság maximum 2 mm lehet, emiatt nagy modulszámú, nagy méretű fogakra lesz szükség.



17. ábra Robix termény roppantó (www.robix.hu, 2024)

A műanyag fogaskerek használatát, a Robix Mikro Kft. terményroppantójától vettem át. Leírják, hogy a használata célszerű a roppantó gépeknél. A 17. ábra mutatja egy Roppi maláta és termény roppantó hajtásánál a műanyag fogaskerék használatát.

A fogaskerék tervezésnek a tengelytávolságból kell kiindulnia. Ez azt jelenti, hogy 220 mm a minimális és 223 mm a maximális tengelytávolság.

3. táblázat: A fogaskerek számított értékeik

	Hajtó fogaskerék	Hajtott fogaskerék
m	9	9
d	198 mm	243 mm
d _b	186,06 mm	228,34 mm
d _a	215,86 mm	260,13 mm

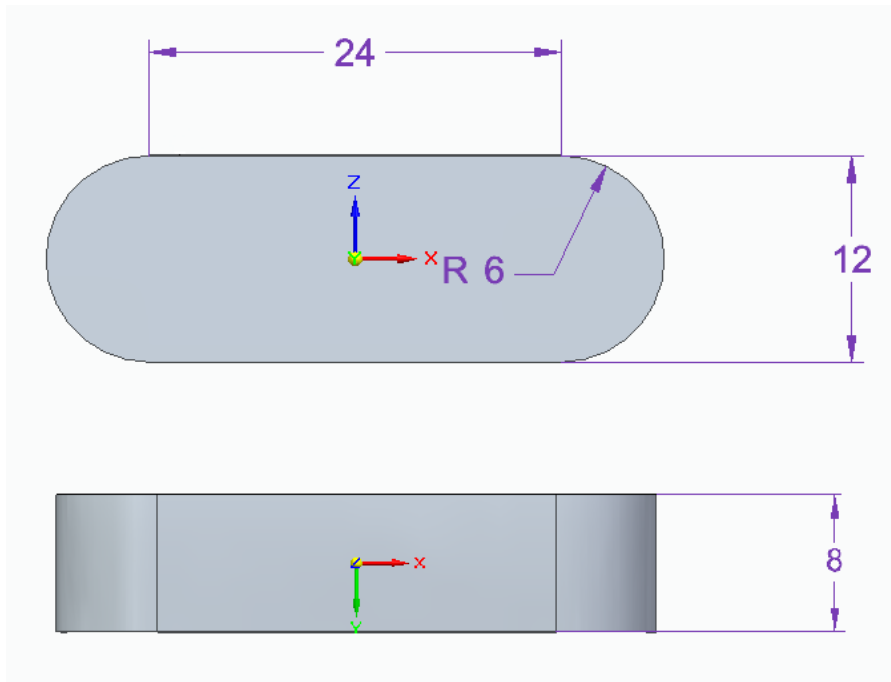
m: modul, d: osztókör, d_a: fejkör, d_b: alapkör

A fogaskerek értékeit a Solidedge programon belül, a fogaskerék hajtások tervezőjével számítottam ki. Ez azért is hasznos, mert az egyedi mérettel gyártott fogaskerekhez pontos műszaki rajzra van szükség, amit a program pontosan ki tud rajzolni.

3.3.5. Reteszkötés méretezése

A két műanyag fogaskerék és a gyors hengert meghajtó szíjtárcsa azonos, 38 mm átmérőjű tengelyre illeszkedik. A 40 mm-es tengelyből 1 mm-es vállat (átmérőben 2mm) alakított ki,

hogy a fogaskerék azon támaszkodjon. A kötést alakzáró kötéssel, retesszel oldom meg. Szabványos retesz méreteket használok ezzel tovább egyszerűsítve a szerkezetet.



18. ábra Retesz méretek (Solidedge)

Választott retesz adatai:

- Anyaga: C45,
- Nyírófeszültsége: $\tau_{meg} = 80 \text{ MPa}$,
- Nyomófeszültsége: $P_{meg} = 75 \text{ MPa}$,
- Retesz mérete: $b \times h = 12 \times 8 \text{ mm}$,
- Tengelyátmérő: $d_t = 38 \text{ mm}$,
- Tárcsa horonymélysége: $t_2 = 3,3 \text{ mm}$.

(Dr. Szendrő Péter, 1978)

A választott szabványos reteszhossz: $l = 36 \text{ mm}$

Ellenőrzés nyírásra:

$$\omega = \frac{v_k}{r} = \frac{4}{0,11} = 36,36 \text{ 1/s} \quad (22)$$

$$T = \frac{P_v}{\omega} = \frac{4950}{36,36} = 136,14 \text{ Nm} \quad (23)$$

$$\tau_{ébr} = \frac{2 \cdot T}{d_t \cdot b \cdot l} = \frac{2 \cdot 136,14}{40 \cdot 12 \cdot 40} = 14,18 \text{ MPa} \quad (24)$$

$\tau_{ébr} < \tau_{meg} \rightarrow$ Nyírásra megfelel a retesz.

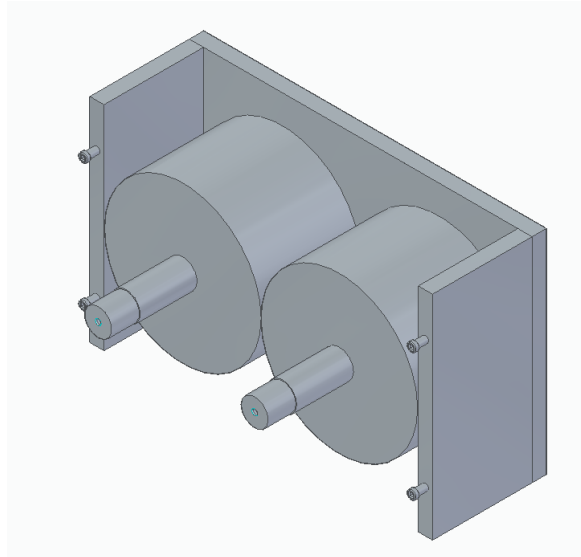
A motor tengelyére illeszkedő tárcsa reteszkötése:

- Anyaga: C45,
- Nyírófeszültsége: $\tau_{meg} = 80 \text{ MPa}$,
- Nyomófeszültsége: $P_{meg} = 75 \text{ MPa}$,
- Retesz mérete: $b \times h = 10 \times 8 \text{ mm}$,
- Tengelyátmérő: $d_t = 38 \text{ mm}$,
- Tárcsa horonymélysége: $t_2 = 3,3 \text{ mm}$.

