



DEBRECENI EGYETEM
MŰSZAKI KAR
GÉPÉSZMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITY OF DEBRECEN
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL
ENGINEERING

VIZES MOSÁSÚ KÚTFÚRÓSZERKEZET
MOTORIZÁLÁSA
SZAKDOLGOZAT

Hasulyó Attila

Üzemeltető-karbantartó specializáció

Debrecen

2025. 10. 20.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	I
Jelölések jegyzéke	III
Bevezetés	1
1 Irodalom feldolgozás.....	2
1.1 Fúrás technológiája.....	2
1.1.1 Vízáró rétegek	2
1.1.2 Kút típusok	3
1.1.3 Fúrás technológiák	4
1.1.4 Fúrásra vonatkozó jogszabályok, engedélyek	5
1.2 Aktuális technológia ismertetése	5
1.2.1 Előkészületi folyamatok	5
1.2.2 Fúrási folyamat	6
1.2.3 Utómunkálatok.....	6
1.3 Aktuális szerkezet ismertetése.....	7
1.4 Használni kívánt hajtások	8
1.4.1 Dörzshajtás	8
1.4.2 Ékszíjhajtás.....	9
2 Követelmények, igények	11
2.1 Adott technológia lemodellezése	11
2.2 Több konstrukciós modell készítése.....	12
2.2.1 Mechanikai hajtások	12
2.2.2 Dörzshajtásos kivitelezés.....	15
2.2.3 Ékszíjhajtásos kivitelezés	16
2.2.4 Indoklás a választott szerkezet mellett.....	18
2.3 Szabványhasználat, szabvány alkatrészek.....	18

2.3.1	Villanymotor kiválasztás	18
2.3.2	Ékszj kiválasztás	19
2.3.3	Ékszjártársa.....	19
2.3.4	Csapágyak	20
3	Lehetséges konstrukció	21
3.1	Tervezési folyamat	21
3.2	Tartószerkezet kialakítása.....	24
4	Tervezési feladatok	26
4.1	Motorkarakterisztika	26
4.2	Ékszjméretezés.....	29
4.3	Csapágyélettartam	35
4.4	Feszítögörgők kialakítása	39
4.4.1	Fúrósálfeszítő görgők	39
4.4.2	Ékszjfeszítő görgők	40
4.5	Érintésvédelem és burkolat	41
5	Értékelés.....	43
5.1	Technológiai összehasonlítás	43
5.2	Gyártási költség számítás	46
5.3	Szerkezetek ár összehasonlítása	48
5.4	Tervezett konstrukció.....	49
5.5	Fúrás menet változás, használati útmutató	51
5.6	Kiértékelés a szempontok alapján.....	55
6	Összefoglalás	56
	Irodalomjegyzék	57

Jelölések jegyzéke

P	[kW]	teljesítmény
P_n	[kW]	névleges teljesítmény
β	[°]	körül fogási szög
s_0	[–]	statikus biztonsági tényező
c_1	[–]	szögtényező
c_2	[–]	üzemi tényező
c_3	[–]	hossztényező
d_1	[mm]	nagytárcsa átmérő
d_2	[mm]	kistárcsa átmérő
L_w	[mm]	ékszíjhosszúság
l_a	[mm]	tengelytávolság
C_0	[kN]	statikus alapterhelés
P_0	[kN]	egyenértékű statikus csapágyterhelés
X	[–]	csapágy radiális terhelési tényezője
Y	[–]	csapágy axiális terhelési tényezője
L_{10}	[mm]	névleges élettartam, millió körül fordulás
C	[kN]	dinamikus alapterhelés
P	[kN]	egyenértékű dinamikus csapágyterhelés
v	$\left[\frac{m}{s}\right]$	sebesség
F_r	[kN]	tényleges radiális csapágyterhelés
F_a	[kN]	tényleges axiális csapágyterhelés
p	[–]	élettartam egyenlet kitevője
f_0	[–]	számítási tényező
ω	$\left[\frac{1}{s}\right]$	szögsebesség
M	[kN]	nyomaték

i	$[-]$	áttétel
n	$\left[\frac{1}{s}\right]$	fordulatszám
z	$[db]$	szíjszám

Bevezetés

A téma választásának az alapja a globális felmelegedés hatására a víztartalékok fogyásának mérséklése, szabályozása a föld rétegeiben lévő vízmennyiség agrárterületen való kiaknázása öntözéscélokkal. Ehhez elengedhetetlenek a megfelelő öntözéstechnikák kivitelezése és a megfelelő vízhozamú kutak telepítése gyümölcsösökben, kertészetekben, zártkertekben, szántóföldeken, belterületen, ahol az ingadozó vízhozam az utóbbi években nem érte el a minimális szükséges talajvízfelhalmozódását a földeken.

1. A továbbiakban alapul használunk egy mai szemmel már elavult fúrastechnológiát, melyet a jelenleg forgalomban használt egyéb fúrásokhoz próbáljuk modernizálni a széles tervezési lehetőségek és minimális anyagi költségek között.
2. A vizsgálat folyamán a rendelkezésre álló eszközök (mosófej, fűrőfej, fúrószal) helyreállítása, rekonstrukciós felmérése és beépíthetőségi tanácsadás szemrevételezés és funkcionalitás megfelelése után.
3. Az ismert mechanikus hajtástechnológiák mérlegelés a kidolgozandó konstrukciónál, hogy a tervezni kívánt szerkezet milyen előnyökkel és hátrányokkal érvényesülnek.
4. 3D modell tervezése vevői orientáltságot figyelembe véve (funkcionalitás, kezelhetőség, tervezői ésszerűség, egyszerű karbantarthatóság) kiértékelés után a kedvezőbb, választott konstrukció részlet modellezése.
5. Méretezési és számítási feladatok elvégzése (villanymotor választás, ékszíjválasztás, csapágy választás, hegesztési számítás).
6. Konstrukció kiértékelés más jelenleg forgalomban lévő szerkezetekkel, előnyök és hátrányok összehasonlítása, pénzügyi számítás.
7. Az aktuális konstrukció kezeléséhez, telepítéséhez, üzemeltetéséhez kapcsolatos instrukciók összegzése.
8. A konstrukció értékelésének összegzése, amely megmutatja, hogy érdemes a kivitelezésre, megvalósításra.

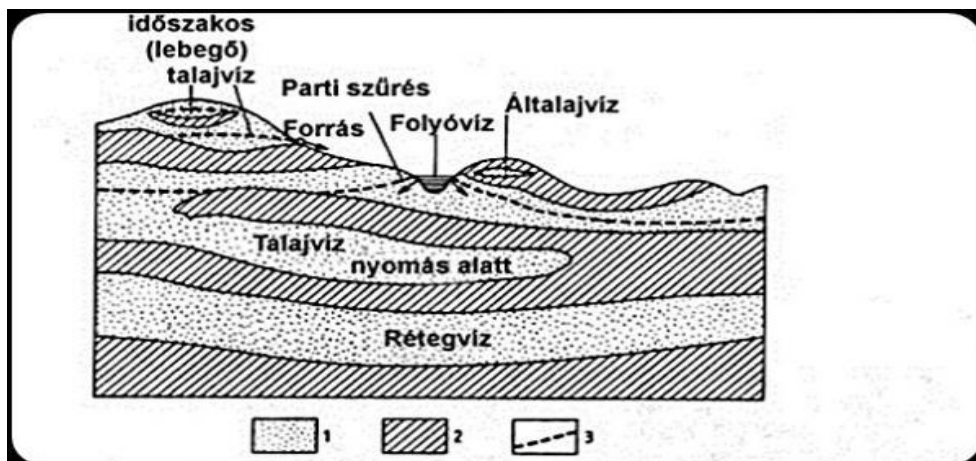
1 Irodalom feldolgozás

1.1 Fúrás technológiája

A kutak létesítése manapság már elégedhetetlen része lett a mezőgazdasági a háztájiöntözés, fűtés, ivóvíz utánpótlás mindennapi szerves részekén. Céлом a szakdolgozaton keresztül egy elavult technológia modernizálása ismételten használatba ütemezése a jelenlegi szabványok és követelményeknek megfelelően kialakítása. Ehhez tisztában kell lennünk a következőkben kifejtett fogalmakkal.

1.1.1 Vízáró rétegek

Vízáró rétegnek nevezzük azon rétegeket, amelyek időszakosan vagy időben változatlanul tárolnak valamekkora víz mennyiséget kőzetanyaguk között.



1. ábra. Talaj vizadó rétegek [1]

Talajvíz: Nem a legstabilabb vízhozammal rendelkező vízadóréteg. Néha megesik, hogy teljesen elapad. Nagyban befolyásolja a lehullott csapadék mennyiség. Víz tisztaság szempontjából szüretlen vízről beszélünk így emberi fogyasztásra nem alkalmas inkább öntözési céloknak felel meg elsősorban. (Lásd 1.ábra) [1]

Rétegvíz: Ígéretesebb vízhozam, vízminőség által is ezen rétegvize. Gyakorta tisztasága mivel mélyebben helyezkedik el így több ásványirétegen keresztül szűrődött, így minél mélyebb rétegvizet érünk el annál tisztább minőségű ivóvizet kapunk. A mélyebben fekvő rétegek igen változékony viszonyoknak vannak kitéve,

mint például a talaj gyakorolta nyomás a hidrosztatikai nyomás és a geotermikus hő. [1]

1.1.2 Kút típusok

Többféle megközelítési szempontok alapján különböztetjük meg milyen típusú kúttal van dolgunk. Ez lehet formai kialakítás, mélység és kialakítás alapján.

Formai kivitelezés alapján:

- Artézi [2]

Az artézi kutaknál a talaj súlya a vízzárórétegre gyakorolt nyomása által hajtja a felszínre a vizet. A kivitelezése magasabb szakértelmet igényel, a rosszul elkészített fúrás kárt okozhat a talajvízrétegekben, kivételes esetekben akár földomlás veszélyét is magában hordozhatja. A kút típus előnye viszont a tisztább és stabilabb vízhozam, fentarthatóbb vízgazdálkodás.

- Kerekes [3]

Az egyik legrégebbi és legismertebb kút típus bár a kialakítása és gyenge mennyiségű minőségű vízhozama miatt egyre kevésbé használatosak. Manapság inkább csak díszkútként alkalmasak. Időjárás befolyásolt, így előfordul a kút használhatatlan lesz, illetve korlátolt a felhasználható vízmennyiség a lassú utántöltődési idő miatt.

- Gémes [4]

Hasonlóan a kerekes kutakhoz kihálófélben vannak ezen kutak ugyan azon indokok miatt.

- Norton [3]

Kisebbségi diszkertekben esetleg régi paraszti házak udvarán még fellelhető. Sajnos az előző kettő típushoz hasonlóan már inkább díszítőelemként használják a kertekben.

- Ásott [3]

Nehéz kivitelezésű sok anyagot és energiát igénylő általában még emberi erő által megvalósított. Kőkirakásos vagy betongyűrű a legjellemzőbb rá, de minőségben és hozamban az előző típusokhoz hasonló.

- Fúrt [3]

Legelterjedtebb jelenleg, akár ivóvíz, öntözővíz, fűtővíz, iparifeldolgozáshoz használatos víz kinyeréséhez. Víztisztsága függ az elért vízzárórétől. Használt anyagok jóval költséghatékonyabb a többihez képest. Előnyei közé sorolható még a stabil és egyenletes vízhozam.

Mélység alapján: [1]

- 5-30 m sekély mélységű kutak
- 30-200 m kis mélységű kutak
- 200-500 m közepes mélységű kutak
- 500 m-nél mélyebbek mély fúrású kutak

Kialakítás módja szerint: [1]

- Ásott
- Vert (7-10 m között)
- Fúrt

1.1.3 Fúrás technológiák

Két fő fúrás típust használunk az úgynevezett szárazfúrás és vizesfúrás. A szárazfúrás elsősorban a furatból való anyagok felszínrehozatalával történik. Ebből következik a szárazfúróberendezés kialakítása gépészeti alkalmazást igényel, mint csörlős vagy láncos emelés esetleg hidraulikus emelőt, amivel a felszínre tudjuk hozni a törmelék. Ellenben a vizesfúrás esetén a víz végzi a törmelék anyag felhozatalát a felszínre így a kialakításában kizárólag csak a fúrószál egyenletes forgatására kell törekedni. Anyag felhozatalban viszont a szárazfúrás jobb eredményeket produkál átláthatóbb a rétegek összetétele a vízlelőhely pontos meghatározása. Azonban a legnagyobb különbséget a két fúrás között a terepi viszonyok határozzák meg.

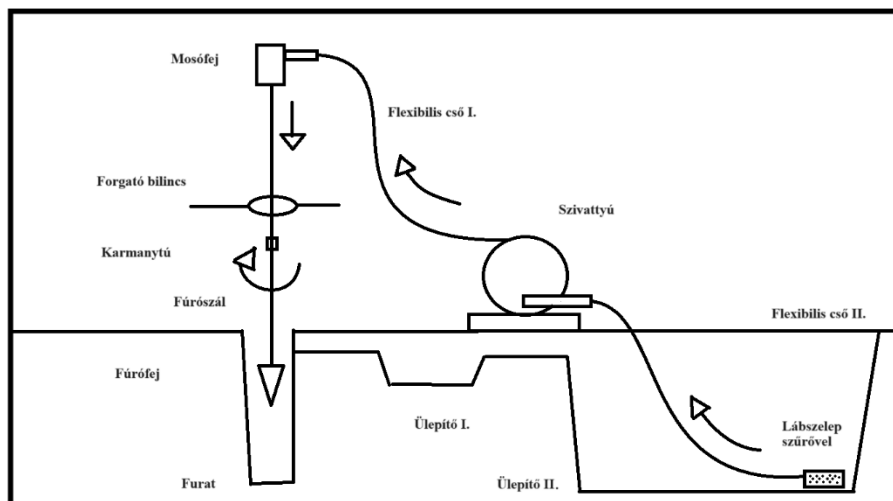
A durva sziklás kavicsos esetlegesen könnyen omlékony talajoknál a szárazfúrás végezhető míg ezzel szemben a gyenge szemcsés homokos agyagos sóderes talajokon a vizes mosás állja meg a helyét tapasztalatok szerint.

1.1.4 Fúrásra vonatkozó jogszabályok, engedélyek

Jelenlegi hatályban lévő jogszabály ismertetése a 101/2007. (XII. 23.) KvVM rendelet a felszín alatti vízkészletekbe történő beavatkozás és a vízkút-fúrás szakmai követelményeiről olvasható és dokumentálható.

1.2 Aktuális technológia ismertetése

Egy egyszerűbb kézihajtásos fúroszerkezet technológiája (lásd 2. ábra). Ez egy elég lassú folyamat mivel gépi munkaerőt egyedül a szivattyú végez ellentétben más technológiával szemben, ahol a fúrási folyamatot is egy motor segítségével végeznek. A folyamat nem költségghatékony, illetve eléggé elavult és költséges. Minimum 2 ember kell a folyamathoz, hogy ha minden körülmény és terepi viszony megfelelő körülbelül 6-7 órás munka a végéhez érjen.



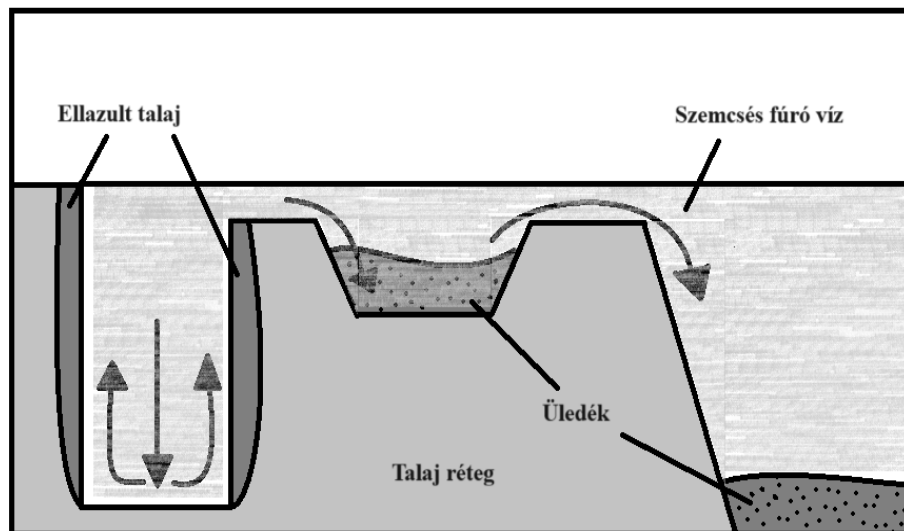
2. ábra. Kézifúrás technológia – saját szerkesztés

1.2.1 Előkészületi folyamatok

Első lépés egy furat készítése kb. 1,5 m egy kézi vagy cölöpfúróval ezután egy első ülepítő kb. 50x50x50 cm gödör kialakítása majd egy második jóval nagyobb ülepítő kb. 2x2x2 m terjedelmű gödör kialakítása. Ezen felsorolt dolgok összekötése egy kb. 10-20 cm mélységű csatornával. A második ülepítőgödör feltöltése megtörténik így kész vagyunk az előkészülettel.

