

AQUAROBOTX 2025

MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓK GYŰJTEMÉNYE

HALLGATÓI FEJLESZTÉSEK AUTONÓM VÍZ ALATTI ROBOTIKAI RENDSZEREKHEZ



ISBN 978-615-02-6154-6

Kiadta:

UNEXMIN GEOROBOTICS Kft.

UNEXMIN
GEOROBOTICS



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ PROJEKT

AquaRobot

Szerkesztette:

Dr. Pintér-Kónya Judit Mária

vezető kutató

UNEXMIN Georobotics Kft.

Szakmai és Szervező Bizottság tagjai:

Koba Máté, Kőhidi Veronika, Magyar Levente, Nagy Máté,

Dr. Papp Richárd Zoltán, Péntek Endre,

ISBN 978-615-02-6154-6

Budapest, 2026.

Köszönetnyilvánítás

A 149903 - Merülj Bele: a vízalatti robotika jövője számú és elnevezésű projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Tudományos Mecénatúra pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A kiadványban megjelent dokumentációk szakmai, formai ellenőrzésen estek át.

A kiadványban megjelenő tartalomért és az alkalmazott műszaki megoldásokért a szerző csapatok felelősek.

A kiadvány elektronikus formában jelenik meg, ISBN-azonosítóval ellátva.

ELŐSZÓ

Az AquaRobotX víz alatti robotépítő verseny 2024-ben került megalapításra azzal a céllal, hogy a tudományos és technológiai innovációt, különösen a víz alatti robotika területét, elsősorban a fiatalabb generációk körében népszerűsítse. A kezdeményezés a gyakorlati tapasztalatszerzés mellett hangsúlyt fektetett a tudományos kommunikáció fejlesztésére is, amely a verseny teljes időtartama alatt meghatározó szerepet kapott.

Összesen 29 csapat, 130 hallgató 22 különböző középiskolából nevezett versenyünkre országszerte. A közel kilenc hónapon át tartó program során a résztvevők strukturált keretek között ismerkedhettek meg a víz alatti robotok tervezésének, építésének és tesztelésének folyamatával. A verseny lebonyolítása során kiemelt szerepet kaptak a mentorálási tevékenységek, az online és személyes workshopok, valamint a rendszeres konzultációs lehetőségek, amelyek támogatták a csapatok szakmai fejlődését és előrehaladását.

A verseny fontos eleme volt a dokumentációs és médiatartalmak készítése. A csapatok feladatai között szerepelt műszaki dokumentációk, koncepciótervek, valamint videós beszámolók elkészítése, amelyek célja a fejlesztési folyamatok bemutatása és a tudományos kommunikáció gyakorlatának elsajátítása volt. Ezek a feladatok hozzájárultak ahhoz, hogy a résztvevők átfogó képet kapjanak a mérnöki munkafolyamat egyes lépéseiről, valamint saját tapasztalatokon keresztül mélyítsék el ismereteiket.

A 2025. szeptember 13-án megrendezett merülési versenyen 9 csapat, 33 hallgató és 13 mentor vett részt és mutatta be az általuk fejlesztett merülő robotokat. A verseny zárásaként minden sikeresen teljesítő csapat részére felajánlottuk a kiadványban való megjelenés lehetőségét. Jelen kötet ezeket, az AquaRobotX verseny során elkészült összefoglaló műszaki dokumentációkat és absztraktokat tartalmazza. A kötet bemutatja a csapatok által fejlesztett víz alatti robotok felépítését, működését és a megvalósítás során alkalmazott megoldásokat. A dokumentumok együttesen tükrözik a verseny célkitűzéseit, valamint azokat az eredményeket és tapasztalatokat, amelyek a program megvalósítása során születtek.

Kelt: Budapest, 2026. január 20.

AquaRobotX Szervezőbizottság

TARTALOMJEGYZÉK

**Ambrus Péter, Homor Bálint, Horváth Zétény, Nagy Csanád László, Szamosi Milán,
Popof Edina, Heteyi Kornél:**

Bolygó Hollandi – Műszaki dokumentáció5

**Földi Balázs, Hartmann Iván, Kaló Hanna, Németh András, Kolláth Bertalan, Olaj Ádám,
Orosz Barnabás, Regele György, Sándor Balázs:**

Trefort cápái és Trefort a víz alatt – Műszaki dokumentáció.....56

Kozma Tamás Péter, Varga-Umbrich Károly, Ferenczi Alpár:

Noé Bárkája 2.0 – Műszaki dokumentáció85

**Csönkös Csaba, Beniczki Dominik, Fehér Zsolt Milán, Terjék Attila, Vas Milán Bence,
Zsigó Zoltán:**

VízBEMerül – Műszaki dokumentáció98

Garai Ábel, Juhász József, Unoka Csaba, Bakti András Tamás:

Titánic – Műszaki dokumentáció 108

**Kutas Borbála, Magay Benedek, Péterfia Mátyás, Magyar Márk, Bodor Tamás, Kiss
Sándor János:**

Yellow Submarine – Műszaki dokumentáció 121

Fekete Dávid, Makkai József, Szőr Béla Martin, Petykó Martin, Szabó Zsolt, Kovács Csaba:

Bláthy Joyson Búvár Klubb – Műszaki dokumentáció..... 128

BOLYGÓ HOLLANDI - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Ambrus Péter

Homor Bálint

Horváth Zétény

Nagy Csanád László

Szamosi Milán

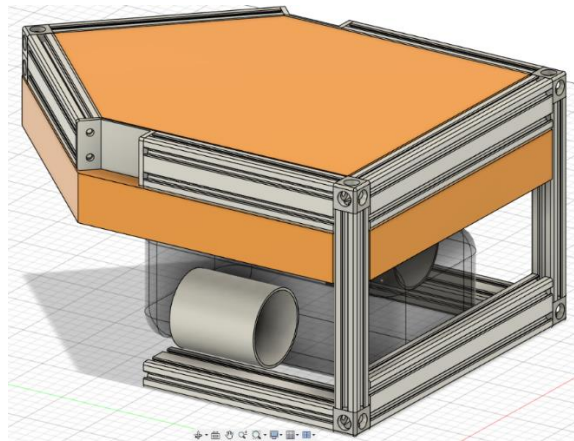
Felkészítő tanárok:

Popof Edina

Hetyei Kornél

1. Konceptió rövid ismertetése

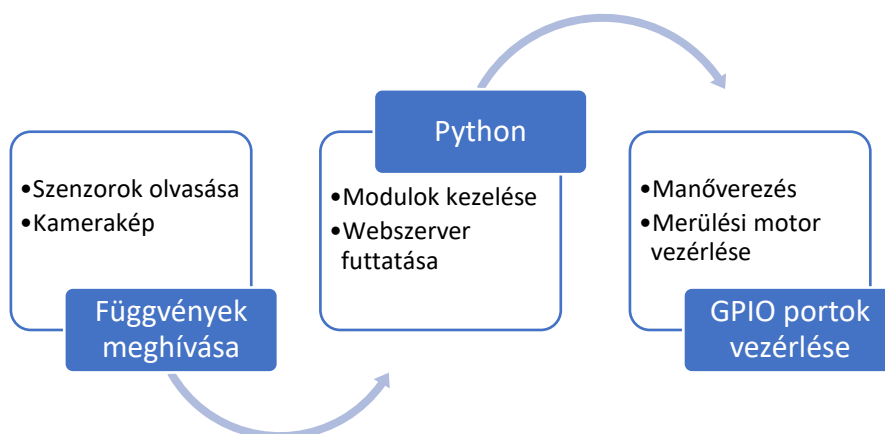
2025. január 8-án iskolánk versenyfelhívást kapott egy víz alatti robot építésére, fejlesztésére. Az értesülést követően felcsillant bennünk a vágy egy ilyen megmérettetésen való részvételre, mivel olyan baráti körrel rendelkezünk, akik között többféle területre kiterjedő érdeklődésűek vagyunk, annak ellenére, hogy azonos szakmát tanulunk (Szoftverfejlesztő és -tesztelő) Csepregen a Vas Vármegyei Szakképzési Centrum Nadasdy Tamás Technikum és Kollégiumában. A csapat gyorsan összeállt; rövid ötletelés után a Bolygó Hollandi nevet ragasztottuk a teamre. A csapat neve hozta magával a koncepciót: olyan robotot építünk, ami hű a névhez, azaz egy úszó nagyhajó, illetve egy alulról belőle kibújó kisebb merülő hajó, mely a víz alatti feladatokat hajtja végre. A koncepció terve Autodesk Fusion 360-ban lett megrajzolva, mely az alábbi ábrán lévő vázlaton látható:



1. ábra Az ötlet, melyen a koncepcióterv alapult (forrás: saját készítés)

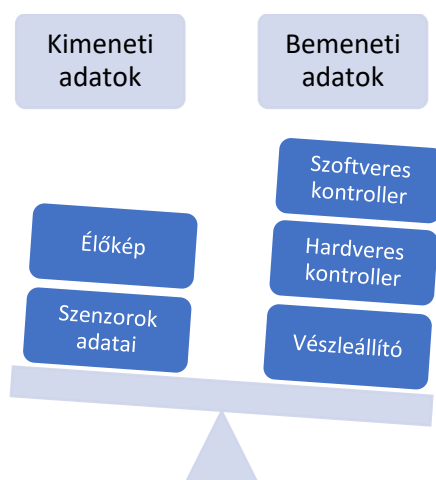
Ennek a koncepciónak a megvalósítását a költséghatékony, környezetünkben megtalálható, részben újra felhasznált alkatrészek képezték. Pl.: gépépítő aluprofil, XPS, ételtartó doboz stb.