4. Daráló szerkezet tervezése CAD szoftverrel

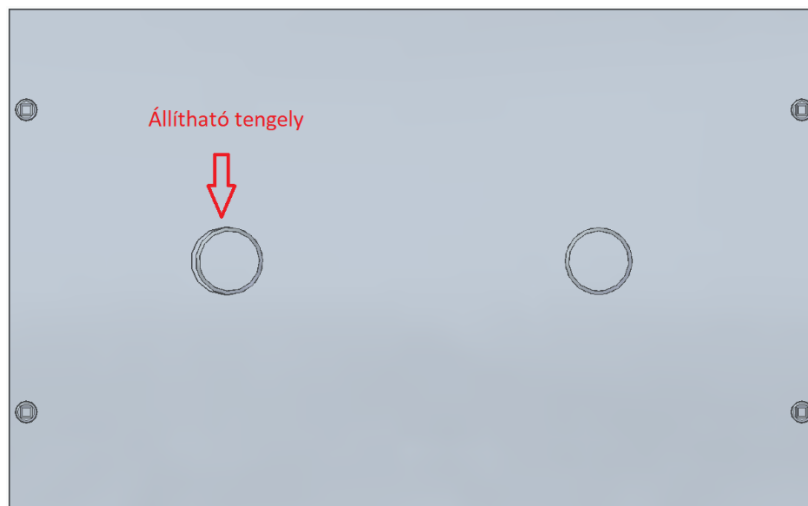
A két hengert megterveztem, de a rovátka profilokat nem a hengerek felületére. A Solidedge program nem tudta szépen kirajzolni ilyen kis méretben az arányaiban sokkal nagyobb hengerek felületére, ezért ezek legyártását a számításokból kijött eredmények alapján kell a gyártó céggel megterveztetni.

A két hengert 20 mm vastag keretbe helyeztem el, amik M8-as csavarokkal lettek össze fogatva.



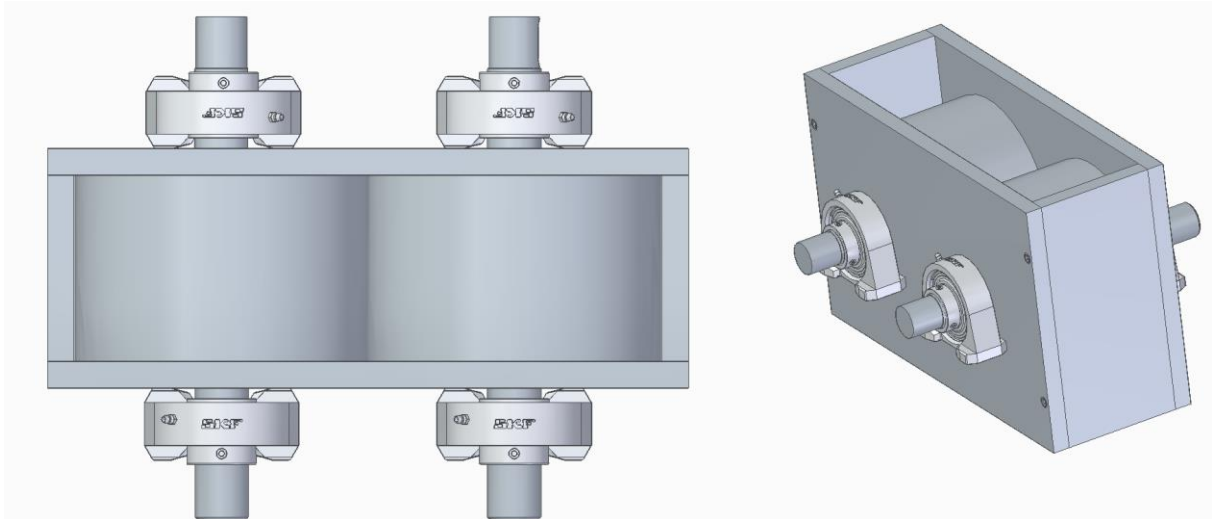
19. ábra CAD modell Keret és a hengerek

A kereten a lassú henger furata úgy lett kialakítva, hogy a 3 mm-es tengelytávolság állítást el lehessen végezni.



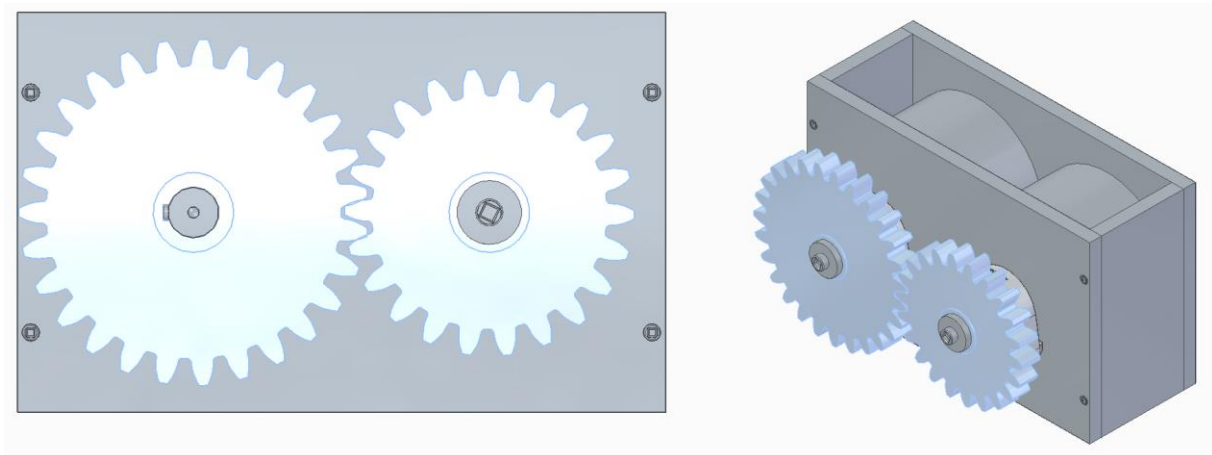
20. ábra CAD modell Állítható tengely

A hengerek végére az SKFJ 40 TF talpas csapágy került, ami M6-os csavarral rögzíti a hengereket.