1.2.2 Fúrási folyamat

Második lépés már maga a fúrás, ahol szerkezetet összeállítva történik a fúrás maga. A feladatot végző két munkaező egymással szemben a fúrószállra felfogatja a forgatóbilincset kellő megfeszítés után pedig forgatják a fúrószállat. A szivattyú lábszelepen keresztül a vizet a mosófejhez juttatja amelyen keresztül a víz a fúrószállon keresztül a fúrófejnél a földnek ütközik így a talaj a vízszugárnak és a fúrófej késeinek mozgására a talaj fellazul feliszaposodik majd a folyamatosan érkező víz egyre hígabbra keveri a fellazult iszapot így a szemcsék egyre homogénebb állapotot érnek el így a víz könnyedén a felszínre szállítja az üledékeket irányába ahol későbbiekben a 90% lerakódik a maradék az vissza jut a keringési folyamatba így a kicsapódott víz már szemcsékkel is lazítja a talajt. Ez a körfolyamat zajlik le folyamatosan amíg a következő lépéshez nem érünk (lásd 3. ábra).

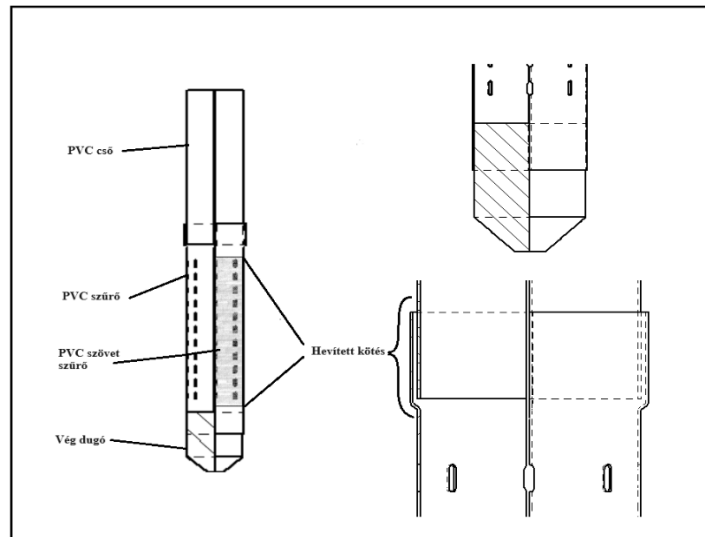


3. ábra. Vízáram fúrásnál – saját szerkesztés

1.2.3 Utómunkálatok

Harmadik lépés miután a megfelelő vízzáróréteget elértük még legalább egy 20-30 perc öblítése a kútnak, hogy a benne felkavarodott szemcsékből minél több a felszínre jusson különben ismét lerakódik és visszazárja a vizadó réteget. Ezért célszerű legalább még 1,5-2 méterrel túlfúrni a kutakat.

Majd következik a szűrő és a PVC csövek lehelyezés forrasztott csőkötés kialakítással (lásd 4. ábra).



4. ábra. PVC cső kötés és szűrő – saját szerkesztés

Ezt követően finom sóderes ülepítés a megfelelő vízáteresztő réteg kialakítása a szűrő körül. próba szivattyúzás a lezáró folyamat, ahol ellenőrizhető a kút stabil víz hozama, hogy a PVC cső nem roppant-e össze a nyomások által. Amint letisztult a vízhozam és már nem zavaros egy mintavétel a víztisztasága ellenőrzése kapcsán. Így a bevizsgálás után pedig használatba vehető a kút.

1.3 Aktuális szerkezet ismertetése

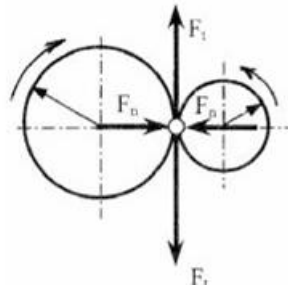
Az ismert kézfűrés szerkezete pár egységre bontható lásd.

- Fúróegység: ide tartozik a fúrófej a fúrószálak a karmantyúk.
- Vizes blokk: szivattyú legyen akár benzines vagy elektromos, flexibilis tömlők, lábszelep, szűrő, mosófej.
- Kisegítő szerszámok: csőfogó és az egyedileg kialakított forgató bilincs.

1.4 Használtni kívánt hajtások

1.4.1 Dörzshajtás

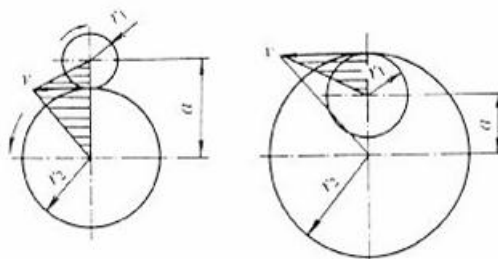
„A forgatónyomaték közlése a dörzskerekek közvetlen érintkezésével, a kerekek egymáshoz nyomásából eredő normálerő hatására létrejövő, súrlódóerő által történik. A kerületi erő értéke, amellyel a hajtókerék a hajtottat mozgatja, megegyezik a súrlódóerővel, amely értéke a dörzsfelületeken jelentkező μ súrlódástényezőtől és az érintkezési pontban ható normálerő F_n nagyságától függ (Lásd 5. ábra).” [5]



5. ábra. Dörzshajtás erőjátéka [5]

Hengeres kerekeknél (Lásd 6. ábra) az érintkezés lehet [5]:

- külső
- belső

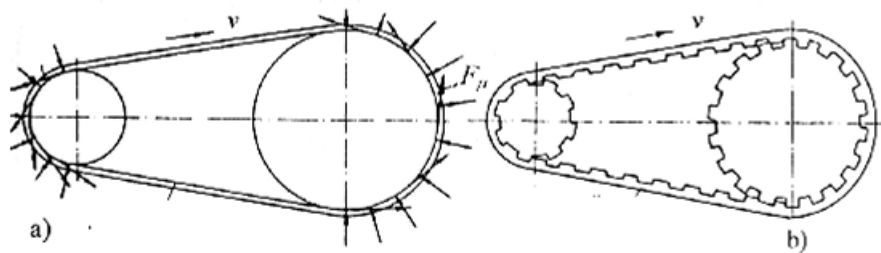


6. ábra. Külső és belső hengeres dörzskerékpár [5]

Mivel a fúrásnál lassú forgási sebességgel haladunk biztonsági okok miatt, így a dörzshajtás ideális szerkezetbe való beépítésnél. [5]

1.4.2 Ékszíjhajtás

„A szíjhajtások lehetővé teszik teljesítmény ill. forgatónyomaték és forgómozgás közlését, amikor a tengelyek egymástól relatív nagy távolságban vannak, egy rugalmas közvetítő segítségével, amely összeköti a két főelemet (szíjtárcsát). A forgatónyomaték közlése súrlódással vagy fogakkal történik (7. ábra). Amikor a mozgás közlése súrlódással valósul meg, a szíjat elő kell feszíteni, aminek folytán normál nyomóerő jelentkezik a szíjtárcsa palástján, amely F_{μ} súrlódóerőt hoz létre.” [5]



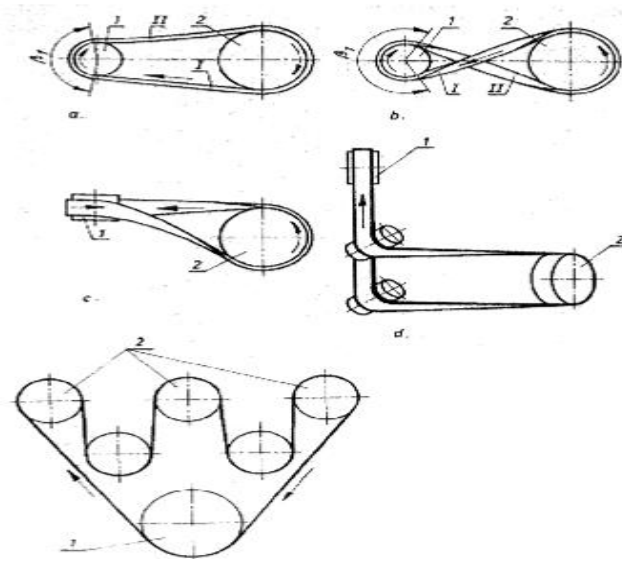
7. ábra. A mozgás közlése szíjhajtásnál a) súrlódással b) fogakkal [5]

A szíjhajtások felosztása a szíjszelvények alakján alapul. [5]

- Lapos szíjhajtások. A mozgásközlés súrlódással történik, lehetővé teszik a teljesítményközlést viszonylag nagy tengelytávoknál, alkalmazható kiterő tengelyeknél is, nagy kerületi sebességeknél is működőképesek, több tengely egyidejű hajtására is alkalmasak. [5]
- Ékszíjhajtások. A mozgásközlés súrlódással történik. Nagyobb áttételt tesznek lehetővé, közepes teljesítményeknél alkalmazzák. [5]
- Fogas-szíjhajtások. A mozgás és teljesítményközlés fogakkal történik. Állandó áttételt valósítanak meg. Nagy kerületi sebességek is megengedettek. [5]

A szíjtárcsák, illetve a tengelyek elrendezése szerint (Lásd 8. ábra) a szíjhajtás lehet [5]:

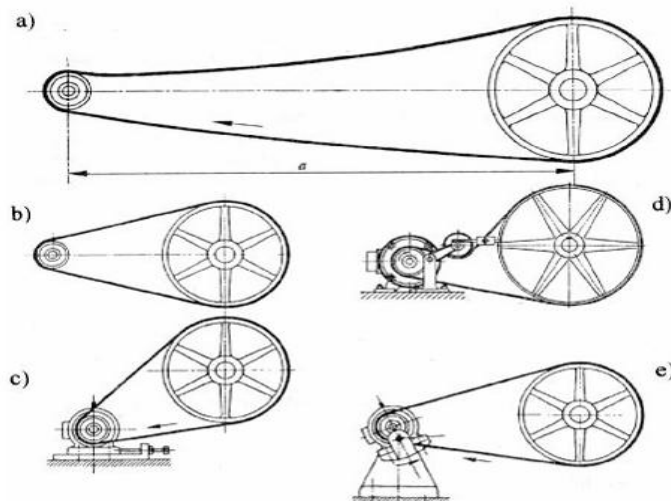
- Nyitott szíjhajtás
- Keresztezett szíjhajtást
- Félkereszt-szíjhajtást
- Fordítógönggös-szíjhajtást



8. ábra. Szíjtárcsák elrendezése [5]

Szíjfeszítés (Lásd 9. ábra) [5]:

- A szíj súlyával
- A szíj rugalmas nyújtásával
- Feszítőtárcsával
- A villanymotor csuklós függesztésével



9. ábra. Szíjfeszítés [5]

Az ékszíjhatás biztonságos egyenletes forgást biztosít, illetve a fűrőfej megütközik egy nagyobb akadályban így az ékszíj megcsúszik és nem törjük el a fűrőeszközt. [5]

2 Követelmények, igények

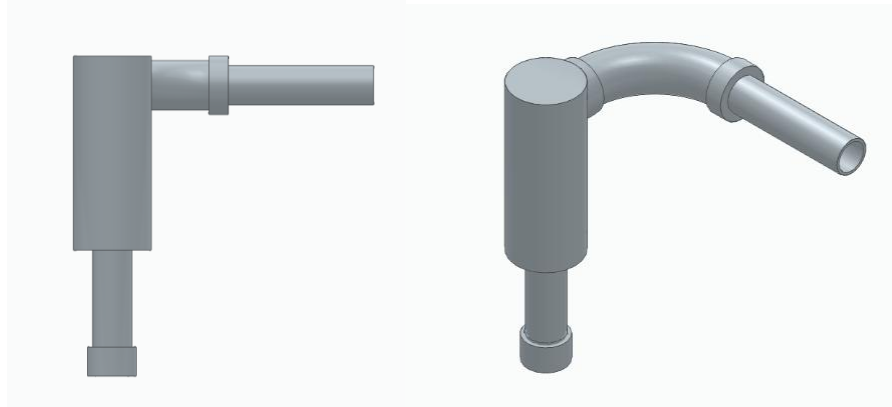
Szemponatok, ami alapján elkészítendő a konstrukció:

- Miért érdemes motorizálni és megéri-e?
- A jelenlegi alkatrészek beépíthetőek-e?
- Piaci igényfelmérés
- Gyárthatósági felmérés
- Munkavédelmi jogszabályoknak megfelelés
- Kitett terheléseknek ellenállás
- Géptervezési jogszabályoknak megfelelés
- Mobilitási kérdés
- Karbantarthatóság és élettartam

2.1 Adott technológia lemodellezése

Mosófej vagy forgató mű:

A tömszelence kissé nehezen mozog, de javítható állapotban van esetlegesen egy új tömítés és szimering gyűrű csere nem árt az üzembehelyezéshez. (Lásd 10. ábra)



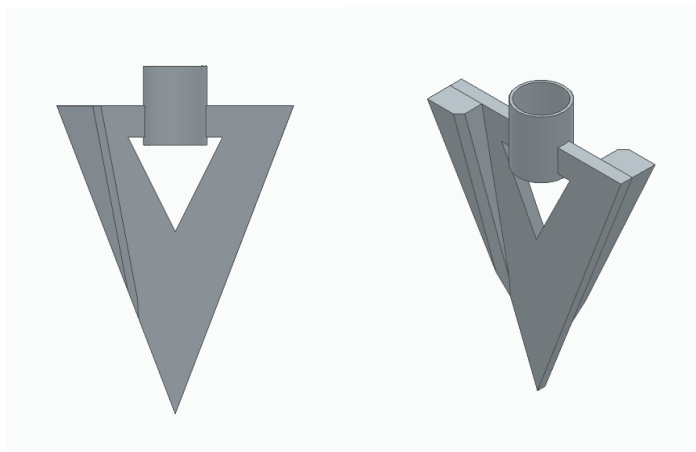
10. ábra. Mosófej – saját szerkesztés

Fúrófej:

A jelenlegi fúrófej kisebb rekonstrukcióra szorul, az újra élezés elvégzése szükséges. Ezért fontos a fejkialakításánál az úgynevezett él „hízalása” lehetőleg kopásállóbb anyaghasználattal edzett acéllal vagy

vidiával (Lásd 11. ábra) Az ismert anyaga a fűrőfejnek egyszerű szénacél.

A választott anyagnak a rekonstruáláshoz vidia lemezt találok a legmegfelelőbbnek mivel a vidia lemezek elterjedtek használatiterületük a fúrás és magasigénybevételű forgácsoló munkák. A vidia feltétele lehet forrasztás vagy a fűrőfejbe menetet képzünk és csavarral rögzítjük. A vidia lapokat a fúrásforgási irányának megfelelően helyezzük fel az lehetőleg az fűrőfej lapátjain 2-5 mm túlnyúlással. A hegyrészt viszont szabadon hagyjuk, ha esetlegesen a fűrőhegy nehezebb kőzetréteget ér el, akkor inkább deformálódjon a fűrőfej mint a fűrőszál megrepedjen esetlegesen eltörjen. Így a fúrást védjük attól, hogy a fűrőszálunk és a fűrőfejünk lent maradjon és kárba menjen.

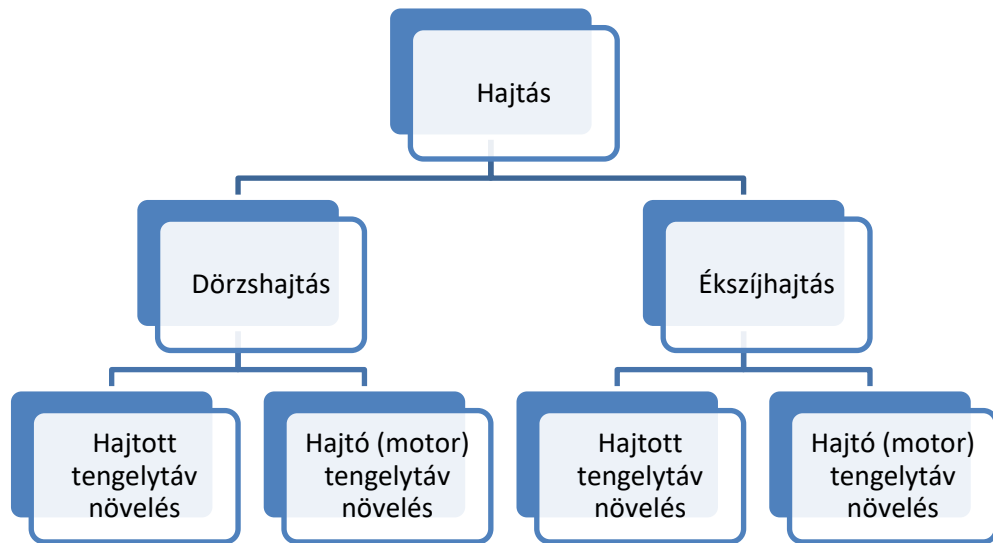


11. ábra. Fűrőfej – saját szerkesztés

2.2 Több konstrukciós modell készítése

2.2.1 Mechanikai hajtások

A konstrukciós modellek készítése a különböző hajtás megoldások (12. ábra) figyelembevételével történik. Itt ugyanis meghatározhatjuk, hogy melyik hajtás kivitelezése célszerű a következő pontok alapján.