A kis merülőhajóhoz az alapötletet egy LEGO-ból épített tengeralattjáró hozta meg az egyszerűségével. A kialakításából fogva szimpatikus lett. A jármű a Brick Experiment Channel YouTube csatorna (<https://www.youtube.com/@BrickExperimentChannel>) Building a Lego-powered Submarine 4.0 – automatic depth control című videóban látható.



3. ábra A Raspberry szoftverének folyamatábrája (forrás: saját készítés)

A rendszerünk tartalmaz egy hardveres irányítópultot is. Ez nem más, mint egy teljesen egyedi USB-s kontroller, mely billentyűléteket szimulál, azaz egy *HID billentyűzet eszköz* típusú beviteli periféria. Ezt szintén mi készítettük, hogy még egyedibb legyen a robotunk, és még egy ponton megmutathassuk kreativitásunk és képességeink.



4. ábra A PC-s alkalmazás fő komponensei (forrás: saját készítés)

A vízfelszín feletti technikai eszközöket további két részre bontottuk:

- a kezelő részére kialakított hardveres-szoftveres megvalósításra,
- a verseny nézői részére készített weboldalra, mely élőben sugározza:
 - a kamerák előtti terület látványát,

- a robot környezetének hőmérsékletét,
- a robot előtti és alatti szabad tér hosszát,
- a robotra ható hidrosztatikai nyomás nagyságát.

A számítógépes alkalmazásnál a folyamatábrát nem értelmezhetjük, mert csupán billentyűleütést közvetít, illetve a roboton futó Python-ban írt szoftver virtuális képernyőjeként funkcionál. A dokumentáció 3. Mellékletében képernyőfotó látható a kezelőszoftverről (a készütségi állapotában).

2. Robot részletes bemutatása

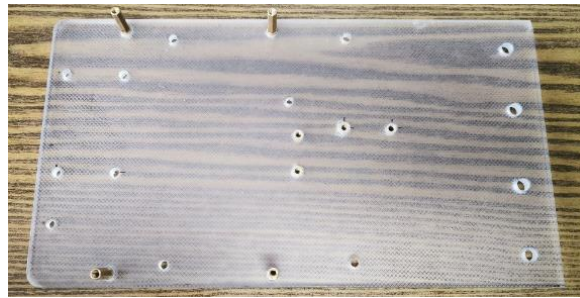
A robot számos alkatrészből épül fel, melyek szinte mindegyike közvetlenül beszerezhető a megjelölt hivatkozásokon (mi ott vásároltuk). Igyekeztünk a legapróbb részletekig feltüntetni minden beépített összetevőt.

2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

- Felhasznált anyagok ismertetése

Ebben a fejezetben részletezünk minden hardverelemet, illetve adott esetben a beépítés szükségességének okát is. Az alkatrészek felsorolását a robot összeépítésének sorrendjében tesszük meg az alkatrészek fotóival, illetve az összeszerelés egyes momentumainak megörökítésül szolgáló fényképpel vagy ennek hiányában Fusion-ben rajzolt képével.

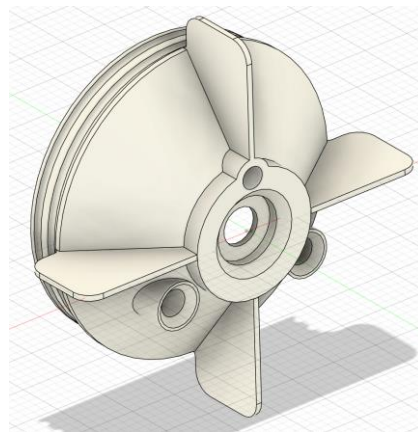
Az első alkatrész egy plexi lemez, mely a belső fedélzet a mini „tengeralattjáróban”. Első körben 4mm vastag volt, mely a fejlesztés során cserélve lett egy régi LCD monitorból származó plexilemezre. Ennek eredeti feladata a háttérfényhez szükséges fénycső fényének elosztása volt. A fedélzet célja a legtöbb alkatrész összetartása. Emiatt rengeteg furatot tartalmaz, melyek között a szerelés megkönnyítése érdekében sok kapott menetes perselyt is. Az alábbi kép már a kész alaplapot mutatja be:



5. ábra A kialakított fedélzet (forrás: saját készítés)

A fotón látható 4db réz távtartó a NYÁK rögzítésére szolgál. Az egyéb furatok szerepe a továbbiakban részletezésre kerülnek. (A NYÁK későbbi fejezetben lesz részletezve.)

Az összeszereléshez szükséges következő alkatrész a robot fara, mely 4db M4x16mm süllyesztett fejű, keresztornyos csavarral rögzül az alaplaphoz. Az alábbi ábra a Fusion-ben rajzolt alkatrészt szemlélteti:



6. ábra A robot fara hátulról (forrás: saját készítés)

A 3D nyomtatással készített elem 4db szárnyat kapott a könnyebb manőverezés miatt. Közepén került elhelyezésre a 9. ábrán látható ipari vízhatlan csatlakozó. Az alsó két kör alakú nyílás a merülés-emelkedéshez szükséges (ezt ennek a fejezetnek a második felében részletezzük), a felső, kisebb furat pedig a nyomásmérő szenzor részére lett „kifúrva”. Ennek a burkolati elemnek a nyakán 2db O gyűrű részére van vajat kialakítva. Ide szilikon tömítést szereztünk be. Ez a tömítés szolgál a vízhatlanság biztosítására és a szerelhetőség megkönnyítésére is, bár pont emiatt csak nagy

erővel lehet szétválasztani a külső köpenytől. Az O gyűrű a dokumentumban az orr-rész bemutatásánál kerül terítékre.

Az egyedi tervezésű alkatrészek kétféle alapanyagból lettek nyomtatva:

- fehér PETG-ből a külső, vízzel is érintkező elemnek,
- fehér PLA-ból a belső, vízzel nem érintkező tartószerkezetek.



7. ábra PETG (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)



8. ábra PLA (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://otter3d.com/termek/esun-petg-solid-white-1-75-mm-1000-g/>

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10046847.html

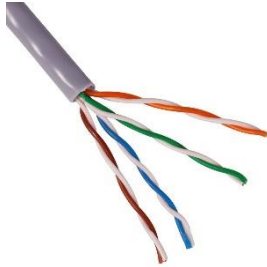


9. ábra SD20-10P típusú ipari csatlakozó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003983880621.html>

Ez az ipari csatlakozó azon okból került beépítésre, hogy a robot és a felszíni irányítóközpont közötti kommunikáció helyi vezetékes hálózaton UTP kábel segítségével megvalósulhasson, illetve a hosszú kábel leválasztható legyen a szállítás és tárolás idejére. Mindezek mellett a csatlakozó új funkciót is kapott azon okból, hogy a kommunikációra csak 8 érintkezőt használ. Ez a funkció pedig az, hogy segítségével bekapcsolhatjuk az akkuórt, így kikapcsolt állapotban is láthatjuk a

töltöttséget, ha csak szimplán bedugjuk a kábelt, mert a dugó 5-ös és 6-os érintkezője összezárva kapcsolóként működik.



10. ábra UTP kábel (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)



11. ábra RJ45 krimpeltető dugó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10027629.html

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10027512.html

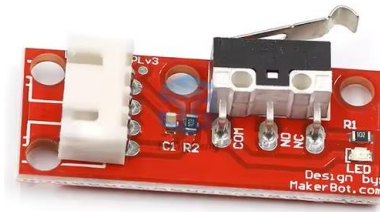
Az UTP kábelből a falon kívüli változatot rendeltük a jobb hajlékonysága miatt, a hossza 30m, melyre a verseny szabályzata szerint maximálisan szükség lehet.