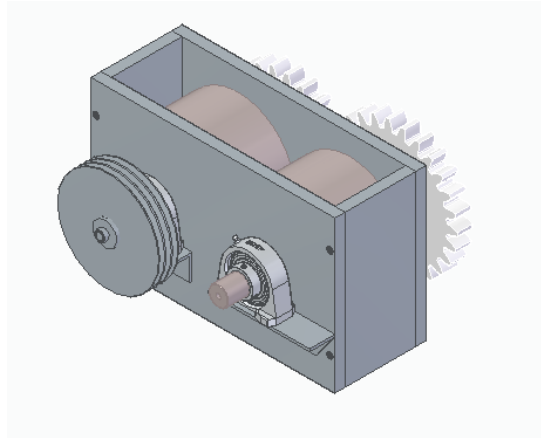
21. ábra CAD modell Csapágyak felhelyezése

A hengerek egyik végére került a fogaskerék hajtás. A fogaskerekeket a tengelyhez retesz kötéssel kapcsoltam és a támasztó alátétet egy M10-es csavarral a tengelyhez rögzítettem.



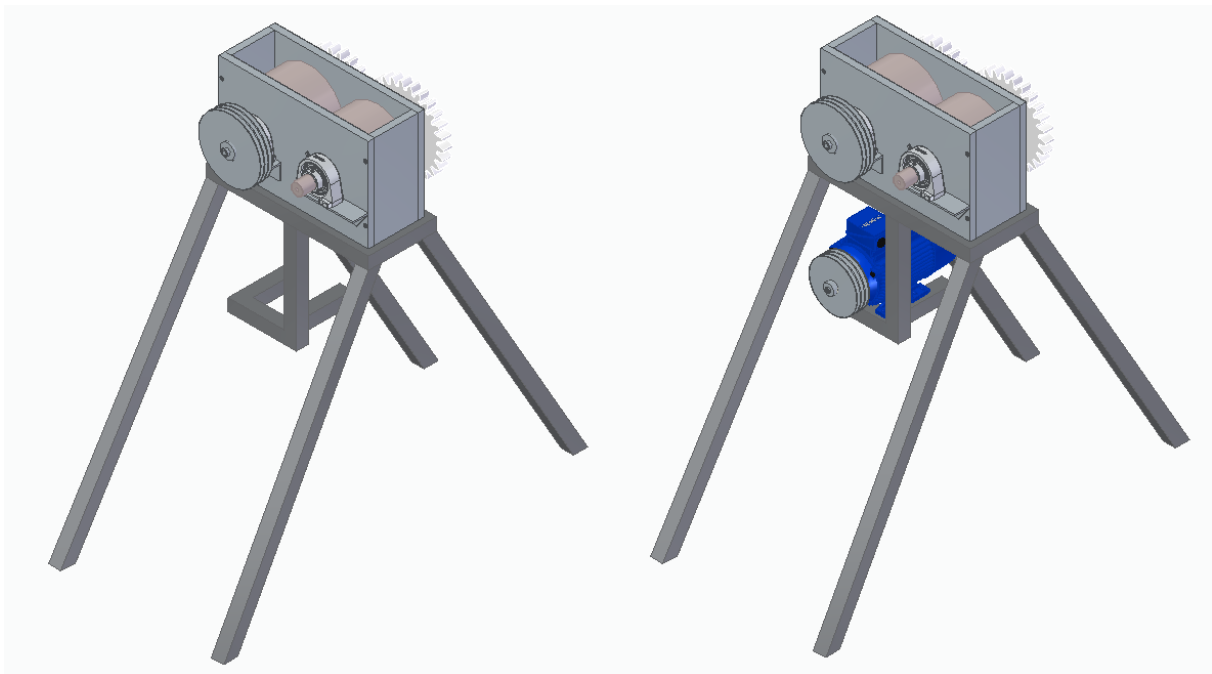
22. ábra CAD modell Fogaskerék hajtás

A hajtott henger tengelyvégére a hajtott szíjtárcsát helyeztem fel. Reteszkötéssel és M10-es csavarral lett rögzítve a tengelyvéghez.



23. ábra CAD modell Hajtott szíjtárcsa

A daráló szerkezetet egy 40x40-es zártszelvényből álló tartószerkezetre helyeztem, amihez M8-as metrikus csavarokkal lett hozzá fogatva. A zártszelvény anyaga horganyzott acél.