12. ábra. Szíjszűszás összetevői

1. Dörzshajtás:

a. Hajtó (motor) tengelytáv növelés:

A hajtott tárcsa és a görgők, amelyre felfekszik (a görgők az alappokeretre vannak hegesztve) fix pozícióval rendelkeznek az alappokereten a motor mozdításával történik a feszítés. (13. ábra)

b. Hajtott tengelytáv növelés:

A hajtott tárcsa pozíciója rögzített az alappokereten, így a hajtott tárcsa (fűrószál) a motor tengelyétől feszítő görgőkkel történik. (15-16. ábra)

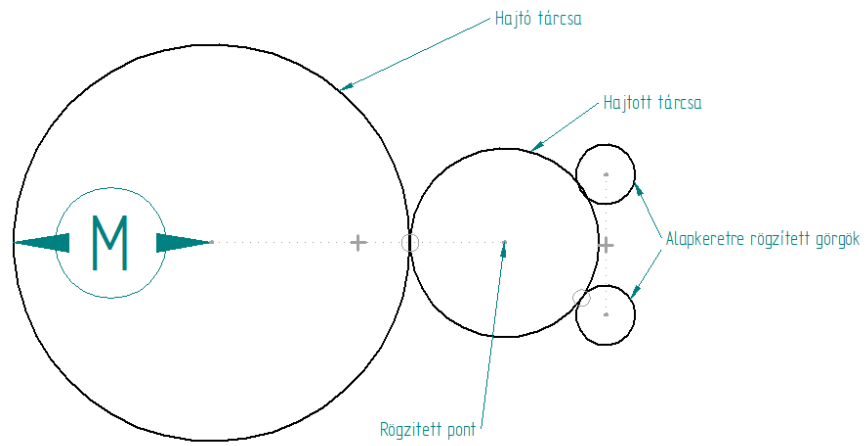
2. Ékszíjhajtás:

a. Hajtó (motor) tengelytáv növelés:

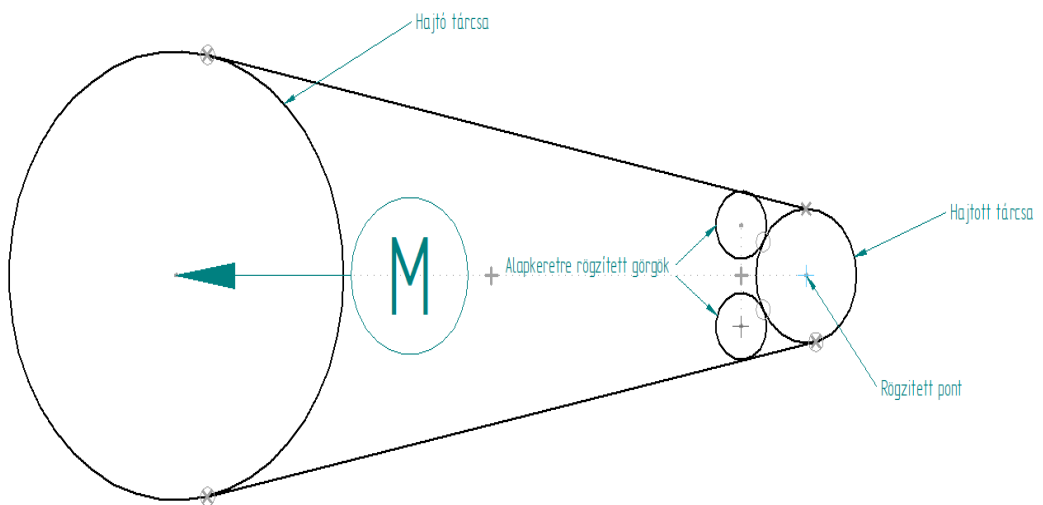
A görgőkre felfekszik a hajtott tárcsa és az ékszíz laza amíg a motortengelyt nem módosítjuk. (14. ábra)

b. Hajtott tengelytáv növelés:

A hajtott tárcsa (fűrószál) mozgatható/feszíthető a görgők segítségével, így jön létre a hajtás. (17-18. ábra)



13. ábra. Dörzshajtás hajtótengelytáv növelés



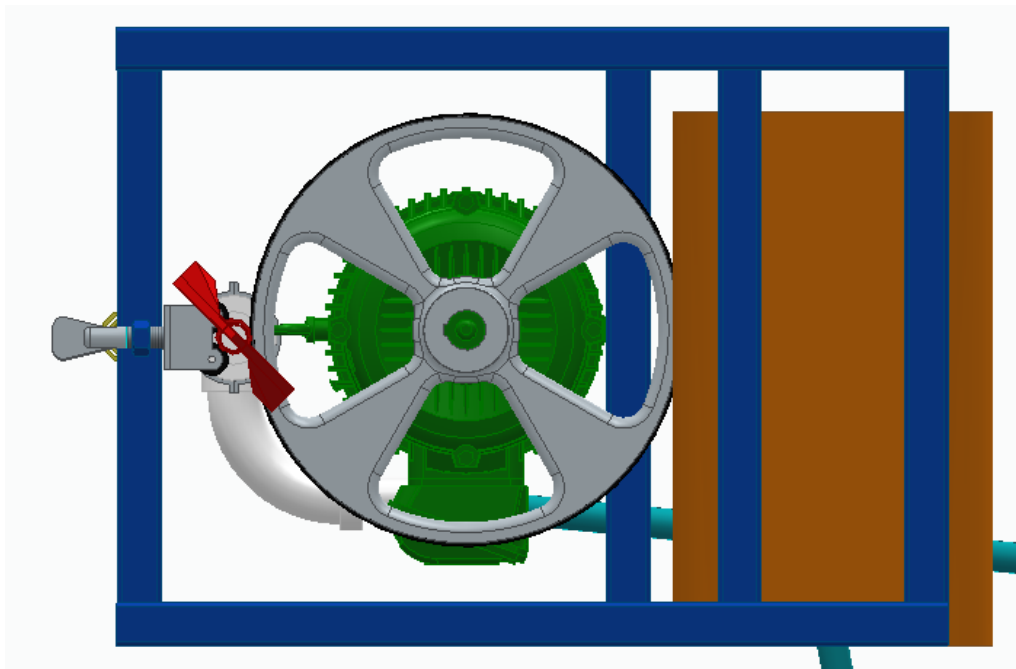
14. ábra. Ékszíjhajtás hajtótengelytáv növelés

2.2.2 Dörzshajtásos kivitelezés

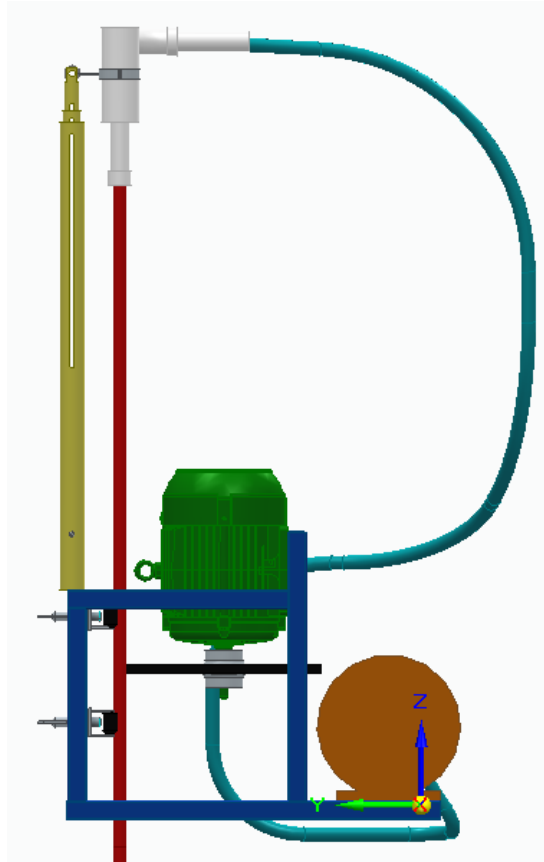
A dörzshajtás beépítése az 1.-es jelölésű konstrukcióba. Megfelelő forgáskapcsolatot előíró dörzshajtás a szerkezet felépítését figyelembe véve ahhoz, hogy ideális nyomaték átadás történjen motor és a forgatott fűrészálon keresztül egy speciális bordázott aggyal kialakított tárcsa a megfelelő opció, amely egy gumírozott belül bordázott kialakítás a dörzsfelületen pedig félkör vagy ovális. Amelynél nyomatéki erő jobb hatásfok eléréséhez érdekében a feszítő görgők a fűrészálat támasztják, illetve feszítik neki a tárcsának. Az alábbi tervezeten látható a kialakítása a szerkezetnek (15-16. ábra).

Alkatrészek a hajtásnál:

- Dörzstárcsa
- Ellen spanoló vagy feszítő görgők



15. ábra. Dörzshajtás konstrukció alulnézet – saját szerkesztés



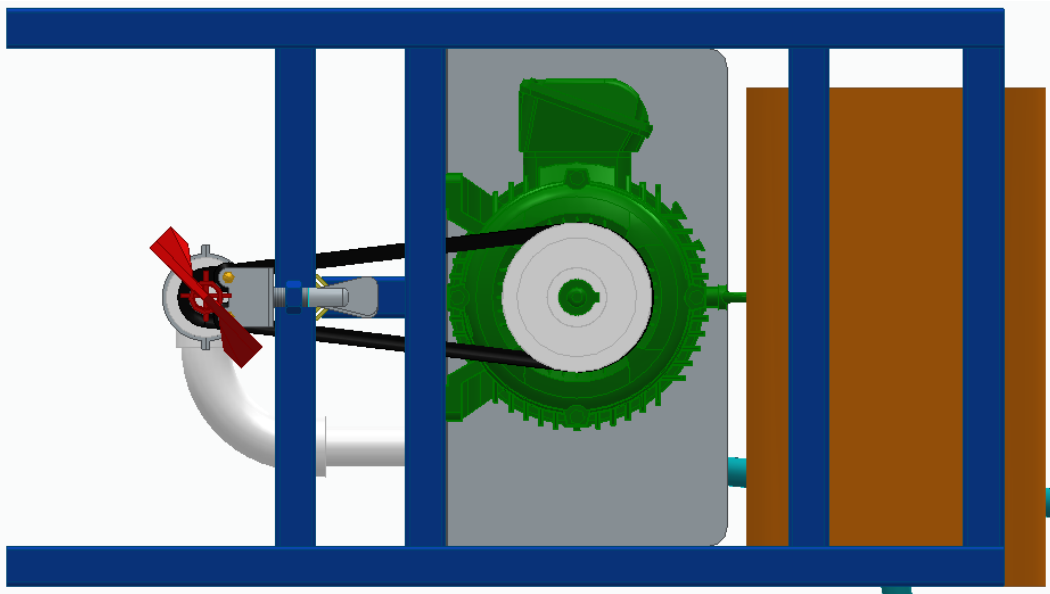
16. ábra. Dörzshajtás konstrukció oldalnézet – saját szerkesztés

2.2.3 Ékszíjhatásos kivitelezés

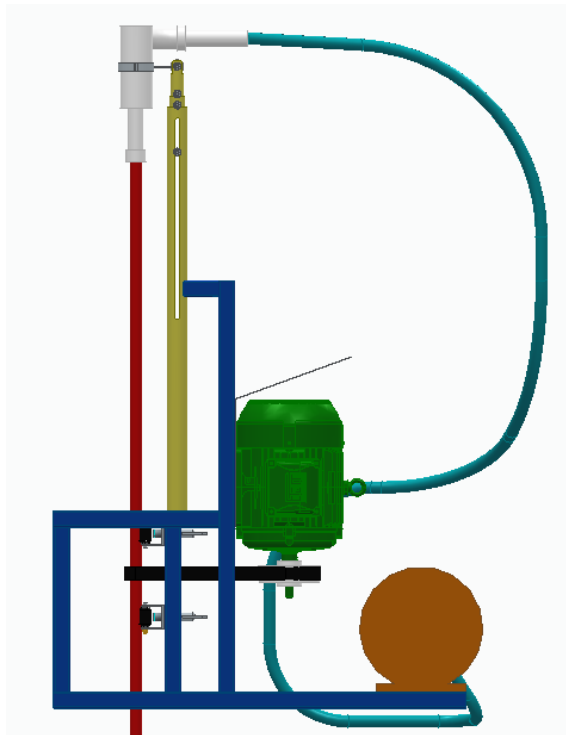
Az ékszíjhajtás tervezetnél a 2. konstrukció. Az alapkeret kisebb módosításon esik keresztül több a keresztmerezítés az alapkereten. A görgők beépítésénél átstrukturált pozícióba kerül 2 zártszelvény, így ékszíjfutás stabilizáló görgők kialakítása ellentétes irányban történő felrakása is kivitelezhető, hogy a fűrőszálat a kifelé a szerkezettől feszítjük a hajtás megvalósulásáért (Lásd 17. ábra). Továbbá az ékszíjkilengés miatt a futása megakadhat a lefelé mozgó fűrőszál és karmantyúfelütközés miatt ezért az ékszíz mindkét oldalán úgynevezett futást segítő görgők beépítése kötelező (Lásd 18. ábra). A dörzstárcsa helyett ékszíjtárcsa kerül a motor tengelyére. Egyéb struktúra nem változik a beépítésnél

Alkatrészek a hajtásnál:

- Ékszíz
- Ékszíjtárcsa
- Ellen spanoló görgők
- Ékszíz feszítő görgők



17. ábra. Ékszíjhatás konstrukció alulnézet– saját szerkesztés



18. ábra. Ékszíjhatás konstrukció oldalnézet – saját szerkesztés

2.2.4 Indoklás a választott szerkezet mellett.

A választott hajtás az ékszíjhajtás hajtott tárcsa tengelytávnöveléssel műszaki szempontok alapján.

1. Teljesítmény:

Az ékszíz hajtás a legjobb választás a laposszíz hajtással szemben sokkalta jobb a teljesítmény átadó képessége, ami egyenletesebb és stabilabb.

2. Karbantartás:

Mivel a hajtás nem igényel semmilyen féle olajkenést a túlforrósodás nem lép fel. Az ékszíz cseréjét könnyű felfedezni a szíz szemrevételezésével (repedések, foszlás).

3. Biztonság:

Ha a teljesítmény átadás instabillá válik (motor megszorulás, csapágy megszorulás, meghajtott oldali megszorulás) akkor a szíz egyszerűen csúszik, ami kíméli a meghajtott szerszámot vagy a motort.

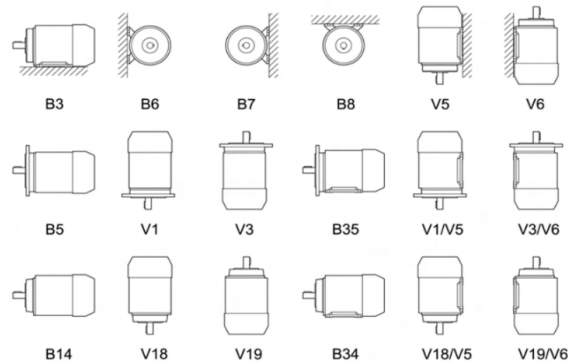
4. Működés:

Az ékszíz az zajszint alapján az egyik legcsendesebb hajtás ellenben a lánc vagy a fogaskerék hajtással. továbbá az ékszíz jól veszi fel a különböző rezgéseket, ami a szíjon eloszlik így zavartalan a futás.

2.3 Szabványhasználat, szabvány alkatrészek

2.3.1 Villanymotor kiválasztás

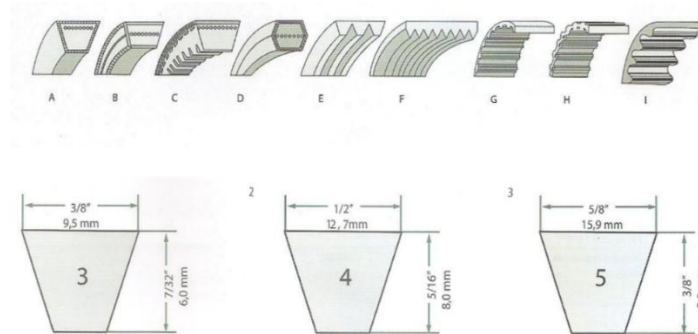
A villanymotor kiválasztásánál mivel a beépítendő pozíció függőleges V5-ös kivitelezést igényel (19. ábra). A motor csapágyazását ferdehatásvonalú golyóscsapággal ajánlott, mivel a beépítés radiális és axiális igénybevételnél is megfelelően biztosítja az átviteli teljesítményt így ideális a függőleges beépítésnél.