A következő kép már a fedélzet és a far összeszerelt állapotát mutatja:



12. ábra A fedélzet és a robot fara összeszerelve (forrás: saját készítés)

Ezután egy 3D nyomtatóhoz gyártott végállskapcsoló felszerelésére van szükség, melyből összesen 2db kell. Ez azért fontos, mert a süllyedéshez és emelkedéshez használt „szivattyú” dugattyúja egyik végállásban megszorulhat, másikban pedig szétcsúszhat, illetve így van visszajelzés az irányító felé, hogy éppen üresek vagy tele vannak a ballaszt tartályok.



13. ábra Végállaskapcsoló (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005001571470811.html>

A kapcsoló bekötésénél csak két vezeték használtunk fel (COM és NO érintkezőknél). A kapcsolóhoz szükséges kábel az 51. ábrán lesz látható.

Az üres tartályt jelző végállaskapcsoló felszerelve így mutat:



14. ábra A felszerelt végállaskapcsoló (forrás: saját készítés)

A következő alkatrészek a robot merüléséhez szükségesek. 2db 100ml-es fecskendő, áttételes motor, tengelykapcsoló, menetes szár. Ezek fotói, illetve az őket összetartó keret Fusion-ben megrajzolt képei következnek:



15. ábra Fecskendő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005007488726351.html>



16. ábra 12V áttételes motor (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://hobbielektronikabolt.hu/Atteteles-DC-Motor-12V-Gear-box-200-RPM-/-15-kg-cm>



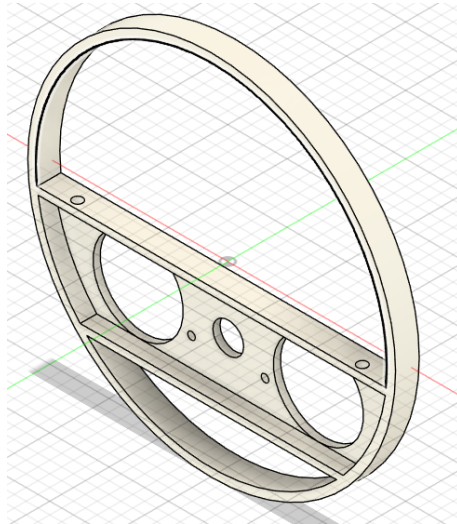
17. ábra Alumínium tengelykapcsoló (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://hobbielektronikabolt.hu/D19L25-aluminiium-flexibilis-tengelykapcsolo-6mm-x>



18. ábra M6 menetesszár (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.praktiker.hu/epites-felujitas/csavar-zar-vasalat/csavar/jkh-menetes-szar-horganyzott-6x50cm/p/256274>



19. ábra Motor és fecskendő tartó keret (forrás: saját készítés)

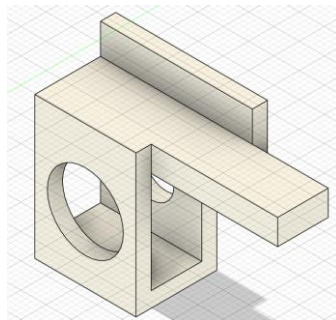


20. ábra 20x10mm aluprofil (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.obi.hu/profilok/arcansas-u-profil-aluminium-20-mm-x-10-mm-x-1000-mm/p/5325097>

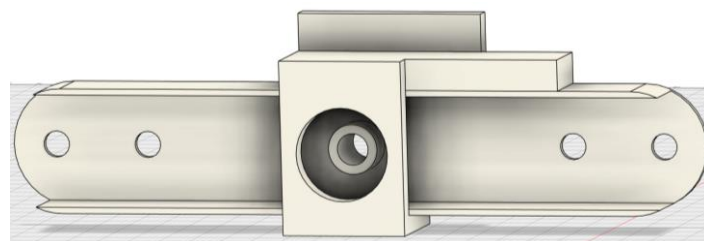
Az „U” keresztmetszetű aluprofil a fecskendők dugattyújának összefogására szolgál.

Az aluprofil mozgathatóságához szükség van egy 3D nyomtatott elemre, ami befogja azt az M6 csavaranyát, mely a menetesszár forgása jóvoltából lineáris mozgást végez. A nyomtatott alkatrészen kapott helyet a két végállaskapcsoló ütközője is:



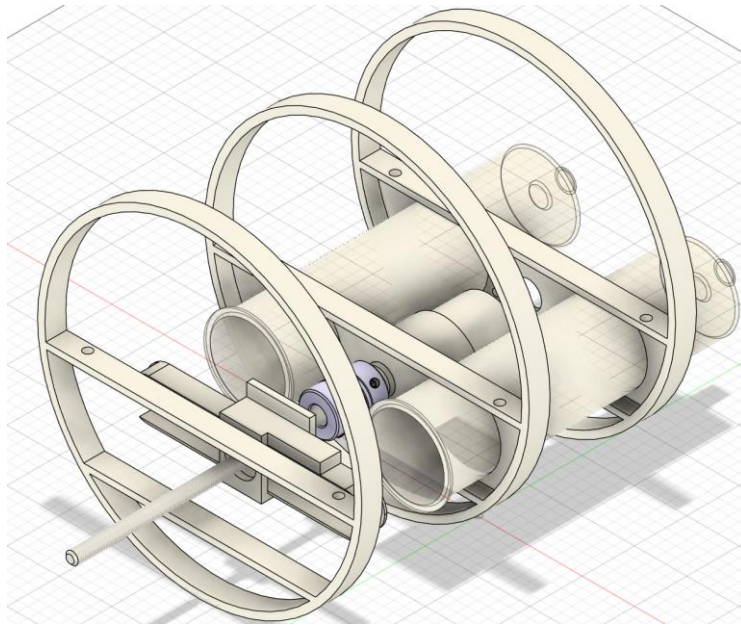
21. ábra Nyomtatott hüvely (forrás: saját készítés)

Összeszerelve az alábbi rajzolt képen látszik:



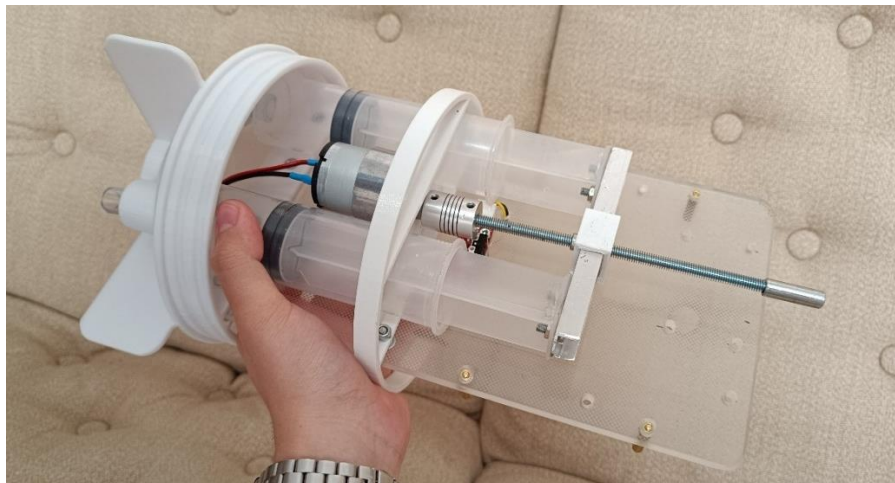
22. ábra Dugattyú összekötő egység (forrás: saját készítés)

Az előzőekben felsorolt alkatrészek tehát a robot merüléséért felelnek. Összeszerelve egyben kerülnek felszerelésre, azaz a fedélzethez való csavaros rögzítésre. A következő (rajzolt) kép ezt az összeszerelt állapotot, de még a fedélzet nélkül szemlélteti:



23. ábra Összeállított vízpumpás egység (forrás: saját készítés)

A fedélzet is csatlakozik a vízpumpás egységhez:



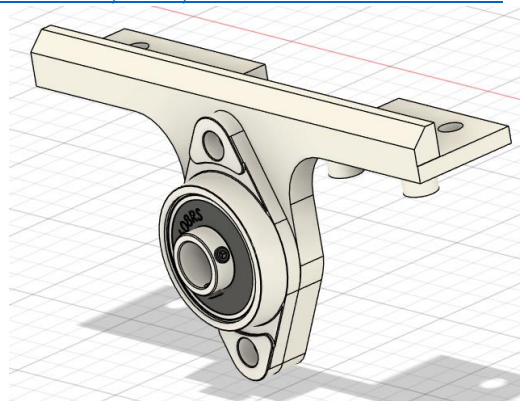
24. ábra A szivattyú csatlakozott a fedélzethez (forrás: saját készítés)

A menetesszár vége, hogy stabil maradjon, csapágyas rögzítést kapott:



25. ábra KFL08 típusú csapágyház (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005007212898840.html>