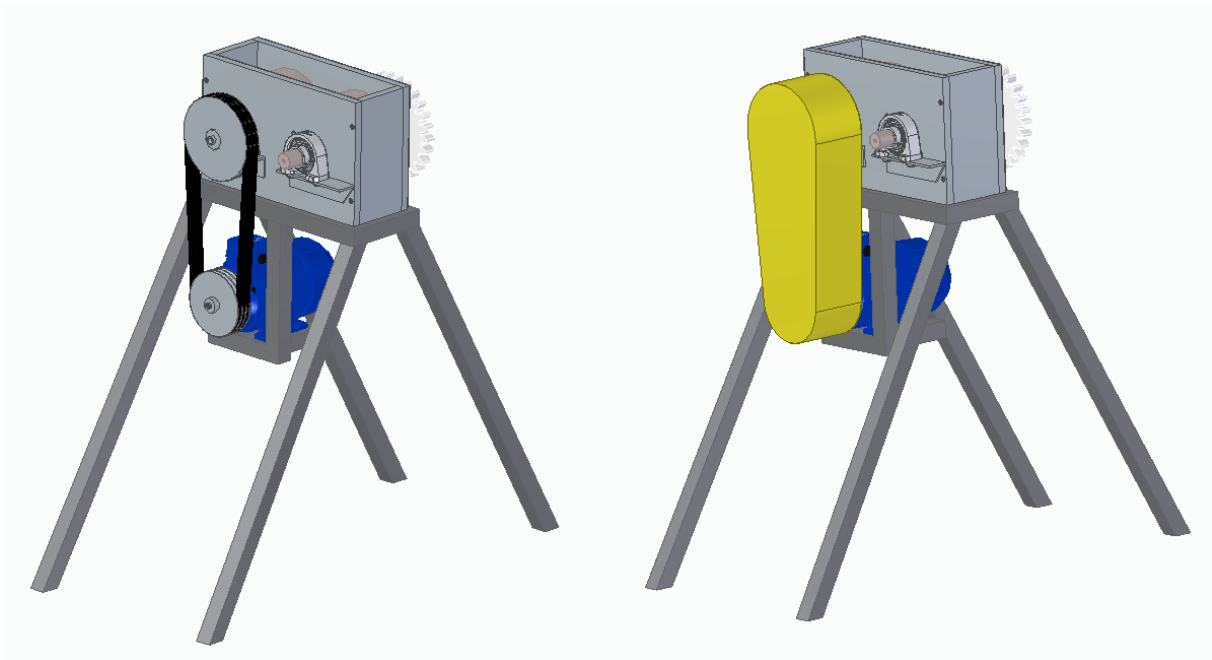


24. ábra CAD modell Tartószerkezet és hajtás

A tartószerkezet úgy lett kialakítva, hogy a motor is ezen helyezkedjen el. A motor tengelyére a hajtó szíjtárcsa reteszkötéssel és M10-es csavarral került rögzítésre.

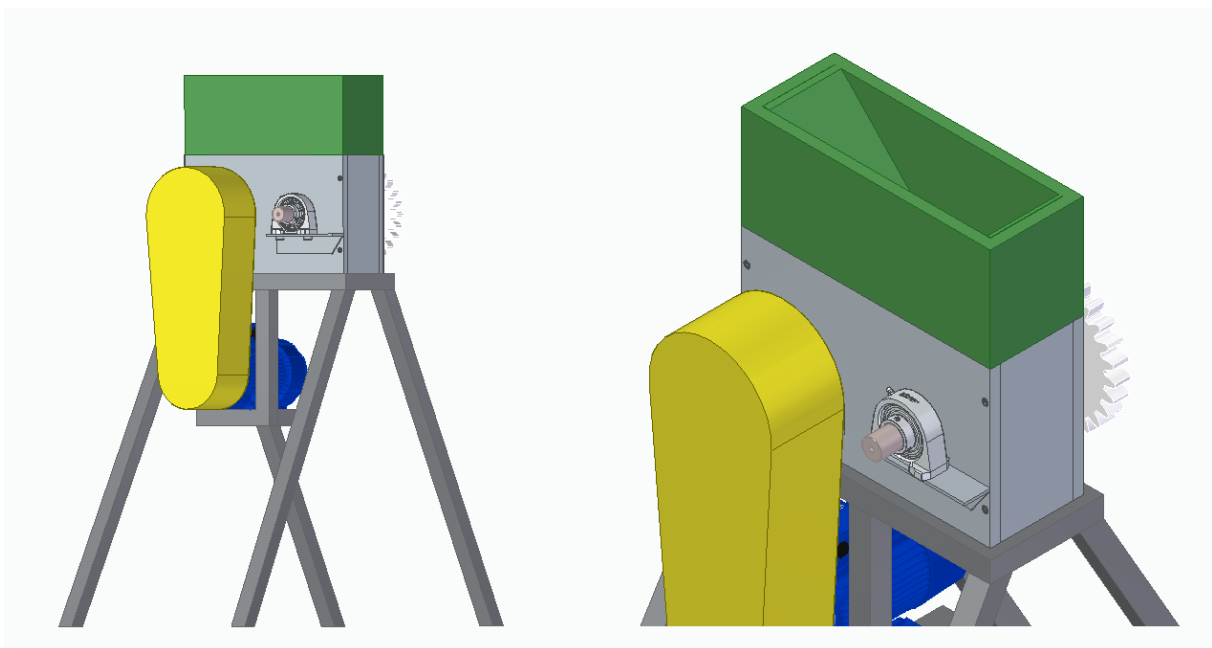
A csapágyak L szelvénnel kerültek rögzítésre a kerethez. Az L szelvényen a rögzítő furatok úgy lettek elhelyezve, hogy az állítható henger csapágyának a furatai 3 mm tengelytáv állítást tegyenek lehetővé.

A szíjtárcsákra a kiszámítás során kijött hosszúságú szíjakat helyeztem fel. A szíjhajtást egy védőburkolattal láttam el, munkavédelmi szempontok miatt. Ez a burkolat metrikus csavarral lett rögzítve a tartószerkezetre.



25. ábra CAD modell Szíjhajtás

A darológép tetejére terveztem egy garatot. Ennek térfogatára nem állítható így a gyártás előtt további tervezést igényel. A garatot csapokkal rögzítettem, a könnyen fel és le helyezés érdekében, ezzel elősegítve a könnyű takarítást.



26. ábra CAD modell Garat

5. Üzemeltetés és karbantartás

A zabroppantó üzemeltetése a gép egyszerű működési elve miatt nem bonyolult. Nem igényel különösebb végzettséget vagy műszaki tudást. A gép élettartalmának növelése érdekében a következőkben taglalt üzemeltetési teendőket érdemes betartani.

Munkavédelmi előírás: Az érvényben lévő aktuális munkavédelmi előírás alapján.

5.1. Hajtás

A hajtás a villanymotorról a gyorsshenger szíjtárcsájáig ékszíjon keresztül történik. Az ékszíj kopó alkatrésznek számít, ezért folyamatos ellenőrzésre van szükség.

Az ékszíj az SKF által forgalmazott PHG SPZ2840 ékszíj. Ahogy a hajtás tervezésénél is leírtam az SKF megadott értékeket új és használt ékszíjak ideális működéséhez. Ezek ellenőrzésére árulnak Szíj feszesség-mérő ceruzát és Szíjfrekvencia-mérőt.

Szíj feszesség mérő ceruza értékek:

- Új szíjnál: 23,83 N
- Használt szíjnál: 16,08 N

Szíjfrekvencia-mérőhöz a rezgésfrekvencia adatai:

- Új szíjnál: 46,62 Hz
- Használt szíjnál: 38,07 Hz

Ezekkel az eszközökkel és értékekkel rendszeres ellenőrzéssel meg lehet győződni a szíj romlásának mértékéről.