19. ábra. Motor beépítési pozíció [6]

2.3.2 Ékszíj kiválasztás

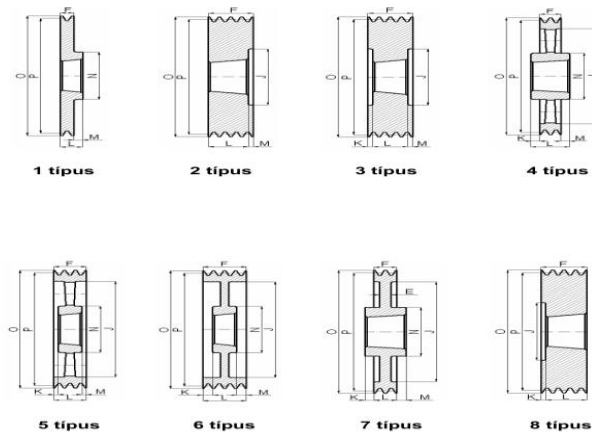
A megfelelő ékszíj kiválasztásánál figyelembe kell venni azt, hogy a fúrás folyamata közben a csőkötésnél a karmantyú felütközik, ami megakaszthatja a hajtás folyamatosságát, esetlegesen az ékszíj csúszást idézhet elő, illetve végső esetben az ékszíj elhasadását. Így a választani kívánt megfelelő keresztmetszetű ékszíj kiválasztásánál nem a hagyományos trapéz keresztmetszetű, hanem egy speciális félkör estelegesen fél ovális, hexagonális keresztmetszetű ékszíj kiválasztását ajánlom a karmantyúban való felütközést elkerülve. (Lásd 20. ábra)



20. ábra. Ékszíj profilok [7]

2.3.3 Ékszíjtárcsa


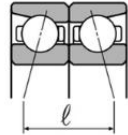
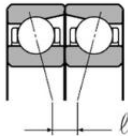
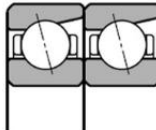
Öntött ékszíjtárcsa (Lásd 21. ábra) kiválóan megállja a helyét az adott situációban, a választott ékszíjhez mérten. Jelen esetben a koszorú kiképzése a választott ékszíjhez kapcsolódik. A tárcsa rögzítését a megrendelni kívánt motor forgó tengelyét menetes véggel alátéttel, anyával és biztosítás kép még egy kontra anyával szereljük fel vagy koronás anya és sasszeg kivitelezésben.



21. ábra. Ékszíjtárcsa profilok [8]

2.3.4 Csapágyak

Az ellen spanoló/feszítő gördülő gumi csapágy kiválasztásánál, mint a villanymotor esetében is szintúgy a ferdehatásvonalú csapágyazást érdemes beépíteni. A csapágyakra ható erő axiális és radiális terhelést vesznek fel (Lásd 22. ábra). Persze választhatunk masszívabb radiális csapágyazást, ami olcsóbb, de javaslatom szerint érdemesebb a ferdehatásvonalú csapágy, ami egyszerre képes felvenni axiális és radiális terhelést is.

Típus / jellemzők	Kialakítás
Standard kivétel <ul style="list-style-type: none"> Hatásszög: 30° és 40° 	
"O" elrendezésű duplex beépítés <ul style="list-style-type: none"> Mindkét irányú axiális és radiális erőt is képes felvenni. A nagy támaszköz (l) miatt a pillanatnyi nagy terheléseket is jól veszi fel. Mérsékelt szögbeállást tud kompenzálni. 	
"X" elrendezésű duplex beépítés <ul style="list-style-type: none"> Mindkét irányú axiális és radiális terhelést is képes felvenni. A kisebb támaszköz (l) miatt a pillanatnyi nagy terheléseket mérsékeltén tudja felvenni. Az "O" elrendezésnél nagyobb szögbeállást tud kompenzálni. 	
"DT" elrendezésű tandem <ul style="list-style-type: none"> Egy irányból érkező axiális és radiális erőket tud felvenni. Az axiális terhelést a két csapágy együttesen veszi fel, ezért ez az elrendezés biztosítja a legnagyobb axiális terhelhetőséget. 	

2

22. ábra. Ferde hatásvonalú csapágyak [9]

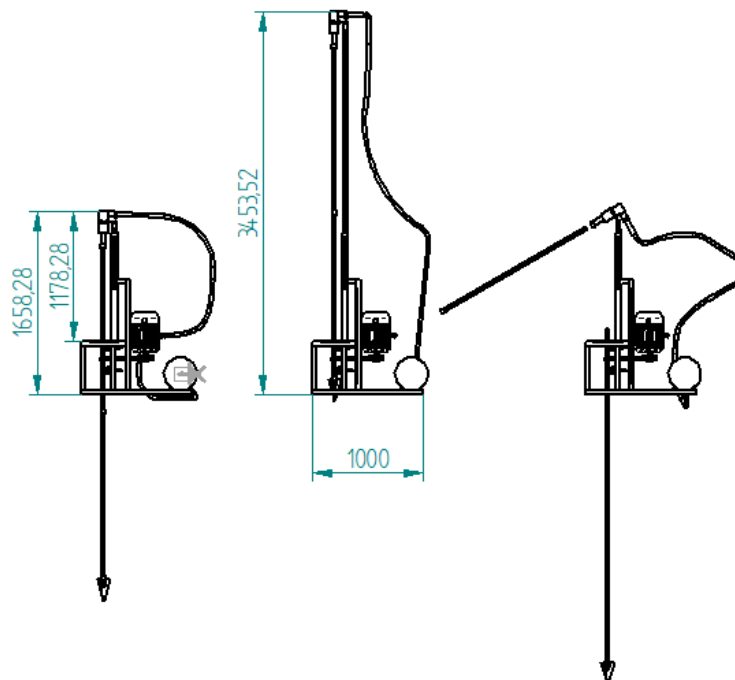
3 Lehetséges konstrukció

3.1 Tervezési folyamat

A tartószerkezet/alapkeret fő szempontjai: [10]

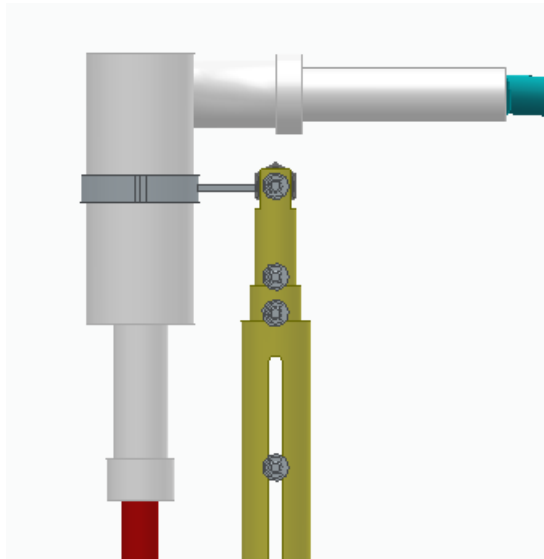
- Terhelhetőség (motorsúly, toronysúly)
- Stabilitás (motor és a fűrészál által kifejtett centrifugális erőknek ellenállás)
- Javíthatóság (hegesztési, csavarozási és rögzítési felületek könnyű elérhetősége)
- Anyagköltség
- Szállítás, mobilitás

Teljes mérete 1000x1659x580 mm állóhelyzetben. Torony maximális teljes kifizási helyzetben 1000x3454x580 mm (Lásd 23. ábra).

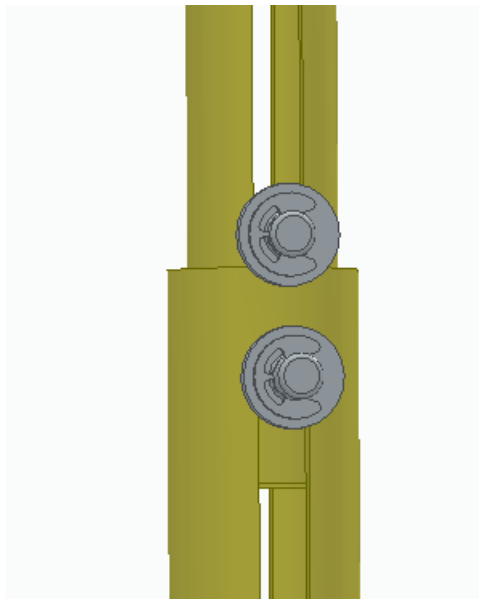


23. ábra. Kútfúró szerkezet névleges méretek rajz – saját szerkesztés

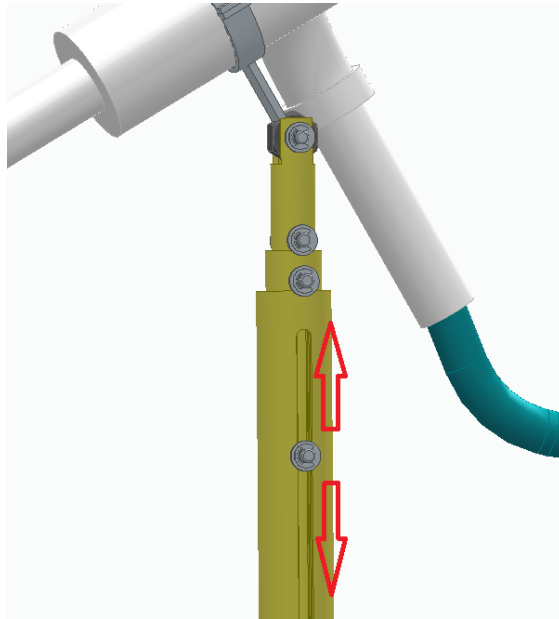
A torony kialakításánál 0 pont (Lásd 24. ábra) ami vagy az üzemen kívüli állapotát jelöli, vagy az új fűrószál beszerelési pontját. A teljes kifutási állapotnál a csapszegek akadályozzák meg a torony szétesését (Lásd 25. ábra). 3 különböző cső átmérő $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ " elegendő a munkafolyamathoz. A csöveken kivágását szimmetrikusan lángvágó vagy plazma esetleg lézervágó géppel $d = 10$ mm átmérővel végezzük. Az oszlopok egymásba helyezése után a csapszegek beszurással (DIN 71752) majd a Seeger-gyűrű (DIN 6799) rögzítése. Alátét (DIN 433) mindkét oldalon indokolt. Beépítési (Lásd 26. ábra).



24. ábra. Torony nyugalmi állapotban – saját szerkesztés

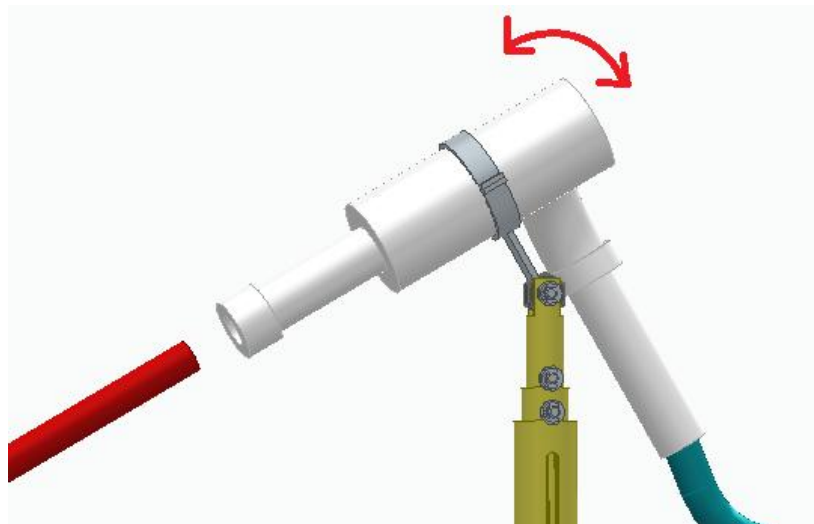


25. ábra. Torony maximális kifutási állapotban – saját szerkesztés



26. ábra. Torony összeszerelve – saját szerkesztés

A (27. ábra) mutatja a csuszkatorony (sárga szín) menetes fűrészfűrészt (piros szín) be- vagy kiserelési pozícióját. Azért fontos továbbá ez a fajta megoldás (a mosófej dönthetősége), mivel a szerkezetünk jelenleg fix pozícióval rendelkezik, így a mosófej is. Nem akarjuk minden egyes alkalommal le és felszerelni a mosófejet, plusz a soron következő fűrészfűrészt felszerelés is kényelmesebb a munkavállaló részére.



27. ábra. Mosófej szögben történő elmozdíthatósága – saját szerkesztés

3.2 Tartószerkezet kialakítása

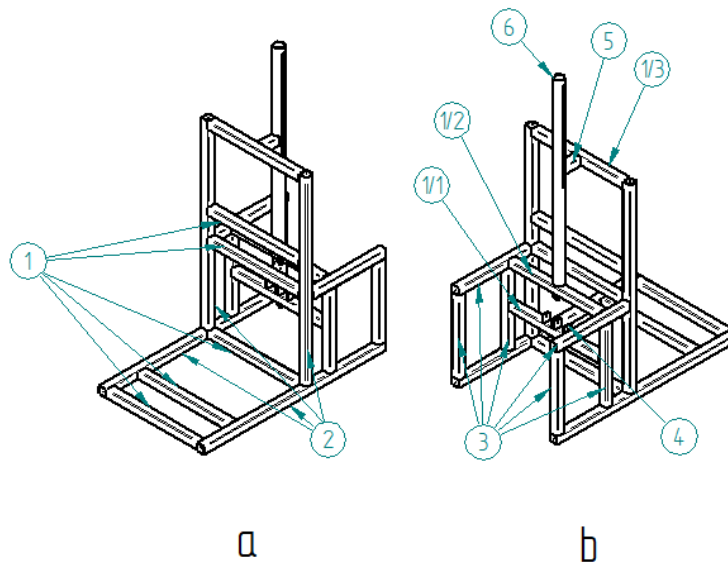
Három fontosabb követelmény: a hordozhatóság és teherbírás és könnyű alkatrészfelszerelés az alapkeretre volt kritérium a méretezésnél. A használni kívánt négyzet keresztmetszetű hidegen hajlított 40x40x4 mm zártszelvényből (Lásd 28-29. ábra)

Alkatrész lista:

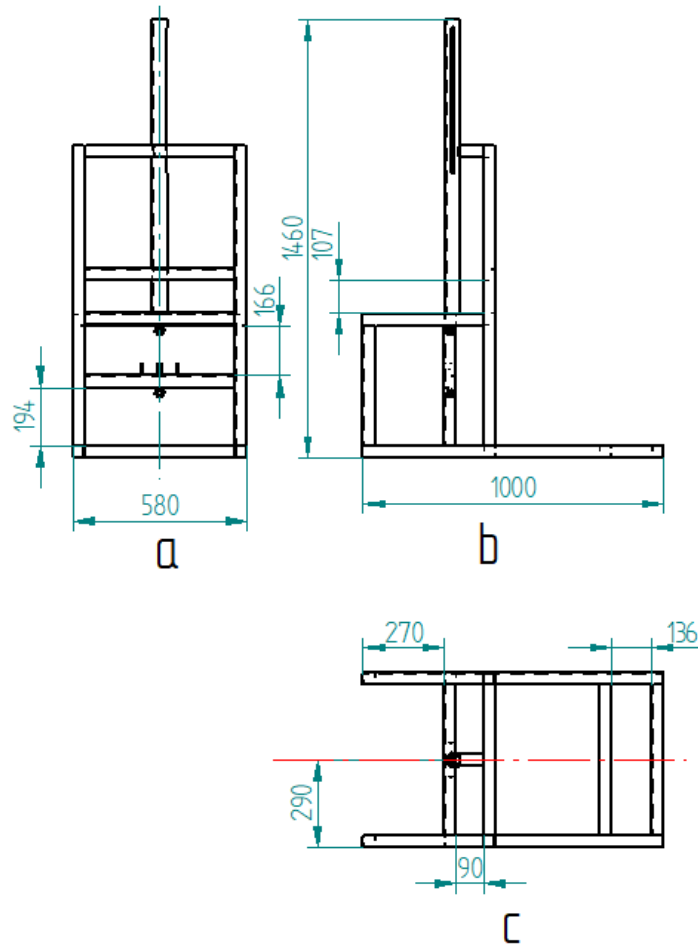
- 1-es alkatrész 8db L 500 mm
- 2-es 4db L 1000 mm
- 3-as 6db L 400 mm
- 4-es 40x40x5 mm laposacél
- 5-ös 1db L 100 mm
- 6-os 1 1/2" L 980mm cső

Az 1/1 jelölésű zártszelvényre a 3mm körbefutó hegesztés a 4-es jelölésű alkatrésszel, illetve M20 anya körbefutó hegesztéssel készül (Lásd 30. ábra). 1/2 zártszelvényre a 6-os alkatrész a 3mm körbefutó hegesztés, 6-5 alkatrész szintén. Az 1/3 viszonya az 5-ös alkatrésszel körbefutó varrat. Az alapkeret lépésenként hegesztési rajza külön dokumentálható, ha megrendelő kívánja.