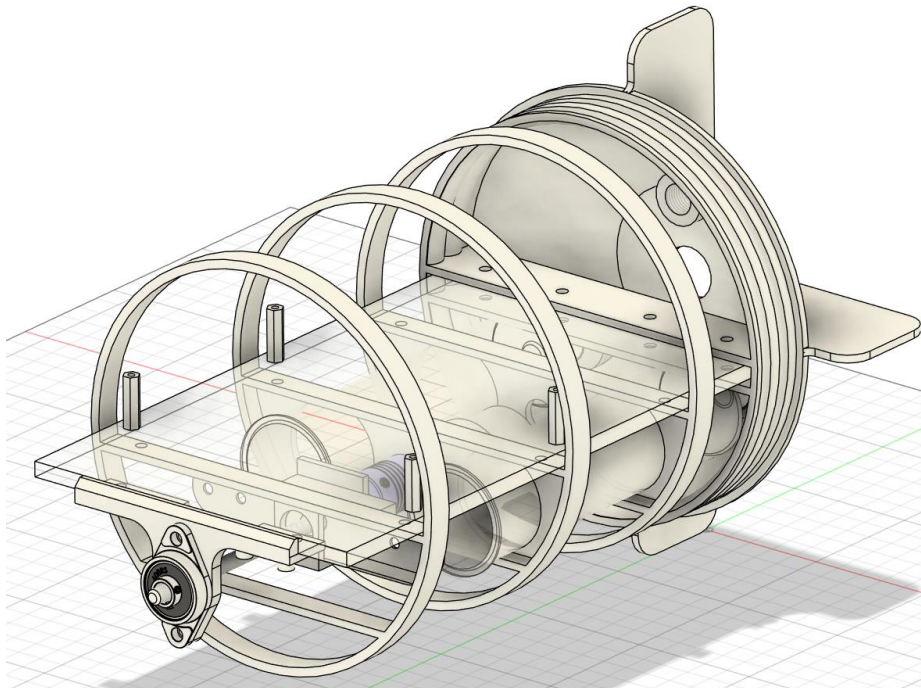


26. ábra Csapágytartó csapágyházzal (forrás: saját készítés)

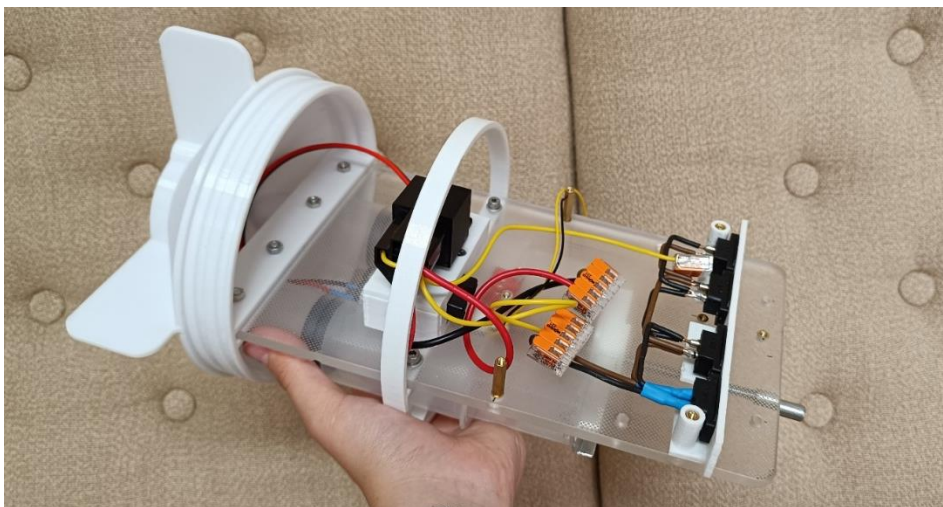
A csapágytartó jobb oldalán a két hengeres nyúlvány az elülső végállaskapcsoló rögzítési pontjai.

A belső gépház beépítése, illetve a fedélzethez való rögzítése nem egyszerű feladat. Kellő figyelemmel kell lenni a különböző kiálló elemek (pl.: a végállaskapcsoló) épségének megőrzésére, mert egy esetleges csere miatt szinte teljes szétbontás válik szükségessé.

Az első kép rajzolva ábrázolja az összeépített állapotot, az utána következő pedig fotózva.



27. ábra A belső mechanikai felépítés rajzolja (forrás: saját készítés)



28. ábra A belső mechanikai felépítés fotója (forrás: saját készítés)

A robot manőverezéséért 4db BLDC motor a felelős. Ezeket a motorokat energiával kell táplálni. Ehhez, pontosabban a szerelhetőség elősegítésére a közvetlen forrasztott kötések helyett XT60E-F csatlakozókat használunk:



29. ábra XT60E-F csatlakozó aljzat (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

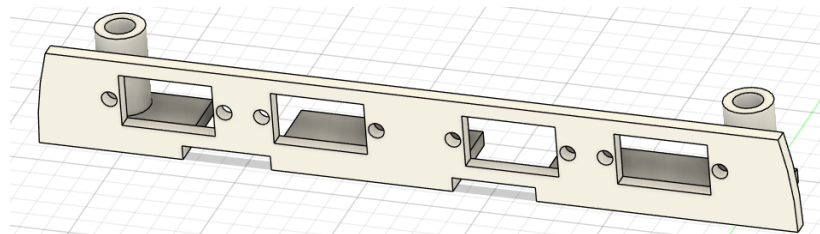
LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005002843308949.html>



30. ábra XT60-M csatlakozó dugó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10035492.html

A csatlakozó aljzatok rögzítésére egy szintén 3D nyomtatott alkatrészt terveztünk:



31. ábra XT60 aljzat tartó (forrás: saját készítés)

A már említett BLDC motorok természetesen a roboton kívül kaptak helyet, hiszen csak így tudják ellátni feladatuk. A motorok nem saját beszerzésűek, azok a csapatok részére biztosítottak voltak:



32. ábra BLDC motor (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://rchungary.hu/Spitz-Brushless-Outrunner-3530-14-1100KV-2-4s-78g?srsId=AfmBOorP0haMao1Mmt_171DsVcmnSX_CHTSPZzuUYJr04sPniX71L-ve

A motorok gyári csatlakozóját nem szerettük volna eltávolítani, ezért hozzá MR60 típusú aljzatokat rendeltünk:



33. ábra MR60 típusú lengő aljzat (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005007067116430.html>

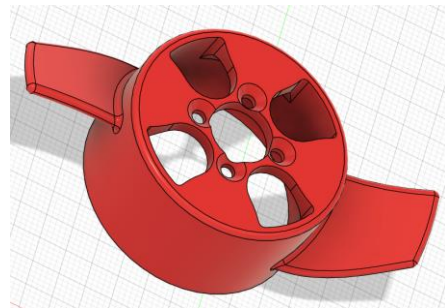
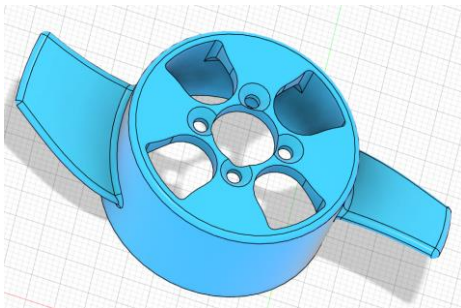
ESC-ket szintén kaptunk, de az építés során egy példányt sikerült rövidre zárni, így pótolnunk kellett:



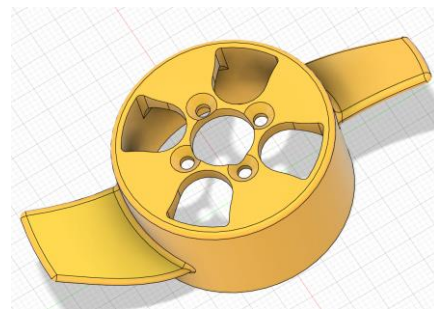
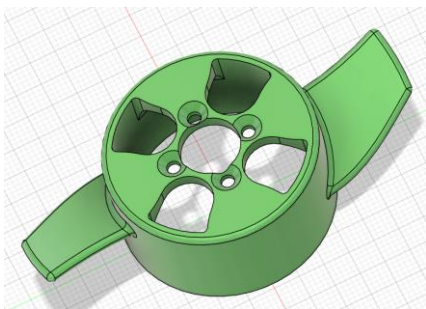
34. ábra 30 A-es ZMR kefenélküli motorvezérlő

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003353151632.html>

A BLDC motorokra egyedi propellerek kerültek, melyekből 3 pár járt a kezdő készlet mellé. A vízben az örvények elkerülése miatt ellentétes irányban hajlított lapátokkal lehet optimális manőverezést végrehajtani, ezért az óramutató járása szerinti és azzal ellentétes hajtásirányú lapátok kerültek a birtokunkba, melyek piros és kék színben voltak kinyomtatva. A könnyebb programozás miatt mindegyik változatból 1-1db zöld és sárga színűt nyomtattunk, melyek és az eredetiek a következő képeken láthatók:



35.a ábra 2 féle kapott propeller (forrás: UNEXMIN Georobotics Kft)



35.b ábra 2 féle saját propeller (forrás: saját készítés az UNEXMIN Georobotics Kft munkája alapján)

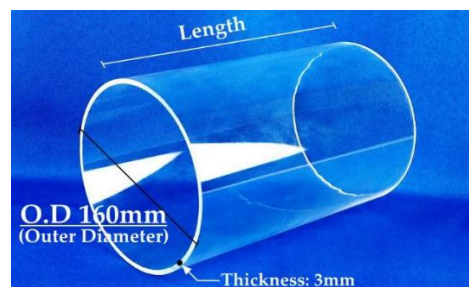
A motorok robotra való felszerelése újabb 3D nyomtatott alkatrészsel történt meg. Ez szintén saját fejlesztés, melynél szempont volt az előre megadott maximális külső méret, illetve az áramvonalasság mellett a különböző erőhatások miatt fellépő feszültségfóciópontok számának csökkentése. Így született meg az alábbi forma (hátról nézve):



36. ábra A motortartó keret motorokkal és propellerekkel (forrás: saját készítés)

Felül egy alumínium fogantyú kapott helyet a könnyebb szállítás miatt (lehajtható, ahogy a képen is látszik, hogy ne rontsa túlságosan az áramvonalasságot). A középen látható 160mm átmérőjű kör alakú kiképzés pedig a test helye, mely utóbbit sikerült a számunkra elképzelt méretben beszerezni.

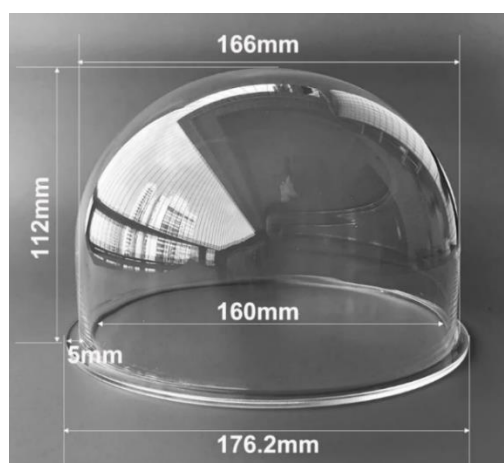
A robot köpenye (test) víztiszta plexi cső lett, mely a képen látható méretekkel rendelkezik:



37. ábra Plexi cső (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003818763750.html>

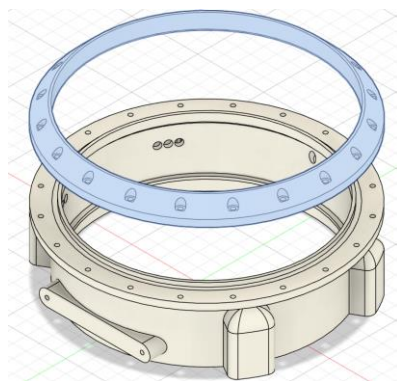
A robot „orra” egy eredetileg dómkamerához gyártott víztiszta plexi burkolat, mely a képen látható paraméterekkel rendelkezik:



38. ábra Plexi búra (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003486276898.html>

A plexi cső és a plexi búra együttes nyers hossza 312mm. A robot előírt maximális hossza 400mm volt, így a két elem összekapcsolására és a cső hátsó végén való lezárására már csak 88mm hosszúság maradt. Ezt úgy terveztük, hogy az áramvonalasság megtartása mellett a különböző csatlakozások, valamint a szenzorok fogadására is alkalmas legyen. A feladat végrehajtásához ismét 3D nyomtatót vetettünk be, a megálmodott elemeket Fusion 360-ban terveztük meg. A megrajzolt alkatrészek renderelt képei a következő ábrán láthatók:



39. ábra A plexi csőtest és a búra összekötője (forrás: saját készítés)

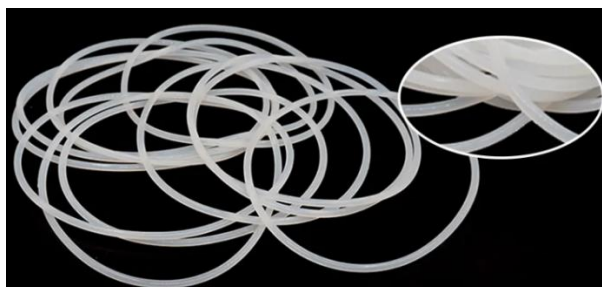
A szürke színű alkatrész egy PETG-ből nyomtatott toldóelem, mely a plexi csőtesthez kapcsolódik ragasztott kötéssel. Erre tettünk a felső nyakrészen kialakított vágatba szilikon O gyűrűt vízzáró

tömítésnek. A tömítés méretei: 150mm külső átmérő és 3,5mm a kör alakú keresztmetszetének átmérője. Az O gyűrűt, mint sok minden mást, külföldi forrásból szereztük be.



40. ábra Rugalmas tömítő ragasztó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.praktiker.hu/epites-felujitas/epitoanyag-faanyag/epitesi-ragaszto/soudal-fix-all-flexi-tomito-ragaszto-125ml-hibrid-polimer/p/419122>



41. ábra Szilikon O gyűrű (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003817877979.html>

Ezt a tömítést használtuk fel a robot farának alakkal záródó tömítésére is, de ott 2db került egymás mellé, így hátul elhagyhattuk a 39. ábrán világoskék színű rögzítőgyűrűt, és az ahhoz szükséges 20db rozsdamentes M3x16mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavarokat.

A robot összeépítése során felhasznált kötőelemeket az alkalmazásuk helyének felsorolásával egy táblázatban összesítjük, mely eme dokumentációban a fejezet végén lesz olvasható.

A robot áramellátásáról egy 3 cellás, 5000mAh-s lítium-polimer akkumulátor gondoskodik. Az akku XT90 típusú nagyáramú csatlakozón keresztül eteti elektronokkal a járművet. A töltéséhez meg kell bontani a robot burkolatát a vízhatlanság miatt.



42. ábra 5Ah-s li-po akku (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.sarkanyellato.hu/termek/5000mah-11-1v-2030c-lipo-akkumulator-turnigy>

Specifications			
Rated Voltage	Rated Current	Max Current	
DC 500V	40A	80A	
Insulating Material		Flame Retardant	
PA		UL94 V0	
Metal Material		Silicone Wire	
Gold Plated Copper		10AWG	
Contact Resistance	Using Times	Working Temperature	
0.3mΩ	1000 times	-20℃-120℃	

43. ábra XT90 dugó a paramétereivel (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

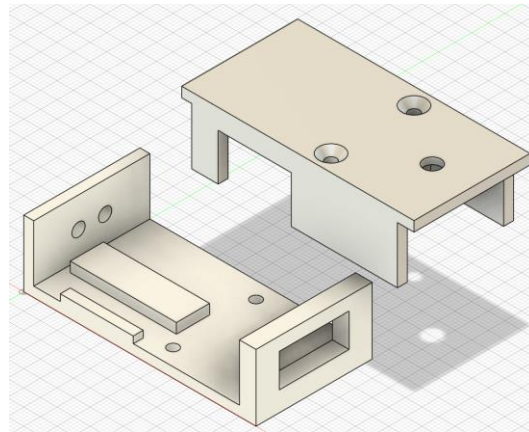
LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005003165278047.html>



44. ábra Autós biztosíték és tartója (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

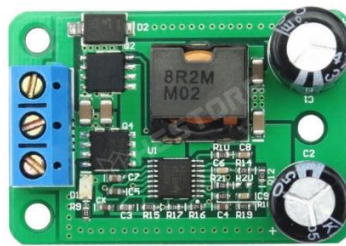
LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005006286934036.html>

A robot 15A-es késes olvadóbiztosítékkal lett ellátva. A biztosítéktartó és az XT90 csatlakozó részére egy műanyag házat terveztünk és nyomtattunk:



45. ábra Biztonsíték és akkucsatlakozó háza (forrás: saját készítés)

A robot vezérléséért felelős Raspberry Pi 4B-nek áramellátásra is van szüksége. Ezt nem közvetlenül az akkuból kapja, hanem egy DC-DC step down konverteren keresztül, mely a tervezett NYÁK-on kapott helyet (lásd: 0 fejezet).