5.2. Csapágyazás

A csapágyak kiválasztásánál figyelembe vettem a poros környezetet, ezért egy jól zárt (mindkét oldalon tömítéssel és szórótárcsával van ellátva) és könnyen hozzáférhető zsírzószemmel rendelkező csapágyházat választottam.

A kenőzsírt a zsírzószemen keresztül kell a csapágyba juttatni, kézi karos zsírzóval. Ajánlott zsír az SKF által forgalmazott SKF csapágyzsír LGFP.

5.3. Három fázisú villanymotor

Üzembe helyezésénél ügyelni kell a földelés csatlakoztatására, hogy túlterhelés vagy fázis kimaradás esetén megvédje a motort a károsodástól. Motor beindítása előtt érdemes a tápfeszültségre rámérni, hogy az megegyezik -e az adattáblában megjelölt értékekkel.

Karbantartás előtt a motort minden esetben mentesítsük a tápfeszültség alól. A feszültség mentesített, álló motornál is, ha az előtte üzemelt, figyelni kell az akár 50 °C -os felületi hőmérsékletre. Vagy meg kell várni amíg visszahűl, vagy pedig megfelelő védelmi kesztyűt használni.

A motorok zsírzógommbal vannak ellátva az utólagos zsírzáshoz. Mivel a zabroppantó üzemelhet melegebb környezetben is, ezért javasolt a hőálló zsír alkalmazása. A MANNOL 8104 LC2 egy jóminőségű, magas hő és mechanikai terhelés alatt használható kenőzsír, ami megfelel a motor üzemeltetéséhez.

5.4. Rovátkolt hengerek

A rovátkolt hengerek nagy keménységük miatt ritkán szorulnak javításra, ha tiszta terményt darálunk velük. Az állati takarmányokra nem jellemző ugyan az a tisztaság, mint az élelmiszeriparban, vagyis a malomiparban darált gabonákra. Érdemes ezért munkavégzés után a szemrevételezés, a rovátkák átnézése.

Ha nagymértékű károsodást látunk a rovátkákon akkor el kell vinni javításra a hengereket. A Zöldacél Kft. nem csak a rovátkolt hengerek gyártását vállalja, hanem a megrongálódott hengerek javítását is.

A hengerek élettartamának növelése és a jó darálási tényezők megőrzése érdekében érdemes a hengereket munkavégzés után nagynyomású vízzel megtisztítani.

6. Gazdasági számítások

Az árakat 2024.04.10. -én írtam össze, így ezekkel nagyságrendileg érdemes számolni, mert változhatnak.

6.1. Alkatrészek tételes árai

1) Morgensen 5,5kW 2p 132 B3 400/690V 50Hz IP55 F Talpas villanymotor:

- a) Nettó ár: 153 750 Ft/db
- b) Bruttó ár: 195 263 Ft/db
- c) Szükséges darabszám: 1 db

2) SYFJ 40 TF Rövid-talpas álló csapágyházas golyóscsapágy:

- a) Nettó ár: 18 428 Ft/db
- b) Bruttó ár: 23 404 Ft/db
- c) Szükséges darabszám: 4 db

3) SPZ2840 ékszív:

- a) Nettó ár: 5 430 Ft/db
- b) Bruttó ár: 7 438 Ft/db
- c) Szükséges darabszám: 3 db

4) PHP 3SPZ630TB hajtott szíjtárcsa:

- a) Nettó ár: 37 875 Ft/db
- b) Bruttó ár: 54 884 Ft/db
- c) Szükséges darabszám: 1 db

5) PHP 3SPZ150TB hajtó szíjtárcsa:

- a) Nettó ár: 6 716 Ft/db
- b) Bruttó ár: 9200 Ft/db
- c) Szükséges darabszám: 1 db

6) Műanyag egyedi tervezésű fogaskerékpár:

- a) Bruttó ár: 58 000 Ft
- b) Nettó ár: 42 340 Ft
- c) Szükséges mennyiség: 1 pár

7) 220 mm átmérőjű, rovátkolt hengerek:

- a) Bruttó ár: 589 500 Ft/db
 - b) Nettó ár: 430 335 Ft/db
 - c) Szükséges darabszám: 2 db
- 8) Frekvenciaváltó 5,5 kW, 400 V, 50–60 Hz, LED kijelzővel
- a) Bruttó ár: 106 990 Ft/db
 - b) Nettó ár: 78 103 Ft/db
 - c) Szükséges darabszám: 1 db
- 9) Összesen:
- a) Bruttó ár: 1 632 333 Ft
 - b) Nettó ár: 1 191 603 Ft

6.2. A tartószerkezet alapanyaga

- 1) Alumínium lapos rúd 200 x 20 mm
- a) Bruttó ár: 39 624 Ft/m
 - b) Nettó ár: 28 925 Ft/m
 - c) Szükséges hossz: 2 m
- 2) Horganyzott zártszelvény 40 x 40 x 3
- a) Bruttó ár: 17 073 Ft/6m
 - b) Nettó ár: 12 463 Ft/6m
 - c) Szükséges hossz: 10 m
- 3) Szíjhajtás védőburkolat és garat lemez (Acéllemez S235/ 2x1000x2000)
- a) Bruttó ár: 18 242 Ft/db
 - b) Nettó ár: 14 364 Ft/db
 - c) Szükséges mennyiség: 1 db
- 4) Összesen:
- a) Bruttó ár: 131 636 Ft
 - b) Nettó ár: 97 142 Ft

6.3. Csavarok és egyéb kiegészítő elemek

- 1) M10x50 csavar:
- a) Bruttó ár: 65 Ft/db
 - b) Nettó ár: 51 Ft/db
 - c) Szükséges darabszám: 4 db

- 2) M8X50 csavar:
 - a) Bruttó ár: 35 Ft/db
 - b) Nettó ár: 28 Ft/db
 - c) Szükséges darabszám: 16 db
- 3) Fogaskerék rögzítőgyűrű:
 - a) Bruttó ár: 260 Ft/db
 - b) Nettó ár: 189 Ft/db
 - c) Szükséges darabszám: 2 db
- 4) Összesen:
 - a) Bruttó ár: 1340 Ft
 - b) Nettó ár: 978 Ft

6.4. Munkadíj

- 1) A tartószerkezet összehegesztése:
 - a) Hegesztés ára: 15 000 Ft/óra
 - b) Szerkezet hegesztéséhez szükséges idő: 2 óra
- 2) Alkatrészek összeszerelése:
 - a) Szakember ára: 10 000 Ft/óra
 - b) Összeszereléshez szükséges idő: 5 óra
- 3) Üzembe helyezés:
 - a) Szakember ára: 15 000 Ft/óra
 - b) Beüzemeléshez szükséges idő: 1 óra
- 4) Összesen:

A szerkezet építésére és beüzemelésére nagyjából 95 000 Ft-ra van szükség. Ez az összeg változhat a szakemberek által megadott bérezéstől.