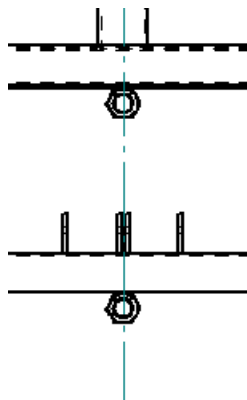
Használni kívánt elektróda: E6013 rutilos 3,2 mm hegesztőpálca. Hegesztőáram 80-160 A



28. ábra. Alapkeret 3D a, front nézet b, hátul nézet – saját szerkesztés



29. ábra. Alapkeret vetületi nézetek – saját szerkesztés



30. ábra. Egyéb hegesztési nézet – saját szerkesztés

4 Tervezési feladatok

Hajtás számításnál az első szükséges számítás, hogy a villanymotornak mekkora forgató nyomatékot kell kifejtenie, hogy a fúrás egyenletes és stabil maradjon a maximális súlyterhelés alatt. Majd a kapott értékeknek megfelelő teljesítményű villanymotor kiválasztása.

4.1 Motorkarakterisztika

Tudjuk, hogy egy 3/4 acél cső körülbelül 1 folyóméter súlya 1,63 kg. A használt fúrósálak 1,5 m. Így:

$$1,5 \times 1,63 = 2,445 \text{ [kg]}$$

A fúrás körülbelül 30 méterig volt végezhető, könnyebb szerkezetű talajoknál 36 méterig. Számítási alapnak vegyük a 30 métert.

$$30 \times 1,63 = 48,9 \text{ [kg]}$$

Számoláshoz ezt az értéket kétszeresére növeljük, mint biztonsági tényező $f = 2$. Így a számításhoz használt érték kerekítve 100 kg. Ez az érték tartalmazza a vízoszlop súlyát a karmantyúját, mosófej, fúrófej, tömlők. $g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Továbbá így kifejezhető az erő értéke:

$$(1) F = 100 \times 10$$

$$(1) F = m \times g$$

$$F = 1000 \text{ [N]}$$

Ebből számolunk egy szükséges nyomatékot, ahol a lengőkar a meghajtott tárcsa sugara $k = r_1 = 75 \text{ mm}$.

$$(2) M = F \times k$$

$$(2) M = 1000 \times 75$$

$$M = 75000 [Nmm] = 75[Nm]$$

ebből számítható a teljesítmény:

$$(3) P = M \times \omega$$

ahol:

$$(4) \omega = 2 \times \pi \times n$$

$$(3) P = M \times 2 \times \pi \times n$$

ahol $d_1=150\text{mm}$, $d_2=26,9\text{mm}$ és $n_2=120 \text{ 1/min}$:

$$(5) i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 = \frac{26,9}{150} \times 120$$

$$n_1 = 21,6 \left[\frac{1}{\text{min}} \right] = 0,36 \left[\frac{1}{\text{sec}} \right]$$

vissza helyettesítve:

$$(3) P = 75 \times 2 \times \pi \times 0,36$$

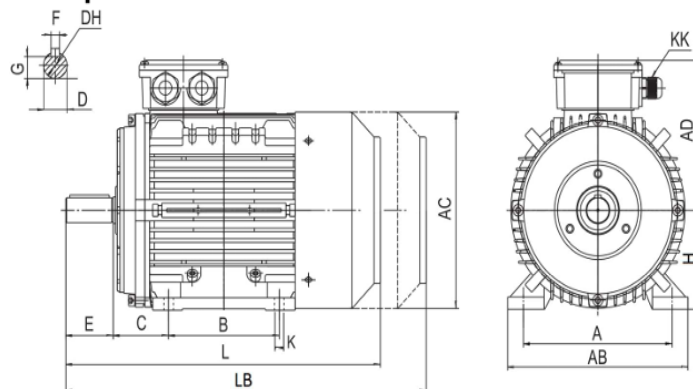
$$P = 169,56[W] = 0,16956[kW]$$

Az 1. táblázatból az így választott villanymotor teljesítménye $P = 0,18$ (kW)

táblázat. Illetve 2. táblázatból így a motor felrakásához szükséges furattávolságok és furatok is meghatározhatók az acélszerkezeten.

1.táblázat: Villanymotor katalógus [5]

B3 talpas



Méret	Pólus	A	AB	AC	AD	B	C	D	DH	E	F	G	H	K	KK	L	LB
56	2-4-6	90	115	110	100	71	36	9	M4X12	20	3	7,2	56	6		199	220
63	2-4-6	100	135	130	111	80	40	11	M4X12	23	4	8,5	63	7		217	242
71	2-4-6	112	150	145	118	90	45	14	M5X12	30	5	11	71	7		245	265
80	2-4	125	160	158	130	100	50	19	M6X16	40	6	15,5	80	10X13	1,5	277	277
90S	2-4-6	140	175	177	140	100	56	24	M8X19	50	8	20	90	10X13		312	312
90L	2-4-6	140	175	177	140	125	56	24	M8X19	50	8	20	90	10X13		337	337
100L	2-4-6	160	196	199	157	140	63	28	M10X22	60	8	24	100	12X16		375	375

2.táblázat: Villanymotor katalógus [5]

6p – 1000 ford./perc

Típus	P		n [1/perc]	η 100%	η 75%	η 50%	$\cos\phi$	I_n 400V [A]	I_s [A]	M_n [Nm]	M_s		Tömeg [kg]
	[kW]	[HP]									Mn	Mmax	
63B6	0,12	0,18	840	48			0,6	0,59	4	1,00	2,2	2,3	4,1
71A6	0,18	0,25	850	56			0,66	0,7	4,7	1,91	1,9	2	6
71B6	0,25	0,37	850	59			0,68	0,9	4,7	2,65	1,9	2	6,3
80A6	0,37	0,5	885	62			0,7	1,24	5,5	3,93	1,9	2	8,9
80B6	0,55	0,75	885	65			0,72	1,7	5,5	5,84	1,9	2,1	10,4
90S6	0,75	1	945	78,9	80,1	78,1	0,67	2,1	6,2	7,70	2,2	2	14
90L6	1,1	1,5	950	81	81,1	78,4	0,67	2,9	6	11,2	2,3	2,1	16,2

4.2 Ékszíjméretezés

Az első lépésként a kistárcsa méretéből (fűrészál) és az átfogási szögéből $[\beta]$ indulunk ki. A számításhoz [11], [12], [13], [14], [15], [16] dokumentációk, könyvek, videó anyagok képleteit, táblázatait alkalmazzuk.

Adatok:

- $[\beta]=160^\circ$
- $d_2 = 26,9 \text{ mm}$
- $d_1 = 150 \text{ mm}$ (tetszőlegesen választott)

Tengelytávolságra az alábbi összefüggést alkalmazzuk (negatív előjelet elhagyhatjuk):

$$(6) l_a \approx 0,7 \dots 2 \times (d_1 + d_2)$$

$$(6) l_a \approx 2 \times (150 + 26,9)$$

$$l_a \approx 353,8 \text{ mm}$$

vagy, ha $[\beta]=160^\circ$ akkor a [11] táblázat alapján alkalmazható:

$$(7) \frac{d_2 - d_1}{l_a}$$

ahol 0,35-ös értéket kapunk, ebből kifejezhető az l_a

$$(8) 0,35 = \frac{d_2 - d_1}{l_a}$$

$$(8) l_a = \frac{d_2 - d_1}{0,35}$$

$$(8) l_a = \frac{150 - 26,9}{0,35}$$

$$l_a = 351,71 [mm]$$

A szíj jellemző hosszának a számítása:

$$(9) L_w = 2 \times l_a \times \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2} \times (d_1 + d_2) + \frac{\pi \times (180^\circ - \beta)}{360^\circ} \times (d_2 - d_1)$$

$$(9) L_w = 2 \times 351,71 \\ \times \sin \frac{160^\circ}{2} + \frac{\pi}{2} \times (150 + 26,9) \\ + \frac{\pi \times (180^\circ - 160^\circ)}{360^\circ} \times (26,9 - 150)$$

$$(9) L_w = 703,42 + 277,733 + 10,771$$

$$L_w = 991,924 [mm]$$

Választott ékszíjhossz 1000 (mm) amelyből visszaszámoljuk a tényleges/valós tengelytávolságunkat:

$$(10) l_a = \frac{1}{4} \times p + \frac{1}{4} \sqrt{p^2 - q}$$

ahol:

$$(10) p = L_w - \frac{(d_1 + d_2)}{2} \times \pi$$

$$(10) p = 1000 - \frac{(150 + 26,9)}{2} \times \pi$$

$$p = 722,267 [mm]$$

$$(11) q = 2 \times (d_2 - d_1)^2$$

$$(11) q = 2 \times (26,9 - 150)^2$$

$$q = 30307,22 [mm]^2$$

$$(10) l_a = \frac{1}{4} \times 722,267 + \frac{1}{4} \sqrt{722,267^2 - 30307,22}$$

$$(10) l_a = 180,5667 + 175,2422$$

$$l_a = 355,8089 [mm]$$

Szlip számítása:

$$(11) s = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = 1 - \frac{v_2}{v_1}$$

ahol:

$$(12) v_1 = d_1 \times \pi \times n_1$$

kell az áttétel $d_1=150mm$, $d_2=26,9mm$ és $n_2=120$ 1/min

$$(5) i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 = \frac{26,9}{150} \times 120$$

$$n_1 = 21,6 \left[\frac{1}{min} \right] = 0,36 \left[\frac{1}{sec} \right]$$

$$(12) v_1 = 150 \times \pi \times 0,36$$

$$v_1 = 169,56 \left[\frac{mm}{s} \right] = 0,1699 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$(13) v_2 = d_2 \times \pi \times n_2$$

$$v_2 = 26,9 \times \pi \times 2$$

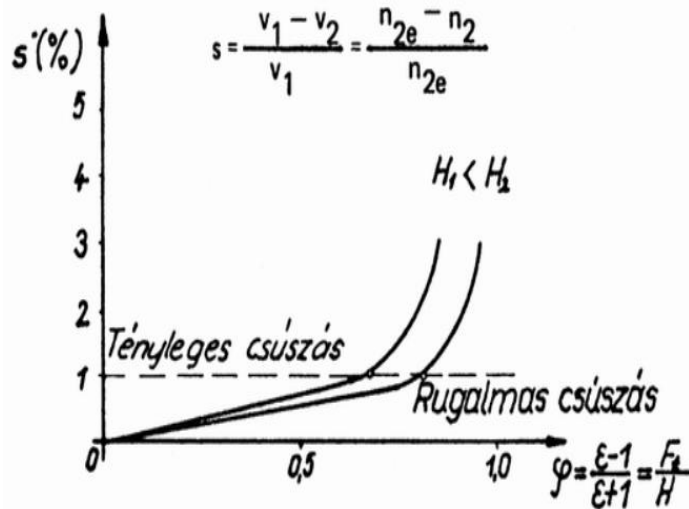
$$v_2 = 168,932 \left[\frac{mm}{s} \right] = 0,168932 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$(11) s = 1 - \frac{0,1689}{0,1699}$$

$$s = 0,58\%$$

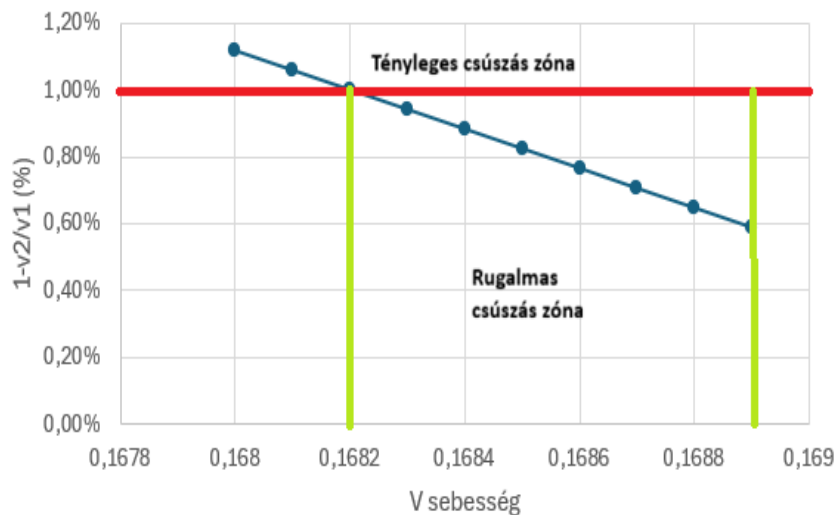
Ez által elmondható, hogy a hajtás nagyon minimális csúszással működik.

Ékszíz megcsúszási zónájának a meghatározásához tudunk kell a rugalmas és a tényleges megcsúszási zónának a határértékeit (31. ábra).



31. ábra. Szíjcsúszás összetevői [17]

Ha feltételezzük, hogy $v_1 = \text{áll.}$, mivel a fordulatszám nem növekedhet egy motor teljesítményén túl a gép tönkremenetele nélkül csak is kizárólag veszt a fordulatszámából és a tárcsa méretünk is fix méretű. Viszont a kistárcsánk a v_2 sebessége nem állandó csökkenhet (ha az ékszíj által közölt teljesítmény csökken). Egy Excel táblázattal levezetve következő diagram (lásd 32. ábra) megadja, ha v_2 $0,1682 \left[\frac{m}{s} \right]$ alá csökken akkor a tényleges csúszás bekövetkezik, megszakad a teljesítmény átadás. Így, ha a fúrás elakad vagy csökken a sebessége a fúrószálnak, akkor az ékszíj csúszás érvényesül jobbik esetben, rosszabb esetben az ékszíj elszakad megreped (ami a cél, hogy inkább az ékszíj menjen tönkre, mint a fúróegység)



32. ábra. Szíjcsúszás összetevői

Következő az ékszíjak számának a meghatározása:

Szükségünk van a szögtényezőre c_1 szögtényező táblázatból [11], az üzemítényezőre c_2 az üzemítényező táblázatból [11], c_3 . hossztenyező táblázatból [11] kivethető.

Így a szögtényezőnk: $c_1=0,95$, mivel 10 óra alatt végződik a fúrás így $c_2=1,3$ és a választott $L_w=1000$ mm SPZ szíjunknál a $c_3=0,9$

Szíjak darabszám számítása:

$$(14) z = \frac{P \times c_2}{P_n \times c_1 \times c_3}$$

ahol P a hasznos teljesítmény, ha azt akarom $z=1$ ékszíjjal történjen a közlés

$$(14) P = z \times \frac{P_n \times c_1 \times c_3}{c_2}$$

$$(14) P = 1 \times \frac{P_n \times 0,95 \times 0,9}{1}$$

$$P = 0,855 \times P_n$$

Ebből az ékszíjjal átvihető névleges teljesítményt határozzuk meg ahol a választott motor teljesítménye $P=0,18$ (kW)

$$(14) \frac{P}{0,855} = P_n$$

$$(14) P_n = \frac{0,18}{0,855}$$

$$P_n = 0,21 [kW]$$

Ami az ékszíjjal átvihető teljesítmény táblázatban [12] lévő értékekkel összehasonlítva kisebb így a motor választás és az ékszíz választás is túlméretezett, ami pont megfelel a kritériumoknak, hogy a gép megfelelően működjön.

4.3 Csapágyélettartam

A csapágy kiválasztásához szükséges számítási feladatok két részre bontható. Egyrészt a csapágy dinamikus csapágyterhelésének (C), másrészt a csapágy statikus csapágyterhelésének kiszámítása (C₀). A számításhoz [12], [18], [19] dokumentációk, könyvek képleteit, táblázatait alkalmazzuk.