46. ábra 5V 5A step down konverter (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10038162.html

A feszültség átalakító kimenetéről egy USB Type-C típusú szerelhető dugóval ellátott vezetékkel juttatjuk el az áramot a Raspberry-hez:



47. ábra Szerelhető USB Type-C dugó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10047360.html

A további alkatrészek és szenzorok csatlakoztatásához többek között NYÁK-ra forrasztható sorkapcsot alkalmaztunk:



48. ábra NYÁK-ra forrasztható sorkapocs (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10042494.html

A következő fejezetben bemutatásra kerülő hőmérő elektromos kötésére tűskesor aljzatot forrasztottunk be:



49. ábra Tördelhető tűskesor aljzat (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10024148.html

A BLDC motorvezérlők (ESC-k) adatkábelét a biztonságos, kontakthiba mentes csatlakozás érdekében egy biztosító pecekkel ellátott aljzatba pattintottuk:



50. ábra Rögzítő füllel ellátott pin header (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005002400831325.html>

A két végállaskapcsoló elektromos bekötése XHP4 szerelt csatlakozóval történt meg:



51. ábra XHP4 a végálláskapcsolóboz (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10041605.html

A nagy áramok kapcsolására és vezérelhetősége céljából 30A-es főrelét használunk:



52. ábra 30A-es főrelé (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10041461.html

A főrelé csatlakozására gyári lengő aljzatot építettünk be:



53. ábra Főrelé csatlakozója (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10029493.html

Mivel a főrelé nem rendelkezik segédérintkezővel, így szükség volt olyan kis áramú kapcsolókontaktussal rendelkező példányra, mely képes öntartásra is a megfelelő bekötés mellett.

A választás az alábbi képen látható változatra esett, mert ennek a lábkiosztás szerinti változata könnyen megtalálható a Fusion elektronikai tervező moduljában:



54. ábra 2A-es segédrelé (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10026290.html

Egyes esetekben a biztonságos szerelés és üzemeltetés érdekében a szabadon álló kötések szigeteléssel kellett ellátni. Ehhez zsugorcsovet alkalmaztunk:



55. ábra Zsugorcső szigetelés céljából (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10039260.html

Eddig csak említésként került szóba a központi vezérlő egység. A robot egyes elemeinek működtetéséért egy Raspberry Pi 4B 2GB típusú mikrovezérlő felel, mely szintén az alapkészlet része volt. Ebből minden csapat kapott egy példányt a robot építéséhez:



56. ábra Raspberry Pi 4B (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.pi-shop.hu/raspberry-pi-4-model-b-2gb>

A stabil működés érdekében alumínium hűtőbordával láttuk el a Raspberry-t. A választás a következő képen látható példányra került, mert szeretnénk volna elkerülni annak esélyét, hogy egy ventilátor szerelési sérülést okozzon emberben vagy vezetékben.



57. ábra Alubordával felszerelt Raspberry (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/4000042536893.html>

A Raspberry és a NYÁK lemez közötti elektromos kapcsolatnak szintén tökéletesnek kell lenni, így a dupont vezetékek helyett 40 eres szalagkábel alkalmazása hozta meg a kívánt eredményt:



58. ábra Raspberry-bez készült szalagkábel (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10037454.html

A Raspberry-t a fedélzethez is rögzíteni kellett. E célból székszegletvasat vásároltunk:



59. ábra Székszegletvas (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

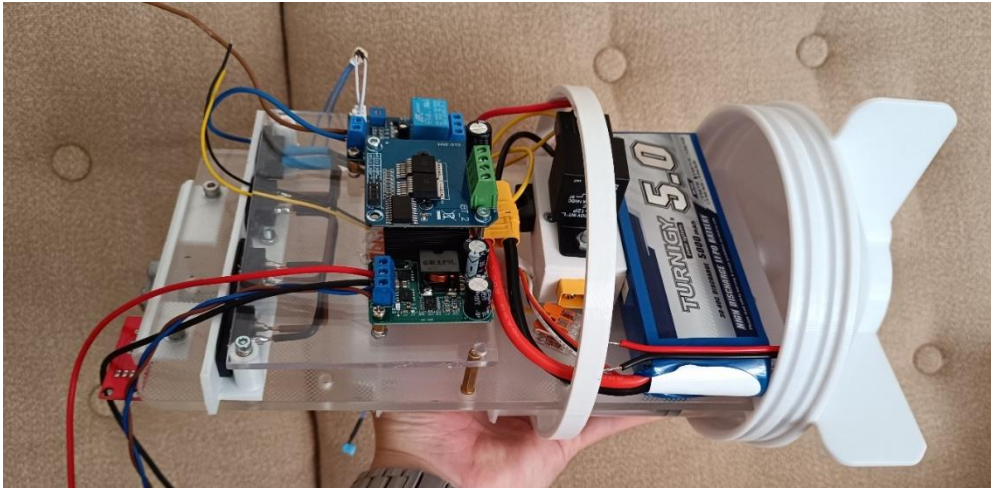
LINK: <https://www.praktiker.hu/epites-felujitas/csavar-zar-vasalat/kotoelem-vasalat/jkhszekszegletvas-100-x-100-x-15-/-2-mm/p/401811>



60. ábra A Raspberry és tartószerkezete összeállítva (forrás: saját készítés)



61. ábra A kameratartó a csapat nevével (forrás: saját készítés)



62. ábra A robot belseje építés közben (forrás: saját készítés)

Kötőelemek

A robot építése során számos kötőelem felhasználására van szükség a rögzítésekhez. A vízzel közvetlenül érintkező csavarok rozsdamentes acél anyagúak, míg a többiek horganyzottak. A távtartók és menetes perselyek rézből készült példányok.

1. táblázat Példák a beépített kötőelemekről

 <p>63. ábra M3 menetes persely (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10042395.html</p>	 <p>64. ábra M3 8+6 távtartó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10039143.html</p>
 <p>65. ábra M3 műanyagbetétes anya (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10023123.html</p>	 <p>66. ábra M4 D fejű imbusz csavar (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10035152.html</p>
 <p>67. ábra M3 süllyesített fejű csavar (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10022756.html</p>	 <p>68. ábra M3 hengeres fejű imbusz csavar (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)</p> <p>LINK: https://www.hestore.hu/prod_10035140.html</p>

2. táblázat Az alkalmazott csavartípusok (saját összeállítás)

Csavartípus	Mennyiség	Felhasználási hely
M4x16mm sülyesztett fejű, kereszthornyos	4db	fedélzet és far egymáshoz rögzítése
M3x8mm D fejű, belső kulcsnyílású	2db	motor rögzítése
M4x8mm D fejű, kereszthornyos	4db	dugattyúk és U profil összekötése
M4x16mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású	6db	3db kör alakú fedélzet tartó keret fedélzethez rögzítése
M4x8mm D fejű, kereszthornyos	2db	csapágytartó fedélzetre rögzítése
M4x8mm D fejű, belső kulcsnyílású	2db	csapágy és csapágytartó összekötése
M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású	4db	a 2db végálláskapcsoló rögzítése
M3x25mm sülyesztett fejű, kereszthornyos	2db	biztosítéktartó fedélzethez rögzítése
M5x10mm hatlap fejű	1db	főrelé biztosítéktartóhoz rögzítése
M3x8mm réz távtartó + M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavar	4db + 4db	kondenzátorok töltő-kisütő reléje fedélzethez csavarozása
M3x20mm réz távtartó + M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavar	4db + 4db	az egyedi NYÁK rögzítése a fedélzethez
M3x25mm réz távtartó + M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavar	4db + 4db	a motorvezérlő rögzítése az egyedi NYÁK-hoz
M3x8mm réz távtartó + M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavar	3db + 3db	DC-DC konverter rögzítése az egyedi NYÁK-hoz
M3x8mm réz távtartó + M3x8mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású csavar	4db + 4db	vízszivárgás érzékelő rögzítése az egyedi NYÁK-hoz
M4x10mm sülyesztett fejű, kereszthornyos	1db	XT60 aljzat fedélzethez rögzítése
M4x10mm sülyesztett fejű, kereszthornyos	4db	Raspberry tartó vasalat fedélzethez rögzítése
M2.5x20mm D fejű, kereszthornyos	2db	Raspberry és az azt tartó vasalat összekötése
M4x10mm sülyesztett fejű, kereszthornyos	2db	Raspberry kameratartó a vasalatra csavarozása
M3x16mm hengeres fejű, belső kulcsnyílású	20db	orrbúra rögzítő gyűrűje
M3 műanyagbetétes anya	39db	ahol nincs menetes persely
M4 műanyagbetétes anya	21db	ahol nincs menetes persely
M5 műanyagbetétes anya	1db	főrelé rögzítése

- **Lebegőképesség beállítása**

A robotnak neutrálisnak kell lenni ahhoz, hogy lebegni tudjon a vízben, ami annyit jelent, hogy száraz tömege és az általa kiszorított víz tömegének azonos szinten kell lenni. Ezt figyelembe véve a vízi jármű átlagsűrűsége édesvíz esetén $1 \frac{kg}{l}$ lehet. Robotunk hasznos száraz tömege 3,5 kg lett (a működéshez szükséges alkatrészek, szállang nélkül), térfogata kb. 7 dm^3 , tehát kb 7 liter vizet szorít ki, ha el tud merülni teljesen. Viszont a neutrális állapothoz súlyok beépítésére lett szükségünk, hogy a hasznos tömeg „haszontalan” tömeggel kiegészülve elérje a kiszorított víz tömegét. Ahhoz, hogy minden alkatrész elférjen a robotban és még szerelhető is maradjon, elengedhetetlen volt a viszonylag nagy úrtartalom, ami még az előírásoknak is megfelel. Így esett meg az, hogy a megadott $400 \times 300 \times 200 \text{ mm}$ maximális méret elérése, vagyis tartása könnyebb volt, mint a megengedett maximális tömeg. Cél volt még az áramvonalasság kialakítása is egy esetleges gyorsulási verseny sikeres teljesítése érdekében.