6.5. A teljes gépre szükséges összeg

- Bruttó összeg: 1 842 067 Ft

- Nettó összeg: 1 370 359 Ft

6.6. Piacon található roppantó ára

- ROPPI-1500 Roppantógép (5,5 kW):

Bruttó ára: 2 760 000 Ft

Nettó ára: 2 014 800 Ft

6.6. Gazdasági értékelés

Úgy gondolom a ma itthon gyártott zabroppantók áránál sokkal olcsóbbat nem sikerült tervezni, viszont nagyjából hasonló árban igen. A piacképességét erősíti, hogy ilyen elven működő roppantóhengerű és ilyen zab specifikus roppantó gép nem nagyon található. Az általam megtervezett gépszerkezet továbbfejlesztés után felvenné a versenyt a piacon megtalálható versenytársaival, az egyedi tulajdonságai miatt pedig új piacot teremthetne.

7. Következtetések

A szakdolgozatom írása előtt egy olyan egyszerű zabroppantó szerkezetet szerettem volna tervezni, ami olcsóbb és egyszerűbb a ma Magyarországon gyártott gépeknél. A szakirodalmi áttekintés és a piackutatás után úgy gondoltam az olcsóbb kivitelezés helyett egy jobb hatásfokú és jobb daraminőséget előállító gép tervezésébe kezdek. Ebben nagy segítségemre voltak a malomipari szakirodalmak, ahol a rovátkolt hengerek fontosságára hívták fel a figyelmet.

A rovátkolt hengereknek az előnye, hogy a speciális rovátka kialakítással több igénybevételt tudnak létrehozni. Ez azt jelenti, hogy amíg egy egyszerű roppantó gép hengerei csak nyomó igénybevételt hoznak létre, addig egy rovátkolt hengeres nyíró, nyomó, vágó és dörzsöléses igénybevételt is eredményez. Ezt nem csupán a rovátka formájával éri el, hanem a rovátka hengerpárosításával, a hengerek sebességkülönbségével és a tengely vonalához képesti rovátka sorok elhajlásával. Ezeket a paramétereket úgy számoltam ki és határoztam meg, hogy a zab darálásához ideális legyen. Ehhez sokszor a malomipar gyakorlatában használt és tesztelt értékeket választottam.

Hátránya a rovátkolt hengereknek, hogy mivel ezeket a zabszem méretére terveztem, ezért más termények darálására nem, vagy rossz daraminőség előállításával alkalmas. Ez azt jelenti, hogy ez a daráló gép nem univerzális, hanem zab darálására, őrlésére lesz alkalmas. Ennek negatív hatása lehet a gép árára is és a keresletre is.

Kiindulási célom a kislovardák igényeinek kielégítése volt, de lehet, hogy nekik nem éri meg egy ilyen minőségű gépre beruházni, még ha jobb is a daraelőállítási minősége. A nagyobb lovardáknak vagy állattartó telepeknek viszont véleményem szerint megéri, mert kevesebb lesz a darálás közben létrejövő hulladék képződése és a dara minősége miatt pedig az állatok jobban tudják hasznosítani.

8. Összefoglalás

Szakedolgozatom célja az volt, hogy a lovak takarmányozását hatékonyabbá tegyem egy zabroppantó használatával. Piackutatásaim alapján úgy láttam, hogy vagy nagyon egyszerű kézimeghajtású konstrukciókat, vagy pedig drágább gépeket lehet találni. Kiindulási célom egy egyszerűbb, olcsóbb gép tervezése volt. Ezt a célot a szakirodalmi áttekintés után olyan irányba módosítottam, hogy egyszerű legyen a szerkezet, de a darálást végző hengerek kialakítása precízebb legyen.

A darálás döntő része a két őrlő henger munkáján múlik. Egyik fontos tényezője a henger felületek kialakítása. Úgy vettem észre a gyakorlatban használt roppantóknál, hogy a henger kialakításának fő célja a súrlódás csökkentése, de a darálást a két henger nyomása végzi. Kutatásaim alapján meggyőződtem arról, hogy a malomiparban használt hengerszékekben a hengerpárok kialakításán milyen sok múlik. A hengerek felületére rovátkákat alakítanak ki, amelyek a darálást segítik. A magra ható igénybevétel, így már nem csak a hengerek nyomásából áll, hanem a rovátkák nyírása, vágása is hozzá tartozik. A tervezésnél még alkalmaztam a rovátkák elhajlását is, ami a magok tengelyirányú elmozdulását eredményezik, tehát még a dörzsölés is segíti a szemek ideális darálását.

A több igénybevétel alkalmazása nagyban befolyásolja a darálék minőségét. Tervezésemben a legnagyobb hangsúlyt a hengerek és a rovátkák kialakításai kapták. Úgy gondolom ezzel nagyban lehet javítani a darálás minőségét, azaz kevesebb a melléktermék képződése. Zabroppantásnál a por képződése a melléktermék, mert a lovak nem tudják hasznosítani ugyanakkor belégzése az egészségükre káros hatással van.

A rovátkolt hengerek gyártására kerestem egy magyar céget, a Zöldacél Kft. -t, akik malomipari hengerszékeknek gyártanak ilyen rovátkolt hengereket. A zabroppantó árát drágította, de úgy gondolom a darálás hatásfokát és minőségét annyival növeli, hogy ajánlott a használata.

Ezek az egyedi hengerek drágítják a zabroppantót, de a piacon ilyen minőségű rovátkolt hengerű zabroppantót nem találtam, így úgy gondolom megéri alkalmazni és megalkotni egy hatékonyabb darálót.