Dinamikus csapágyterhelés kiszámítása:

$$(15) L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

ahol:

L₁₀: Névleges élettartam (90%-os megbízhatóság mellett), millió körül fordulás

C: dinamikus alapterhelés [kN]

P: egyenértékű dinamikus csapágyterhelés [kN]

n: fordulatszám [1/s]

p: az élettartam egyenlet kitevője (p = 3 golyóscsapágyakra)

Feladat a C meghatározása:

$$(15) C = P \sqrt[p]{L_{10}}$$

ahol,

$$(16) L_{10} = \frac{3600 \times n \times L_h}{10^6}$$

$$(17) v = d \times \pi \times n$$

a szíjsebesség értéke adott v = 170 (mm/s), a átmérőt a katalógusból választott legkisebb átmérővel használjuk D = 15 mm

$$(17) n = \frac{v}{D \times \pi}$$

$$(17) n = \frac{170}{15 \times \pi}$$

$$n = 3,6093 \left[\frac{1}{s} \right]$$

L_h : Névleges élettartam üzemóra, amelyet a csapágy élettartam táblázat [12] alapján választunk ki.

A kiválasztott L_h értéket mi választjuk. A fúrás kézzel végezve körülbelül 6-7 órát vett igénybe így a csapágy élettartam táblázat [12] alapján besorolható a Rövid idejű, szakaszos üzemeltetési jellegközé. A csapágyakat így 12000 üzemóra élettartam alapján kívánjuk számolni.

$$(16) L_{10} = \frac{3600 \times 3,6093 \times 12000}{10^6}$$

$$L_{10} = 155,9217 \text{ mil. fordulát}$$

Az egyenértékű dinamikus csapágyterhelésnél egy gördülő feszítőt nézünk, ahol 2 csapágyon oszlik meg a terhelés így: $F_{r1}=F_r/2$, ahol F_{r1} megegyezik a P értékével. F_r értéke a csapágyon előfeszítés és utófeszítési értéke adja, amelyet ugyanakkorára veszünk fel mind a radiál és az axiális terhelésnél, hogy a számításnak eleget tegyünk.

$$(18) F_{r1} = P$$

$$P = 0,5[kN]$$

visszahelyettesítés:

$$(15) C = P^p \sqrt{L_{10}}$$

$$(15) C = 500^3 \sqrt{155,9}$$

$$C = 2,6911 [kN]$$

Ezt a C értéket a (3. táblázat) katalógusban kikeresve a D=22 mm, ahol a C értéke 3,35 kN amihez $C_0 = 1,25$ kN és $f_0 = 14$ ezzel folytatva x táblázatot használva. Feltételezzük, hogy az $F_r = F_a$. A csapágyaknál normálhézagot alkalmazva a következő összefüggést kell alkalmazni, ahol:

$$(19) \frac{f_0 \times F_a}{C_0} \leq 6,89$$

$$\frac{14 \times 1}{1,25} \leq 6,89$$

$$11,2 \leq 6,89$$

Így a választott csapágy nem megfelelő ezért választjuk helyette továbbá érvényesülnie kell a 12 mm furatátmérőig az axiális terhelés nem lehet nagyobb mint $0,25 \times C_0$ összefüggésnek. Választunk egy nagyobb D=37mm, ahol $C_0 = 4,2$ és $f_0 = 11,1$. a 8. táblázatból

Behelyettesítve:

$$0,25 \times C_0 \geq F_a$$

$$0,25 \times 4,2 \geq 1$$

$$1,05 \geq 1$$

$$\frac{11,1 \times 1}{4,2} \leq 6,89$$

$$2,6428 \leq 6,89$$

Így a számítási tényező táblázatból [12] legközelebbi 3,45 ehhez tartozó értékek $e=0,38$ $X=0,56$ $Y=1,15$ számítható a statikus alapterhelés

$$(20) P_0 = X \times F_r + Y \times F_a$$

$$(20) P_0 = 0,56 \times 1 + 1,15 \times 1$$

$$P_0 = 1,71[kN]$$

ahol a statikus teherbírás biztonsági tényezője S_0 :

$$(21) s_0 = C_0 \div P_0$$

$$(21) s_0 = 1,95 \div 1,71$$

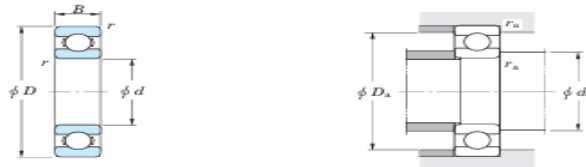
$$s_0 = 1,1403$$

A csapágy üzemi feltétel S_0 táblázattal [18] összevetítve kijelenthető, hogy a csapágyak közel a Normál futási pontossághoz.

3. táblázat: Csapágy katalógus [18]

Single-row deep groove ball bearings
open type

d 10 ~ (17) mm



Boundary dimensions (mm)	Basic load ratings (kN)			Fatigue load limit (kN) C_{10}	Factor f_0	Limiting speeds (min^{-1})		Bearing No.	Mounting dimensions (mm)			(Refer.) Mass (kg)		
	d	D	B			r_{\min}	C_r		C_{0r}	Grease lub.	Oil lub.		d_a min.	D_a max.
10	15	3	0.1	1.05	0.430	0.020	15.7	39 000	47 000	6700	10.8	14.2	0.1	0.002
	19	5	0.3	2.15	0.840	0.030	14.8	37 000	43 000	6800	12	17	0.3	0.005
	22	6	0.3	3.35	1.25	0.070	14.0	34 000	41 000	6900	12	20	0.3	0.010
	26	8	0.3	5.70	1.95	0.100	12.3	31 000	36 000	6000	12	24	0.3	0.019
	30	9	0.6	6.40	2.40	0.120	13.2	24 000	29 000	6200	14	26	0.6	0.032
35	11	0.6	10.1	3.45	0.270	11.2	22 000	27 000	6300	14	31	0.6	0.053	
12	18	4	0.2	1.15	0.530	0.023	16.2	34 000	41 000	6701	13.6	16.4	0.2	0.003
	21	5	0.3	2.40	1.05	0.040	15.3	33 000	39 000	6801	14	19	0.3	0.006
	24	6	0.3	3.60	1.45	0.080	14.5	31 000	36 000	6901	14	22	0.3	0.011
	28	7	0.3	6.40	2.40	0.120	13.2	27 000	32 000	16001	14	26	0.3	0.024
	28	8	0.3	6.40	2.40	0.120	13.2	27 000	32 000	6001	14	26	0.3	0.022
	32	10	0.6	8.50	3.05	0.240	12.3	22 000	27 000	6201	16	28	0.6	0.037
37	12	1	12.1	4.20	0.420	11.1	20 000	25 000	6301	17	32	1	0.060	

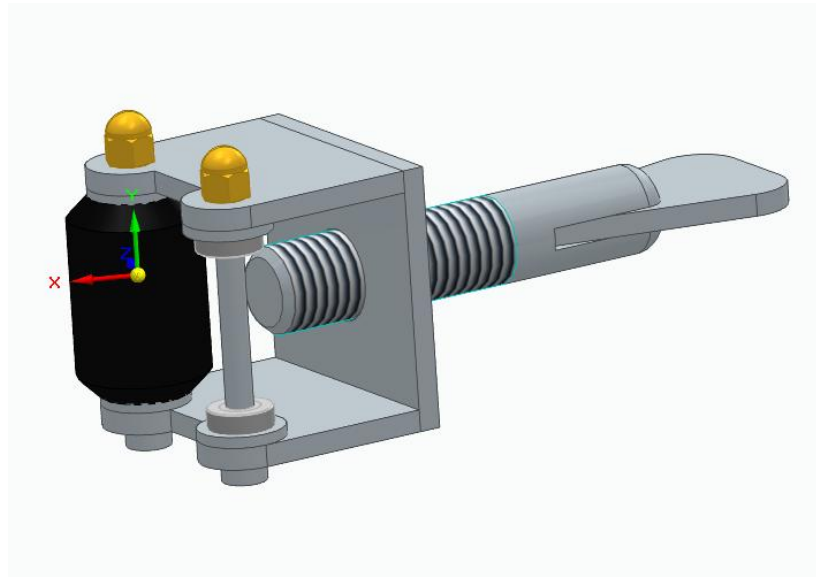
4.4 Feszítőgörgők kialakítása

Tervezési szempontok:

- Egyenletes futás
- Megfelelő forgási sebesség felvétel
- Könnyű karbantarthatóság, fel- és leszerelés
- Rezgéscsillapítás

4.4.1 Fúrósálfeszítő görgők

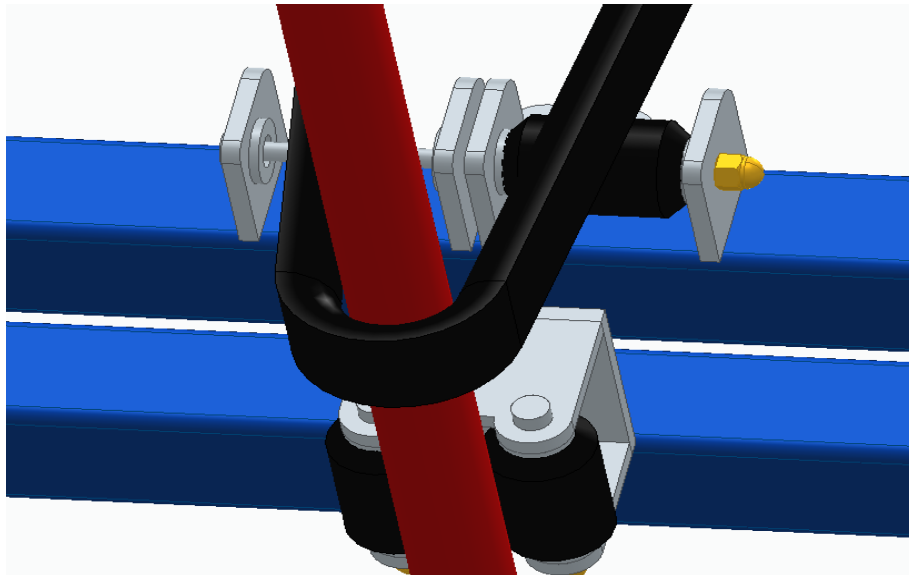
A görgők (33. ábra) célja a fúrósál ékszíjnak feszítése, és a motor által közölni kívánt forgási sebesség átadása a fúráshoz. A fúrési sebesség a két tengelytáv növelésével történik, amihez a görgők adják a megfelelő feszítést. A motor üzemi állapotba helyezésénél egy bizonyos előfeszítés kézzel történik majd fokozatosan a görgők állításával növekszik a tengelytávunk, a görgők fokozatosan feszíteni kezdik a fúrósálat az ékszíjnak így az ékszija apránként közli a forgató nyomatékot a fúrósálnak és a görgőknek, amelyek közel azonos forgási sebességet vesznek fel. A kontakt létrejöttkor minimális csúszás és kopás jelentkezik ezért a gumírozott rész tartósabb anyagrészből választjuk vagy könnyen cserélhetőnek kell lenni.



33. ábra. 3D összeszerelt alkatrész nézet – saját szerkesztés

4.4.2 Ékszíj feszítő görgők

Ezen görgők (34. ábra) funkciója az ékszíjpályán tartása. A kialakítást tekintve ugyanazon anyagok felhasználása érvényes, mint a fűrészál-feszítőknél. Ellentétes forgómozgást vesznek fel. Szerkezetre felhegesztést igényel.



34. ábra Ékszíj feszítőgörgők beszerelt állapot – saját szerkesztés

4.5 Érintésvédelem és burkolat

A 10/2016. (IV.5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről szóló rendelet betartása és alkalmazása a tervezeten kötelező! Mind a forgó mozgásban lévő testek/alkatrészek, mind a beépítésre kerülő elektromos alkatrészek miatt.

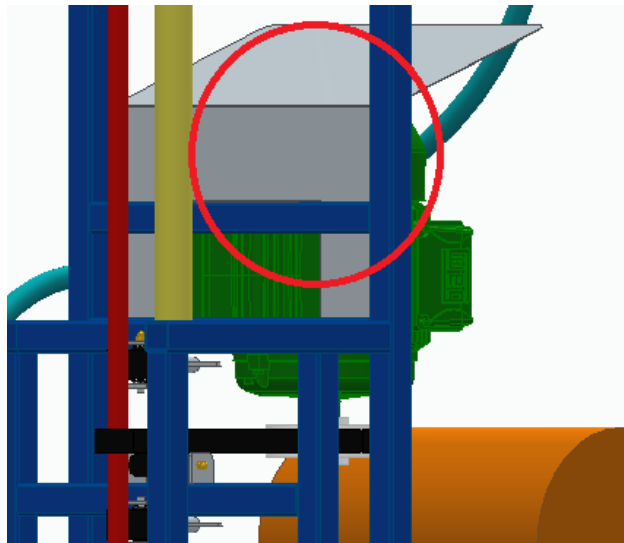
A burkolat tervezés kivitelezésnél az ékszíjtárcsa az ékszíz haladásipályája az elektromosmotor vízhatlansága indokolt. A tervezetnél figyelni kell az alábbi szempontokra:

- A burkolat nem érintkezhet mozgó felülettel
- A fűrés folyamán keletkező vízfelverődés
- Érintésvédelmi matricák (pictogramok) használata
- Használati útmutató készítése a munkaeszköz megfelelő és biztonságos használatáról
- Karbantartási és alkatrész cserélési útmutató készítése

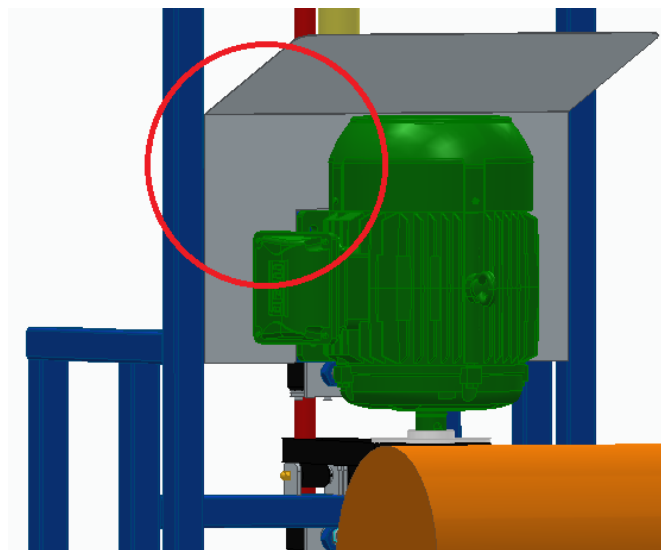
A (35. ábra) -n látható burkolat és érintésvédelmi matricák. A matricák elhelyezése a motor védő burkolaton és az ékszíz védő burkolaton látható helyen (Lásd 36-37. ábra).



35. ábra. Matricák [20]



36. ábra. Matricázási zóna 1 – saját szerkesztés



37. ábra. Matricázási zóna 2 – saját szerkesztés

5 Értékelés

5.1 Technológiai összehasonlítás

Ismert és kész kútfúrás technológiai bemutatása.

Hidraulikus kútfúró berendezés (Lásd 38. ábra)

Előnyei

- Gyors és egyenletes fúrás
- Mobilis
- Kútmélység akár 200 méterig is
- A teljes alkatrész (szivattyú, aggregátor, tömlők) elférnek a vontatmányon
- Kezelő panel
- Fúrásmegszakítás könnyű, ezáltal az újabb fúrósál beszerelés könnyebb

Hátrányai

- A karbantartási és fenntartási költségek magasak
- Hidraulikus munkahenger fenntartási költség
- A le- és felszerelése az új szakasznak balesetveszélyes mert az a szerkezeten történik, ha olyan a kialakítás (leesésveszély)
- 2 motor egy a fúrást végzi, egy pedig a munkahengert szolgálja ki
- Csövezések, tömlők balesetveszélyesek pontos odafigyelést kér a munkafolyamat
- A szerkezet ára

Adatok egy bizonyos típusról [21]:

- Modell: RCF350C hidraulikus lánctalpas szerelésű vízkútfúrógép
- Fúrási mélység: 350 m
- Fúrási átmérő: 90-350 mm
- Teljesítmény: 91kW Yuchai dízelmotor
- Alkalmazási terület: öntözőkút, otthoni ivókút, geotermikus fúrás, ipari fúrás

További adatok [21]



38. ábra. Hidraulikus kútfúróberendezés [21]

Csőrlős, tornyos kútfúró szerkezet (Lásd 39. ábra)

Előnyei

- Szállíthatóság
- Nem igényel kemény fizikai munkát
- A szál bővítés a talajon történik kevesebb a baleseti lehetőség
- Egyszerűbb a karbantartása

Hátrányai

- Tömlők balesetveszélyesek de lényegesen kevesebb mint a hidraulikus kivitelezésnél
- Magasan van a motor így, ha nincs jó rögzítés vagy a talaj enyhén vagy nagyon könnyen süllyed a munkavégzés nem megoldható
- Kézicsörlővel emeljük a motort
- Lánc szakadás
- A csörlő ütés karfeltekeredést egyéb balesetet okozhat
- A fúráshoz közel tud kerülni (emberi kéz)

Adatokat ezen szerkezeti kivitelezéssel kapcsolatban nem találtam teljesítmény adatokat.