A lebegőképesség elősegítésére ólomtömböt és acélrudakat használtunk fel ballasztcsúlyként a test alsó felében. Ez a súly közel 4 kg-mal segíti elő a célokat. A tömb és az acélrudak statikus tömegként vannak jelen, viszont a korábban bemutatott fecskendők a magukba szívott vízzel dinamikus tömegként segítik a merülést. A koncepciónkban kitértünk arra is, hogy nagy kapacitású kondenzátorokat alkalmazunk két okból: ballasztcsúlyként és vészhelyzeti emelkedés miatt. A kondenzátorokból összesen $4 \times 22000 \mu\text{F}$ kapacitást tömtünk be. A tömeg növelésére a szükségesnél vélhetően jóval nagyobb kapacitású akkumulátort vetettünk be, mely közel fél kg-ot nyom.

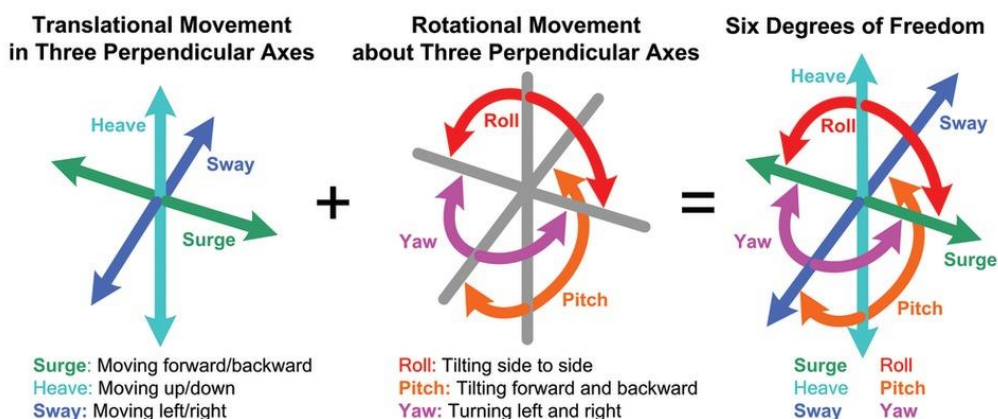
A robot megépítése során szerettünk volna olyan anyagokat felhasználni, amelyek már magukban segítenek a kívánt tömeg elérésében, de a fejlesztés lépcsői és a rendelkezésre álló anyagi keret ezt nem tette lehetővé. Ezért sok a műanyag, kevés a nehezebb fém.

2.2 Robot szabadsági fokainak ismertetése

- Szabadsági fokok (DOF – Degree of Freedom): 3 vagy 6 DOF rendszer ismertetése

Robotunk egyenes vonalú mozgásra csak az Y és a Z tengely irányában képes. Emellett az X és a Z tengelyek körüli elfordulásra a BLDC motorok teszik alkalmassá az elhelyezkedésük révén. A

térbeli mozgás lehetőségének leírását független paraméterek számának meghatározásával jellemzünk (vilaglex.hu). Ha egy test a három tengely irányában egyenes vonalú mozgásra képes, akkor 3 szabadsági foka van. Ha egy test a három tengely körül forogni képes, akkor szintén 3 szabadsági foka van. Viszont abban az esetben, amikor az egyenes irányú mozgást a forgó mozgással kombinálni képes, akár 6 szabadsági fokkal is rendelkezhet:



69. ábra Szabadságfokok (forrás: (netfizika))

A Bolygó Hollandi robotja oldal irányban (X tengely mentén) egyenes vonalban nem képes mozogni, illetve az Y tengely körül nem tud elfordulni. Ezért a mi esetünkben 4 szabadsági fokról beszélhetünk.

Véleményünk szerint további 2db BLDC motorral már elérhetővé vált volna a 6 szabadsági fok, esetleg egy másfajta (nem XYZ tengelyes) elhelyezéssel is megvalósítható, de mi az első ötletünk kivitelezését tartottuk szem előtt az első tapasztalatok megszerzése érdekében.

2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

- Beázás detektálása és az áramtalanítás folyamata

A robot testének a víz alatti feladatok végrehajtása miatt IP védelemmel kell rendelkeznie. Ez a védelem egy Nemzetközi Védettségi jelölés. Az első szám a szilárd testek elleni védelmét, a második a víz elleni védelmet jelenti. Pl: IP69. (Malbini, 2019)

Robotunknak 2m mélyen is működőképesnek kell lenni, ezért az IP69-es minősítésnek megfelelő kialakítás segítségével tudja a feladatait végrehajtani. Ennek elősegítésére a korábban bemutatott rugalmas tömítő ragasztót és szilikon O gyűrűt alkalmaztunk.

Viszont az ördög nem alszik alapon (és az előírásoknak megfelelően) vízszivárgás érzékelőt szereltünk be annak okán, hogy károkozás előtt detektáljuk a betörő vizet. A robot építéséhez biztosított érzékelő önmagában kevés:



70. ábra Water LEAK érzékelő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://bluerobotics.com/store/sensors-cameras/leak-sensor/sos-leak-sensor/>

Ahhoz, hogy ez védelmi eszközzé avanszáljon, kell tervezni vagy vásárolni egy relé modult. Mi az utóbbi mellett voksoltunk, és némi kutatómunka után rátaláltunk egy alkonykapcsoló modulra, mely kis módosítással alkalmassá vált céljainkra, és ráadásul kalibrálható is.

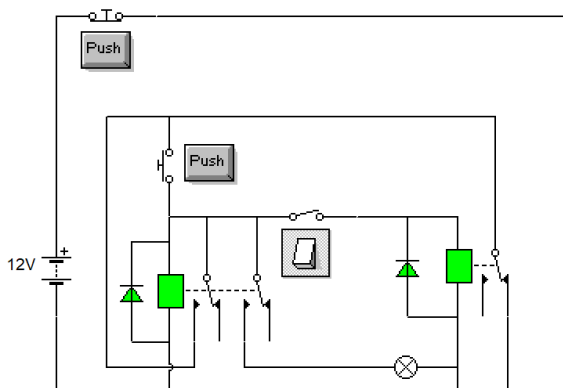


71. ábra Alkonykapcsoló relémodul (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10040763.html

A fényellenállást lecserélve a fenti Water LEAK érzékelőre, máris megvan a relékimenetünk. A trimmer pótméterrel a küszöbérték finomhangolható. Az áramkör 12V-os tápellátást igényel, vízszivárgás esetén a relé behúz. A relé nyitó kontaktjával bontja az öntartó kapcsolásban levő kis teljesítményű relé tápellátását, így a főrelé is bontja az akkumulátorból érkező pozitív tápvonalat.

Az áramtalanítás egy részlete szimulátorban megrajzolva:



72. ábra Vízérezkelő áramtalanító (forrás: saját készítés)

Az egysarkú kapcsoló jelképezi a Water LEAK érzékelőt, az izzó pedig a főáramkört. A különböző tesztek és kísérletezések alkalmával arra jutottunk, hogy további relé beépítésére van szükség, mely a szoftveres irányítópulton keresztül látja el funkcióját. Vezérlésének hatására (GPIO21) megszakítja az alkonykapcsolóból kialakított vízszivárgás érzékelő áramellátását, ezáltal a segédrelé elveszíti az öntartó kapcsolását, és így a főrelé is lekapcsolódik, ergo a robot teljesen áramtalanított állapotba kerül. A relé pontos származása a Konceptió versenyen elért első helyezéért járó fejlesztőeszközkészlet tartalma, mely az alábbi ábrán látható:



73. ábra Alkonykapcsoló relémodul (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10035517.html

- Bekapcsolási és leállítási szekvencia ismertetése

A vízhatlanság és nyomásállóság magával hozza azt a nehezítést, hogy szintén ezen feltételeknek kell megfelelni a be és kikapcsolásnak is. Erre a mi megoldásunk az lett, hogy elhelyeztünk a robot testének bal és jobb oldalán egy érintés nélküli kapcsolót, mely reed relé formájában valósult meg. Ezzel kapcsoljuk be és ki a segédrelén az öntartást.