A szerkezet további elemeinek megtervezésénél ügyeltem arra, hogy szabványos, a gyakorlatban használt alkatrészeket használjak. Ezzel egyszerűsíteni tudtam a gépet, ami azért fontos, hogy olcsóbb legyen és meghibásodás esetén könnyen beszerezhetőek legyenek az alkatrészek.

CAD programmal megterveztem a zabroppantót, ami segítette a gazdasági számításomat, a megtervezett elemek összeszerelhetőségét és az egyedi elemek gyárthatóságát.

A konstrukció egyszerűségének másik szempontja a könnyű használat volt. A lovardákban ezeket a gépeket kevesebb műszaki tudással rendelkező alkalmazottak használják. A beüzemeléséhez és a karbantartásához viszont szükség van szakemberre. Úgy gondolom, hogy ha egy szakember jól beállítja, akkor a használata egyszerű és kisebb tapasztalattal rendelkezők is hamar elsajátíthatják a kezelését.

Tervezésemnél a legnagyobb hangsúlyt a darálást végző hengerek kapták, így a darálást segítő egyéb elemek, mint például a garat kialakítása és szabályozása, a tengelyek befogása és egyéb részek, további fejlesztést igényelnek. Ezek kis mértékben drágítanak és bonyolítanak a szerkezetet, de nagyban hozzájárulnának a gép hatékonyságához. Gyártása előtt mindenképpen ajánlanám.

Összességében úgy gondolom, egy jó műszaki paraméterekkel rendelkező, egyedi zab specifikus daráló gépet tudtam megtervezni. A veszteségek csökkentésére kitűzött céljaimat sikerült a tervezés alatt megvalósítanom.

9. Summary

The aim of my thesis was to make the feeding of horses more efficient by using an oat crusher. Based on my market research, I saw that either very simple manually operated constructions or more expensive machines can be found. My initial goal was to design a simpler, cheaper machine. After reviewing the literature, I modified this goal in such a way that the structure was simple, but the design of the grinding cylinders was more precise.

The decisive part of the grinding depends on the work of the two grinding rollers. One of its important factors is the design of cylinder surfaces. I noticed with the crushers used in practice that the main purpose of the cylinder design is to reduce friction, but the grinding is done by the pressure of the two cylinders. Based on my research, I was convinced that a lot depends on the design of the cylinder pairs in the roller chairs used in the mill industry. Notches are formed on the surface of the cylinders, which help the grinding. The stress on the core no longer consists only of the pressure of the cylinders, but also the shearing and cutting of the notches. In the design, I also applied the deflection of the notches, this is also their axial displacement, so even rubbing helps to grind the grains ideally.

The use of multiple stresses greatly affects the quality of the grind. In my design, the greatest emphasis was placed on the design of the cylinders and notches. I think this can greatly improve the quality of grinding, i.e. less by-product formation. The formation of dust is a by-product of oat crushing, because the horses cannot use it and inhaling it has a harmful effect on their health.

I looked for a Hungarian company, Zöldacél Kft., for the production of notched cylinders, which manufactures such notched cylinders for rolling mills. It will make the price of the oat crusher more expensive, but I think it will increase the efficiency and quality of grinding so much that it is recommended to use it.

Notched rollers make the oat grinder more expensive, but I have not found an oat grinder with notched rollers of this quality on the market, so I think it is worth using it and creating a more efficient grinder.

I designed the oat crusher with a CAD program, which helped my economic calculation, the assembling of the designed elements and the manufacturability of individual elements.

When designing the other elements of the structure, I made sure to use standard parts used in practice. With this, I was able to simplify the machine, which is important in order to make it cheaper and to make parts easily available in the event of a breakdown.

Another aspect of the simplicity of the construction was the ease of use. In stables, these machines are used by employees with less technical knowledge. You need a specialist for its installation and also for its maintenance. I think that if a professional sets it up well, it is easy to use and even people with less experience can quickly learn how to use it.

In my design, the greatest emphasis was placed on the grinding cylinders, so other elements that help grinding, such as the design and regulation of the hopper, the clamping of the shafts and other parts, require further development. These would make the structure a little more expensive and complicated, but would greatly contribute to the machine's efficiency. I would definitely recommend it before its production.

Overall, I think I was able to design a unique oat-specific grinding machine with good technical parameters. I managed to achieve my goals for reducing losses during planning.

10. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni mindenkinek, aki bármilyen formában hozzájárult a szakdolgozatom elkészítéséhez. Elsősorban szeretném megköszönni Dr. Pataki Tamás István egyetemi docensnek, belső konzulensemnek a szakmai támogatását és dolgozatom folyamatos figyelemmel kísérését. Külön köszönetet szeretnék mondani Prof. Dr. Kiss Péter tanszékvezetőnek, aki hétről-hétre segítette dolgozatom elkészülését.

Valamint köszönetet szeretnék mondani Herpai Sándor mezőgazdasági gépészmérnöknek, a Naprendszer Kft. tulajdonosának az ötletadó gondolataiért és szakmai tanácsaiért.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak, akik lehetővé tették tanulmányaim elvégzését, és édesapámnak, Jármű Andrásnak a képzésem ideje alatt kapott tanácsokért.