39. ábra. Csörlős kútfúróberendezés [22]

Félgépiesített kútfúrás (Lásd 40. ábra)

Előnyei

- Bárhol végezhető (zárthelyen ahová már az előző két szerkezet nem fér be)
- Azonnal szakítható a fúrás (a kéz alatt a gomb)
- Költségileg olcsóbb a hidraulikus technológiához képest

Hátrányai

- Feltekeredés veszélye a fúrószálla
- Egyéb sérülési források (fejbeverés a fúró kóboráramot kap, áramütés, fej magasságban kicsúszik állkapocstörés...stb.)
- Nem egyenletes fúrás
- Emberitényezőtől függ a kút minősége (ferde fúrás)
- Lassú munkafolyamat
- Kis gép teljesítmény (túl forrósodás veszélye,)



40. ábra. Félgépiesített fúrás [23]

Kézi fúrás üzemeltetésileg a legolcsóbb és beruházás szinten, de ezeken kívül mindenben hátrányban van a fent említett technológiákkal összevetve.

5.2 Gyártási költség számítás

A következő anyag és használni kívánt alkatrészeknek az összegzése ezeknek beszerzési költsége, továbbá az acél szerkezetre elhasznált elektróda mennyiség és munkabér is összeszámolásra kerül a (4-6. táblázatokban).

4.táblázat: Acélszerkezet

Megnevezés	Méret	Db	Ár	Szabvány
Zártszelvény	40x40x4 (fm6)	2	12500	
Csőidom	$\frac{3}{4}$ "(fm6)	1	15000	
	1"(fm6)	1	12000	
	1 $\frac{1}{2}$ "(fm6)	1	24000	
Hatlap fejű anya	M20	2	45	DIN 934
Lemez	610x500x1	1	8000	
Bitosító gyűrű	9	4	50	DIN 472
Alátét	10	8	10	DIN 433
Csap	9	4	200	DIN 1434

5. táblázat: Motor és szíjhajtás

Megnevezés	Méret	Db	Ár	Szabvány
Villanymotor	MS 71A6	1	22000	
Ékszíjtárcsa	SPZ150 mm	1	4600	DIN 2211-3
Ékszíz	1000mm	1	2500	DIN 2211
Anyá	M20	1	40	DIN 934
	M8	4	5	DIN 934
Acálszár menetes véggel	M8 menet vég	4	3300	
Alátét	M22	1	50	DIN 433
	M10	8	10	DIN 433

6.táblázat: Görgők

Megnevezés	Méret	Db	Ár	Szabvány
Csapágy	D12/D137	12	2900	6301-2Z
Lemez	60x60x5	6	3500	
Hatlapú zárt anya	M8	5	18	DIN 1578
Szárnyas csavar	M20	2	2000	DIN 316

Összegezve: 187550 Ft. Viszont felesleg is keletkezik mivel a csöveket nem feltétlen kötelező, mint ahogy a táblázatokban megadtam folyóméter szerint beszerezni, tehát ez az összeg a fennmaradó anyagokat is számolva keletkezik. A hegesztés (7. táblázat) alapján a költsége ugye 30 kötést kell kialakítanunk így $K=30 \times 4 \times a$, ami $K=4800\text{mm} + 100\text{mm}$ ráhagyással

$$4900 \div 350 = 14$$

Szükséges elektróda kilogrammban:

$$14 \times 1,3 = 18,2 \text{ [kg]}$$

5kg 3,2 elektróda 4394Ft. 20 kg kell $4 \times 4394 = 17576$ Ft

Teljes összeg 205.126 Ft a munka órát nem számolva és a beszerzési költséget.

Munkabér számításához a jelenlegi munkabér géplakatos hegesztési órabér 10 000 – 17 000 Ft

Hegesztési munkaidő számítás a táblázatot használva 20kg 0,9kg/h leolvasztással $\Rightarrow 20 / 0,9 = 22,2$ h, így a munkaóradíj szorozva az idővel. 297000Ft

Végösszeg a teljes összeg és a munkadíj összege, ami: $205.000 + 297.000 = 502.000$ Ft, amihez hozzászámolhatunk egy motor felszerelést és torony összeszerelést, ami, körülbelül 1 óra munka +13.500 Ft. Így 515.500 Ft a végösszegünk.

7. táblázat: Hegesztés anyag mennyiség [24]

Felrakási adatok						
?tmér	Amper	Feszültség	Hatékonyág (%)	Elektródák száma / 1kg ömledék	Fúziós id elektródánként 90%-os I max mellett	Leolvasztási teljesítmény @ 90% I max
2.5 x 350.0 mm	65-110 A	20 V	60 %	69	57 sec	0.9 kg/h
3.2 x 350.0 mm	85-150 A	22 V	63 %	45	63 sec	1.3 kg/h
3.2 x 450.0 mm	85-150 A	22 V	63 %	43	64 sec	1.3 kg/h

A szerkezet súlyának a kiszámítása. A zártszelvényünk 6 fm. 25,512 kg. A felhasználni kívánt méter 10,5 m, ennek a súlya 44,646 kg. A torony súlya 1m $\frac{3}{4}$ ” cső 1,25 kg, 1” cső 1,65 kg, 1 $\frac{1}{2}$ ” cső 2,08 kg. Ezeket összeadva 49,626 kg. Az így kapott értékre még rászámíthatunk 3-5 kg között (csapágyak, ékszíj...stb.), így a végeredmény körülbelül 55kg. Ezt egy ember is mozgatni képes, de munkabiztonsági előírás miatt kötelező a 2 emberes pakolás.

5.3 Szerkezetek ár összehasonlítása

A kiszámított költség adatok alapján összehasonlítható (8. táblázat), hogy a szerkezet kivitelezése a piacon jelenleg áruba bocsájtott termékekkel szemben megéri-e a befektetést.

8. táblázat: Szerkezetek ár táblázta – saját szerkesztés

Technológia	Piaci ár
Félgépiesített	50.000-120.000 Ft
Csőrlős	2.000.000-tól
Hidraulikus	10.000.000-tól

Az újratervezett szerkezetünk anyagköltsége az előbbi számítások alapján 515.500 Ft, ha nagyobb teljesítményű motort szeretnék túlméretezés és strapabíróság, illetve a munka költség a szerkezet megvalósításához körülbelül 5-600.000 Ft túl árazva. így a szerkezetünk jóval olcsóbb a csőrlős, illetve a hidraulikus gépekkel szemben, de nem túl drága a félgépiesített szerkezettel ellentétben.

Következtetés megéri a beruházás véleményem szerint.

5.4 Tervezett konstrukció

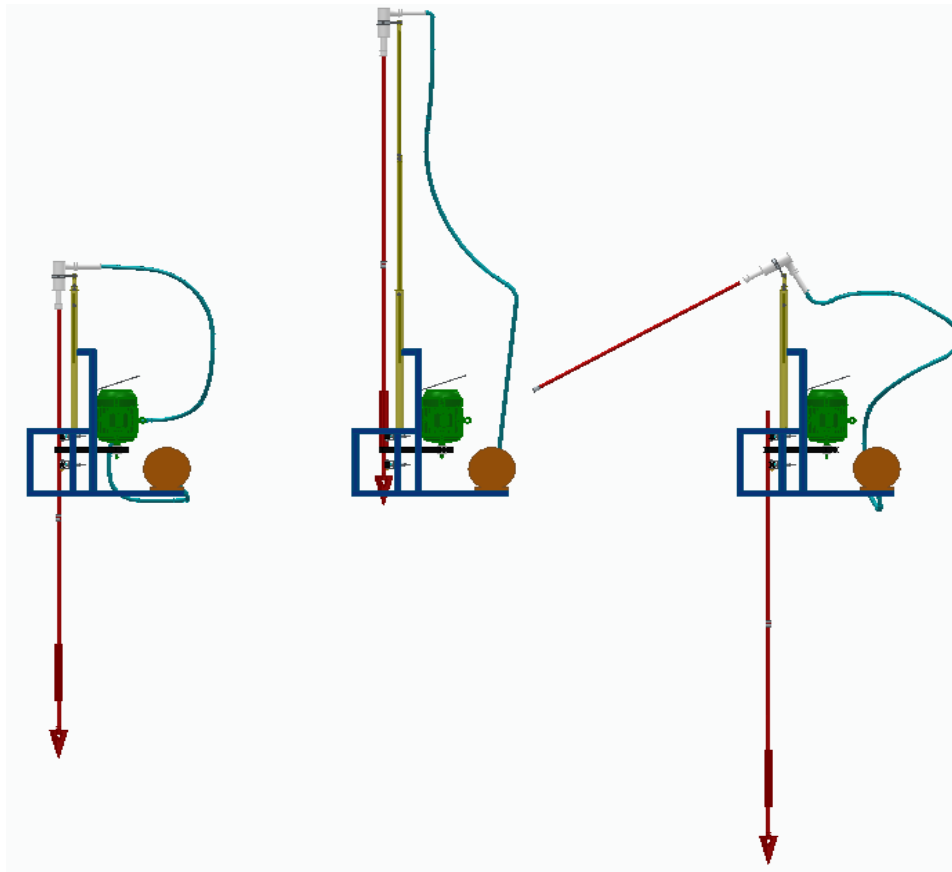
A végleges konstrukció (Lásd 41. ábra) összehasonlítása az előbbieken említett más fúrásokkal szemben.

Előnyök

- A motor pozíciója és forgása földközelebbi így kevésbé tud a szerkezet elmozdulni a generált centrifugális erők által.
- Árban olcsóbb legyártani mint a hidraulikus vagy a csőrlős kivitelezést
- A szál biztosítva van körben az acélszerkezettel így kisebb az esély a feltekeredési balesetre
- Könnyű szerkezet, kézzel mozdítható
- Szállíthatóság
- Karbantartást a motor igényli javarészt
- Az ékszíjnak köszönhetően, ha a fúrás megakad akkor nem tesz tönkre semmilyen csapágyat motor részt. Egyszerűen vagy elszakad az ékszíz, ami könnyen pótolható vagy az ékszíz csúszni kezd így a motor nem károsodik.
- A feszítés egyszerű a görgők könnyen után gyárthatóak költségben is alacsonyabb kicserélni

Hátrányok

- 2 fős a fúrési folyamat
- Az ékszíj könnyen sérülhet gyakori cserére szorul
- A csapágyazások könnyen szennyeződnek idegen anyag kerül a csapágygolyók közé hamarabb kopnak
- A flexibilis csövek itt is szintúgy balesetveszélyesek
- Ha a fúrótorony csúszófelülete deformálódik akkor a fúrás felütközhet (javítható)
- Szállításához utánfutó bérlés vagy nagyobb furgon használatát kell igénybe venni, vagy további költségek árán a szerkezet utánfutóvá alakítása



41. ábra. Ékszíj konstrukció helyzeti állapotok – saját szerkesztés

Hatékonysági mutató, kiértékelés:

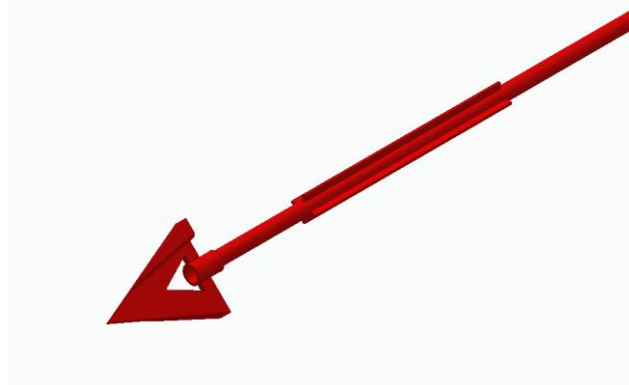
A szerkezet hatékonysága igazából az a munkafolyamat időbeni rövidülése mutatja. A szerkezet kialakítása előtt $n=2$ (1/sec) volt, A fordulatszámunk jelenleg a választott motorral az ékszíj szlipjével számolva ez a fordulatszámot $n=850$

(1/sec) -re növelhettük, ami persze egy fordulatszám szabályzóval majd a későbbi kivitelezésnél még módosíthatunk, de ez így is 425 % időbeni változást okoz. Persze ez csak egy jelképes százalék mert a fúrásnál sok a mellék idő és a munkafolyamat közbeni leállási szünet, ami előjön a folyamat közben. Lényegében az egy adott szakasznak a fúrása változik a fűrőfej és lepkeszál által okozott szemcsehomogenizálási sebessége a vízzel. Így ennek szemcsés víznek a cirkulálásnak köszönhetően tör előre a furatban.

Véleményezés szerint a szerkezet a kitűzött célt teljesíti mind számításban mind elméletben.

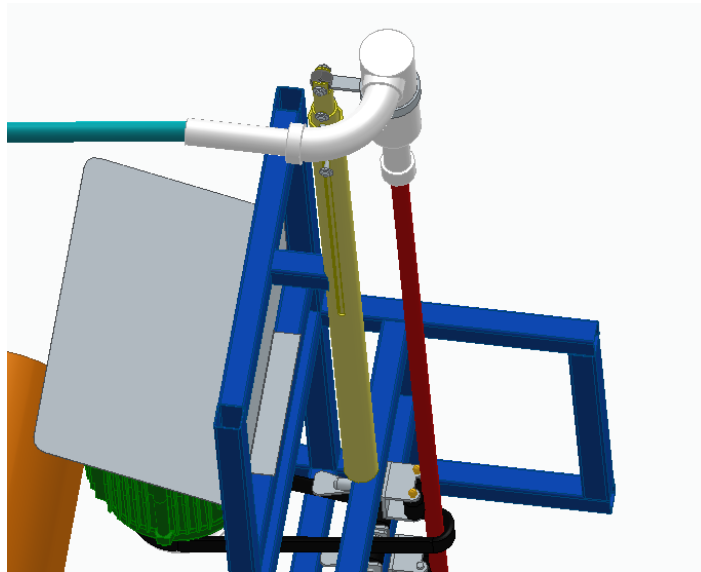
5.5 Fúrás menet változás, használati útmutató

1. A kezdeti lépések maradtak ugyan azok 1000 mm előfúrás kézfúróval, cölöpfúróval.
2. Szerkezet telepítése az előfúrás fölé
3. A fűrőfej és a lepkeszárnyakkal ellátott (első fúró szár) összeszerelése (ábra 42.)

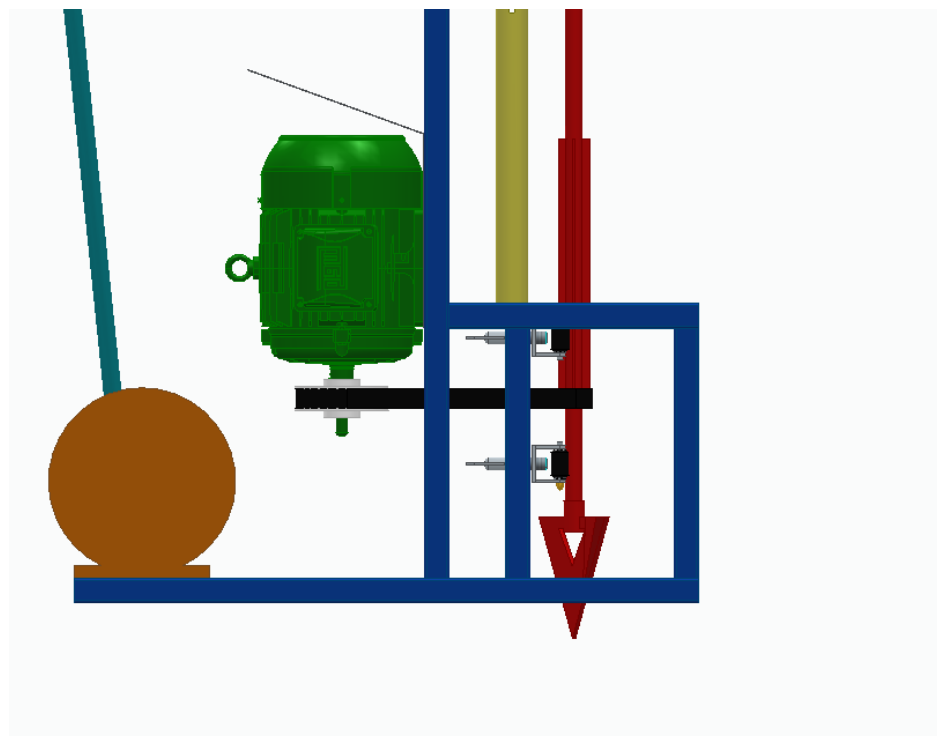


42. ábra. Fűrőfej és lepkefúrószerű állapot – saját szerkesztés

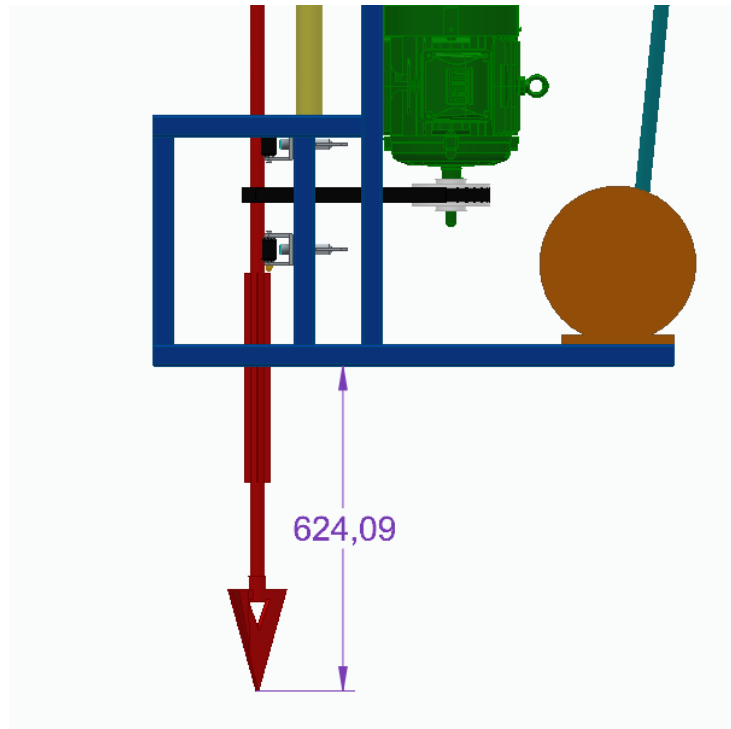
4. A fúrószerű behelyezése és csatlakoztatása mosófejhely de az ékszíjnak már a fúrószerűt ölelnie kell (ábra 43). Fontos a lepkeszál beépítése kizárólag a lepkék után lehet csak az ékszíj. Helytelen (ábra 44.) helyes (ábra 45.) beszerelés.