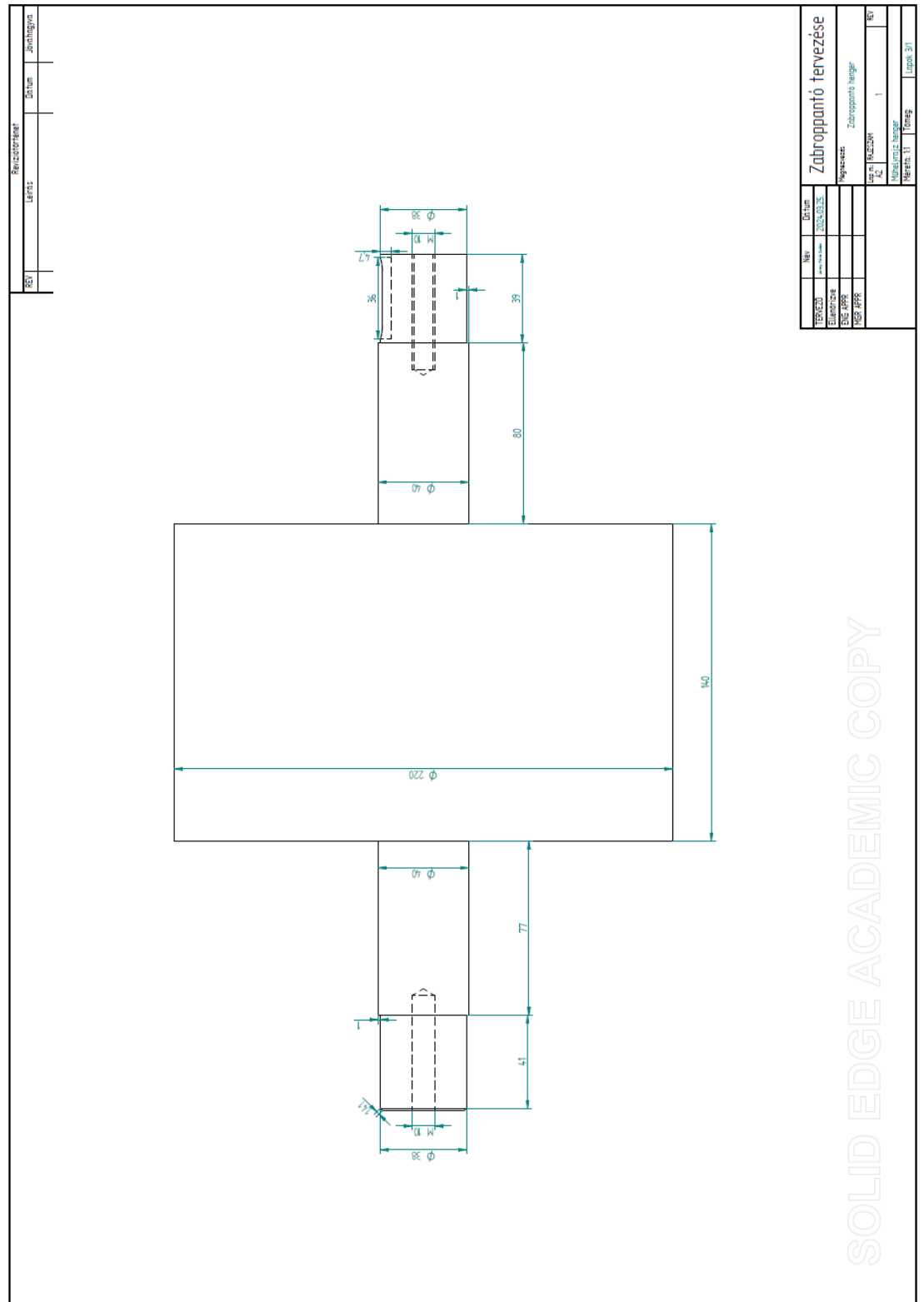
11. Irodalomjegyzék

1. Állattartási technika – Tóth László
2. ÁLLATTARTÁS MŰSZAKI ISMERETEI. Az Agrármérnöki Msc szak tananyagfejlesztése TÁMOP /1/A - <https://docplayer.hu/4948746-Allattartas-muszaki-ismeretei-az-agrarmernoki-msc-szak-tananyagfejlesztese-tamop-4-1-2-08-1-a-2009-0010.html>
3. Gajdos Gusztáv- Mechwart András, a századforduló zseniális menedzsere, a megbecsült polgár https://real-eod.mtak.hu/4618/1/Tanulmanyok_1996_17_Gajdos_Mechwart_Andras_a_szazadfordulo.pdf
4. <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-pallas-nagy-lexikona-2/h-B866/hengerszekek-C392/>
5. Lovak takarmányozása – Szilágyi Zsolt - <https://docplayer.hu/1817739-Munkaanyag-szilagyizsolt-lovak-takarmanyozasa-a-kovetelmenymodul-megnevezese-gondozasi-feladatok.html>
6. Dr. Szendrő Péter: Gépelemek Tervezési segédlet 1978
7. Robix Mikro Kft. <http://www.robix.hu/termeklap%20roppanto.html>
8. Motor Systems <https://www.motor-systems.hu/villanymotorok/haromfazisu-villanymotor/>
9. Magyar Élelmiszerkönyv – Codex Alimentarius Hungaricus – Malomipari termékek https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/e/64/b1000/2-201_2016-06-09.pdf
10. Ipari elektronika <https://www.ipari-elektronika.com/a-frekvenciavaltok-mukodese-es-hasznalata>
11. SKF Csapágykatalógus - <https://www.skf.com/hu/productinfo/productid-SYFJ%2040%20TF>
12. Schmidt Béla: A malomipar
13. A MAGYAR MALOMIPARI STATISZTIKA TÖRTÉNETE, 1850–1950 https://www.ksh.hu/statszemle_archive/1997/1997_08-09/1997_08-09_708.pdf
14. <https://www.landwirt.com/hu/hasznalt/Egyeb-hasznalt-roppantogepek.html>
15. <https://www.bagogeppgyar.hu/termekategoria/gabonaroppantok/?showtype=list>
16. <https://www.hollik.hu/termeny-roppanto>

17. A darálás újragondolása a takarmányiparban
<https://magyarmezogazdasag.hu/2013/04/13/daralas-ujragondolasa-takarmanyiparban/>
18. A TAKARMÁNYOZÁS ÉS GYAKORLATA A MAGYAR AGRÁRKULTÚRÁBAN
<https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/3af2e4e7-4dbd-4edd-80a3-67ed056a62b8/content>
19. <https://www.agrarszektor.hu/fogalomtar/zab>
20. Innovatív takarmányozás https://mersz.hu/dokumentum/m538it_383/

12. Mellékletek

Henger Műhelyrajza:



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

13. Nyilatkozatok



Szent István Campus, G66886
Cím: 2100 Godólló, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

NYILATKOZAT

Alulírott **JÁRMY MÁTÉ CSABA (WC3JZK)**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, **SZENT ISVTÁN Campus, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari gépészmérnök, BSc szak nappali/levelező*** tagozat végzős hallgatójának konzulenseként nyilatkozom, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem***

Kelt: 2024 év április hó 28 nap


belső konzulens

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: Jármy Máté Csaba
A Hallgató Neptun kódja: WC3JZK
A dolgozat címe: Zabropantó tervezése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Gépipari Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 04 hó 13 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.