43. ábra. Konstrúció nézet – saját szerkesztés

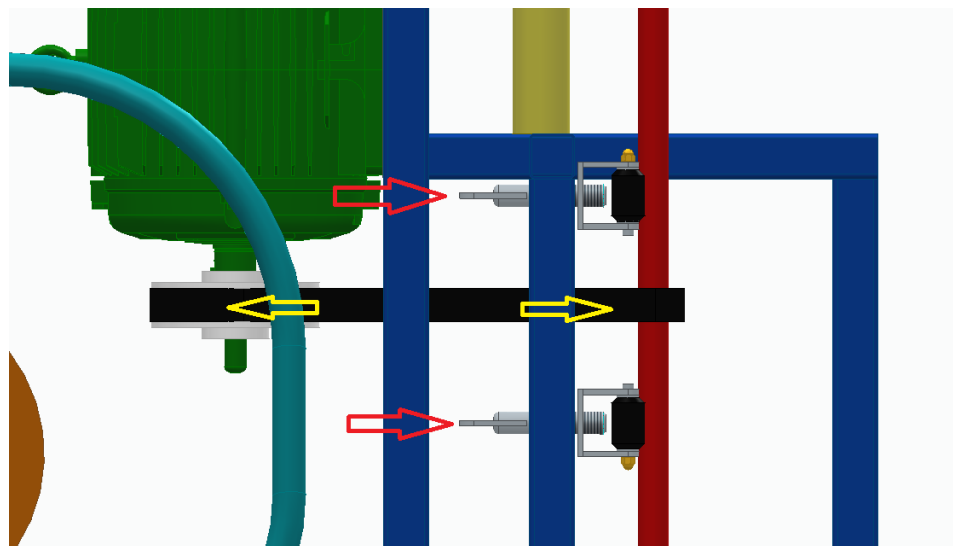


44. ábra. Helytelen beszerelés – saját szerkesztés



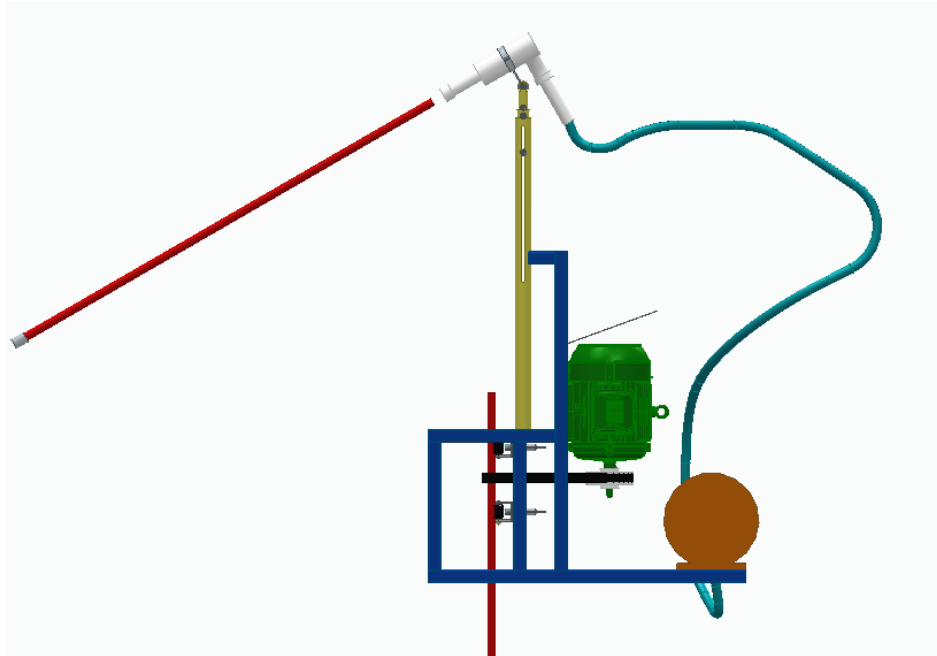
45. ábra. Helyes beszerelés – saját szerkesztés

5. A fűrészal finomfeszítése még mielőtt a motort indítjuk (ábra 46.)



46. ábra. Ékszíjfeszítés – saját szerkesztés

6. Motor indítása a frekvencia szabályzóval (ha a vevő kéri a frekvencia szabályzó beépítését), figyelem a frekvenciát állítsuk kis fordulatra, valószínű itt még nem lép fel nyomtérkátadás a szíj csúszik a fűrészálon
7. Szivattyú indítása
8. A feszítő görgőkkel egyenletesen növeljük a távolságot és közben a frekvenciaváltóval növeljük a fordulatszámot (ábra 46.)
9. A fűrészál megkezdi a forgást a közeg homogenizálását. A víz pedig utat tör
10. Amint a fűrészál halad lefelé majd eléri a felütközési pozíció (ábra 47.), szivattyút és a motort leállítjuk beszerelésre kerül 2 csőfogó segítségével a következő szár



47. ábra. Felütközési pont – saját szerkesztés

11. Megismételjük (5-től 10-es ponting a műveletet) majd ismételtén amíg el nem érjük a kívánt vizadóréteget
12. A kívánt vizadó réteg elérésekor ellenőrizzük, hogy milyen iszap hozam jön a felszínre a z ülepítő gödrökben, ha a vízhozam megfelelő mennyiségű kavicsos hordalékot hoz fel szemrevételezés alapján akkor még a 1-2 méter fúrás és még legalább 30 perc mosás kell a vízrétegben oldott hordalék ülepedés miatt
13. Eltávolítjuk a fűrészálat és a gépet a munkaterületről

14. Elsőnek a szűrővel ellátott PVC darabot végdugóval ellátva helyezzük a lyukba majd a végét gázperzselővel hevítve toldalékoljuk a következő PVC darabbal
15. A lehelyezett PVC kút és furat közötti hézagot minél kisebb szemcse átmérőjű kavicssal kb. 2-8 mm tömítjük ezzel kialakítva a vízáteresztő réteget a szűrő körül
16. A szivattyút összekötjük egy flexibilis csővel és leresztjük a kút aljáig, ahol tisztító mosatása a kút belsejének, amíg a vízhozam közel egyenletes tisztaságú vizet nem hoz a felszínre
17. Utómunkálatok az üleptőgödrök eltüntetése terepegyenlítéssel a kút tetejére sapka helyezés, ha azonnal nem állítjuk üzembe

5.6 Kiértékelés a szempontok alapján

1. Az adott technológia modernizálása és a megszabott anyagi kereteken belüli kivitelezése elégségesnek bizonyul.
2. A rendelkezésre álló eszközök beépítése és rekonstrukcióra való utasítások mind megfelelnek az előírásoknak.
3. A számítások igazolják és az alkalmazott hajtástechnológia is megfelelő választásnak bizonyul.
4. A 3D modell egyértelműen szemlélteti, hogy az eszköz könnyen kezelhető. Nem tartalmaz bonyolult mechanikai megoldásokat. Költségileg drága kivitelezést és beépítendő alkatrészeket. Karbantartása minimális, kopó alkatrészek könnyen cserélhetőek.
5. A számítási feladatok világosan és egyértelműen levezetettek és könnyen reprodukálható más adatok helyettesítésével, ha módosításra szorul a szerkezet vagy más teljesítmény/teherbírás adatokkal szeretnénk a kivitelezést.
6. Konstrukció összehasonlítása egyértelműen rámutat arra, hogy megéri a befektetett pénzügyi és munkaügyi energiát.
7. Az aktuális konstrukció kezeléséhez telepítéséhez üzemeltetéséhez kapcsolatos instrukciók könnyen értelmezhetőek és világosan képekkel mutatja meg a technológiai folyamat változásait.
8. A konstrukció a felsoroltak alapján teljesíti a szempontokat és követelményeket, ami által megfelelő a legyártásra személyes véleményem szerint.

6 Összefoglalás

Szaktervezésben egy elavult kútfúrési eljárásnak a gépesítését prezentáltam, ahol figyelembe vettem a manapság forgalomban kapható gépeket, szerkezeteket. Maga a szerkezet hajtástechnológiájának az alap ötletét egy műhelyben jelenleg is üzembe helyezett régi kompresszor hajtása adta, amely a tengelytávok növelésével képes leadni a teljesítmény ékszíjon keresztül.

A dolgozat hivatott ezen hajtástechnológia és a meglévő kútfúrószerkezet egyesítését egyetlen szerkezetté egyesítést. Az alapötleten túl figyelembe vettem a tervezési lehetőségeim szabadságát mivel csak 2 meglévő adattal rendelkeztem. Így éltem a tervezői szabadsággal a szabványokat figyelembe véve.

Továbbá maga a számítás és az irodalom felhasználáson kívül 3D modellezést is megvalósítottam, hogy a dolgozat nyomon követhetőbb és érthetőbb legyen, úgy mond minél jobban egy szerszám katalógus/bemutató jelleg alakuljon ki, ahol a cél a vevő meggyőzése akár látványtervileg vagy számításokkal alátámasztott érvelés a gép megtervezése érdekében. Továbbá költségterv, hatékonysági mutató és a beszerzendő alkatrészek listájának a felsorolásával.

Ezekon kívül részletesen használati és üzembehelyezési szempontokat is megadtam annak érdekében, hogy minél könnyebb legyen az első üzembe helyezés.

A dolgozat maga rávilágít arra, hogy hiába van valami, ami elavult, de az nem feltétlenül rossz és kidobandó. Érdemes időt, energiát, pénzt befektetni elfelejtett dolgok, tézisek és tudás megújítására, jobba, üzemképessé, versenyképessé tételére.

Irodalomjegyzék

[1] Kútfúrési cikk,

<https://profikutfuras.hu/minden-amit-a-furt-kutakrol-tudni-erdemes>

[2] Artézi vizek és kútfúrók aranykora, (Megjelent az Élet és Tudomány 2019/17. számában.), Babinszki Edit, https://map.hugeo.hu/articles/Artezi_kutak.pdf

[3] Dr. Léczfalvy Sándor, Kútépítés, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1971,
<http://www.ontozesmuzeum.hu/download/kutepites.pdf>, p 10-15., p 70.

(Letöltés időpontja: 2026.01.03.)

[4] Almássy Endre, XXVII. Konferencia a felszín alatti vizekről” Siófok, 2021. szeptember 28-29., https://fava.hu/siofok2021/Csiszar_Endre.pdf

(Letöltés időpontja: 2025.11.10.)

[5] PTE, PMMK, Stampfer M.: Gépelemek II / Mechanikushajtások I/2,
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszternok_Tanszek/Dr_S_tampfer_Mihaly/Gepelemek_II/2Szijhajtás.pdf , p.1-3.

(Letöltés időpontja: 2025.09.20.)

[6] Motor-System Kft., Villanymotor katalógus,
https://www.motor-systems.hu/wp-content/uploads/ms_villanymotor_katalogus.pdf , p. 8., p. 14.

[7] Ékszij típusok,

<https://funyirotraktor.hu/content/11-hasznos-tudnivalok?srsId=AfmBOoqMMCMZzXVDxrcgNKOfgPXWBAAskSx4JyPV5y8mJtDG93j0m3WVp>

(Letöltés időpontja: 2025 010.10.)

[8] Ékszijtárca típusok,

<https://www.hydrexkft.hu/assets/files/ekszijtarcsak.pdf>

(Letöltés időpontja: 2025 10.10.)

[9] Confidenza Csapágyszolgálat, Csapágykatalógus,

<https://www.confidenza.hu/hu/termekek/csapagyak/golyos-csapagyak/ferde-hatasvonalu-golyos-csapagyak>

- [10] Dr. Juhász György, Hegesztett alapteret tervezési segédlet, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki tanszék, Debrecen, 2018, p. 5-30.
- [11] Adolf F., Wilhelm D., Klaus G., Werner H., Helmut I., Günter K., Martin S., Fémtechnológiai táblázatok, B+V Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 1997, ISBN 987-963-8114-11-2, p. 224-225.
- [12] Dr. Tatai-Szabó Miklós, Gépiparítáblázatok, SZIGMA-3000 Bt., Szombathely, 2018, ISBN 978-615-00-1950-5, p.186-189., p. 173-175
- [13] Balogh Tibor, Szíjhajtásméretezése, Széchenyi István Egyetem, Feladat-adatbázis és videó példatár,
<https://sze-gyor.videotorium.hu/hu/recordings/22910/szihajtas-meretezese>
- [14] Dr. Szendrő Péter, Gépelemek III. /Hajtások/, Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Gépészmérnöki Kar Mezőgazdasági Géptani Intézet, Gödöllő, 1980, p. 17., p. 53-79.
<https://www.scribd.com/document/701465081/Gepelemek-III-Hajtasok-Szendr%C5%91-Peter-Tankonyv-GATE-SZIE-KERESHET%C5%90>
- [15] Adolf Frischherz, Herbert Piegler, Fémtechnológiai Példatár, B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest, 1995, p. 85-86.
- [16] Dr. Tiba Zsolt, Hajtáslánc optimalizáció, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen, 2015, ISBN 978-963-473-904-3, p. 23-30., p. 33-36.
(Letöltés időpontja: 2025 11.13.)
- [17] Szíjhajtási zóna,
<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/muszaki-alapismeretek/laposszihajtasok/szijcsuszaz>
- [18] Mélyhornyú gördülő csapágy katalógus,
http://www.confidenza.hu/NTNkatalogus/ntn_muszaki_1.html (link megszünt)
egyéb forrás fájl,
https://cnctar.hobbycnc.hu/Gabesz/A_gordulocsapagyak.pdf, p. 24-29.
(Letöltés időpontja: 2025.09.21)
- [19] SKF gördülő csapágy katalógus, PUB BU/P1 10000/2 HU, 2017,
https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d196809a65c0/pdf_preview_medium/0901d196809a65c0_pdf_preview_medium.pdf,
(Letöltés időpontja: 2025.09.21)

[20] Tábladepo, figyelmeztető matricák,

<https://www.tabladepo.hu/szolg-109/tablak-es-matricak-110/munkavedelmi-tablak/figyelmezteto-tablak/piktogram-szoveg-figyelmezteto#content>

[21] Kép, Hidraulikus f.szerk.

<https://hu.rcdrillmachine.com/water-well-drilling-rig/crawler-mounted-water-well-drilling-rig/well-drilling-machine.html> (piaci ár bemutatása)

(Letöltés időpontja: 2025 09.20.)

[22] Kép, Csörlős f.szerk.

<https://ireland.apollo.olxcdn.com/v1/files/w52x0vjunqf72-PL/image;s=465x700> ,
https://www.jofogas.hu/pest/Elado_ujjeptesu_kutfuro_157654130.htm (piaci ár bemutatása)

(Letöltés időpontja: 2025 09.20.)

[23] Kép, Félgépiesített f.szerk.

https://www.jofogas.hu/hajdu_bihar/Kutfuras_Debrecen_es_kornyeke_15705538_7.htm

(Letöltés időpontja: 2025 09.20.)

[24] Bevonatos elektróda katalógus,

<https://www.scribd.com/document/663328995/OK-73-15>

(Letöltés időpontja: 2025 09.20.)