74. ábra Váltó érintkezés reed (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10043833.html

A robot többféle módon kapcsolható ki, illetve tud kikapcsolódni:

- reed relével, kívülről mágnes közelítéssel,
- az egyedi, hardveres kontrolleren elhelyezett vészleállító gomb megnyomásával,
- a szoftveres irányítópulton elhelyezett vészleállító gombbal,
- a víz beszivárgásának érzékelésével.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

- Vezérlési elv ismertetése

A Raspberry a hozzá fejlesztett operációs rendszert futtatja, rajta Python nyelven írt szoftver fut, illetve webszerver „él” a begyűjtött élő adatok online mutatása céljából.

A robot Python szoftver segítségével tud előre-hátra mozogni, illetve jobbra-balra és fel-le fordulni. Ezt a programot lehet vezérelni WASD-billentyűkkel, illetve controllerrel.

- Esetleges autonóm funkciók bemutatása

Autonóm funkcióval jelenleg nincs kibővíve a robot képességeinek listája, viszont a fejlesztési tervben szerepel az elkövetkezendő tapasztalatok felhasználásával.

2.5 Szenzorok bemutatása

- A roboton használt szenzorok ismertetése és elhelyezésük

A robot különböző szenzorokat tartalmaz, melyek között van kötelezően alkalmazott, illetve szabadon választott. Az alábbi szenzorok felhasználásával valósult meg a környezet érzékelése és a biztonsági funkciók:

- hőmérséklet érzékelő,
- nyomás érzékelő szenzor,
- ultrahangos távolságmérő,
- lézeres távolságmérő,
- integrált és USB webkamera,
- vízszivárgás érzékelő szenzor.

A hőmérséklet érzékelésére egy digitális integrált áramkörrel rendelkező szenzort használunk a robot tetején, a hossz tengellyel párhuzamosan (lásd: a kész roboton).



75. ábra Hőmérő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005006459164363.html>

A nyomásmérésre először analóg szenzort, majd később egy I2C buszos digitális szenzort építettünk be. Az elért eredményt ez utóbbi szenzorral valósítottuk meg. A robot burkolatának ismertetése során a nyomásmérő beépítési pozíciója is be lett mutatva.



76. ábra Nyomásmérő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005008380977666.html>

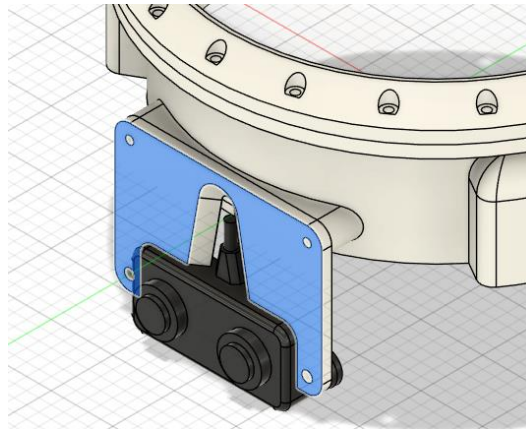
A robot maga alatt képes mérni a távolságot a mederig (vagy maximum 2m-ig), bár az is igaz, hogy 1m-nél nagyobb távolság esetén sajnos csökken a pontossága.



77. ábra Ultrahangos távolságmérő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005005265736795.html>

A szenzor vízhatlan, így a robot házán kívül kapott helyet. Ehhez egy speciális formájú rögzítő lapot gyártottunk 3D nyomtatóval (a képen kék színű):



78. ábra Az ultrahangos távolságmérő tartója (forrás: saját készítés)

A robot orrbúrája tartalmaz egy lézeres távolságmérőt is, hogy minél pontosabban tudjuk meghatározni a robotot körülvevő szabad közlekedési terület nagyságát.



79. ábra TOF400 lézeres távolságmérő (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005006160743016.html>

A robot előtti és alatti térről élőképet közvetítünk a felszínre, megkönnyítve ezzel a víz alatti manőverezést. Mivel édesvízben merül a drónunk, így képes látni hagyományos kamerával.



80. ábra Raspberry Pi kamera modul (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: https://www.hestore.hu/prod_10044632.html

Kiegészítő kamerával lefelé is tudunk nézni, mely a víz alatti dokkolás pontosságát segíti:



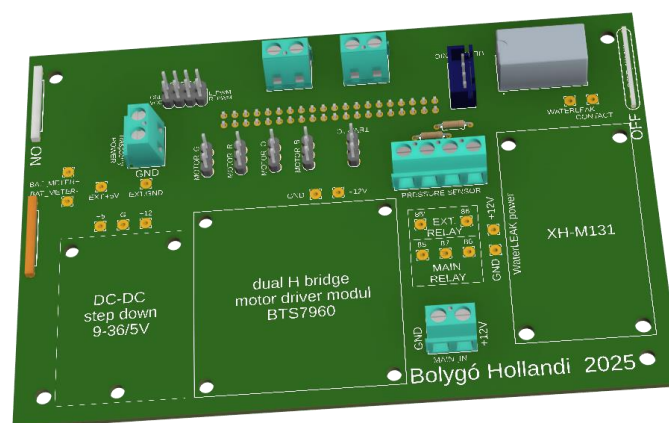
81. ábra USB kamera Raspberryhez (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://techfun.hu/termek/usb-kamera-raspberry-hez/>

Felmerült bennünk egy hőkamera elhelyezésének ötlete is, mellyel a robot környezetében látnánk, ha ember úszik például zavaros vízben, de az ára miatt egyelőre elhagytuk.

2.6 Saját tervezésű áramkörök

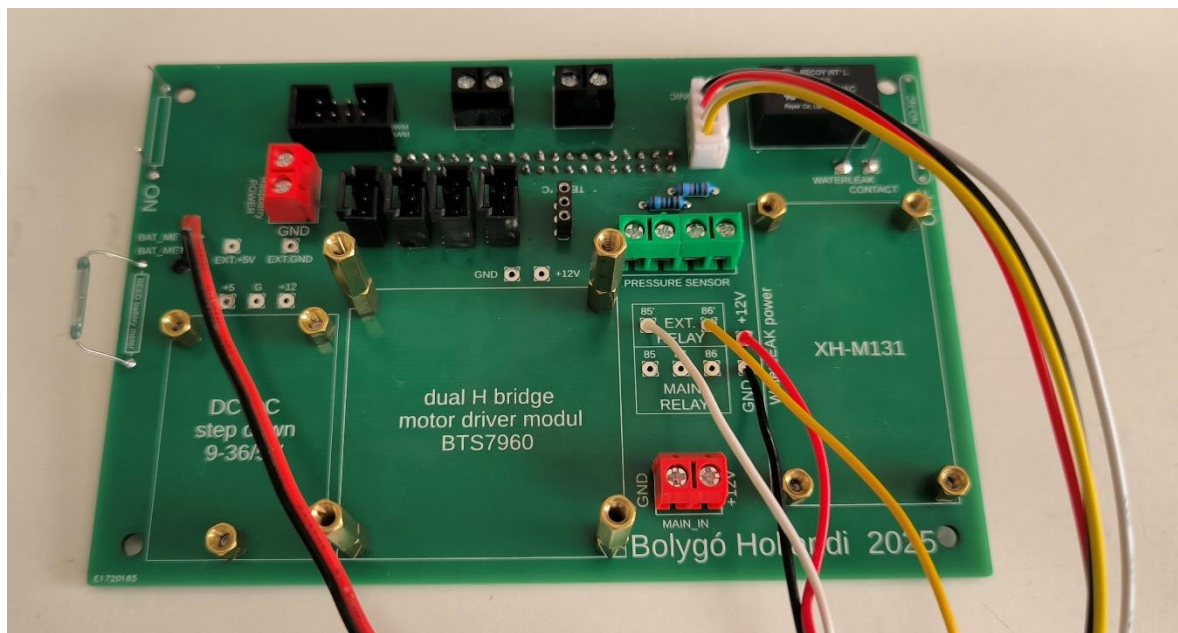
A robot összes 3D nyomtatott alkatrésze az Autodesk Fusion 360-ban készült. Mivel a programnak van elektronikai tervező része is, ezért adta, hogy itt készül el a kapcsolás, itt lesz megtervezve a NYÁK is. A nyomtatott áramkör fizikai megvalósítását támogatásként az Eurocircuits Kft. (<https://www.eurocircuits.hu/>) végzi az UNEXMIN Georobotics Kft-n keresztül. A kapcsolási rajz és a NYÁK rajz a mérete miatt a Mellékletek között látható, ellenben a NYÁK renderelt képe itt:



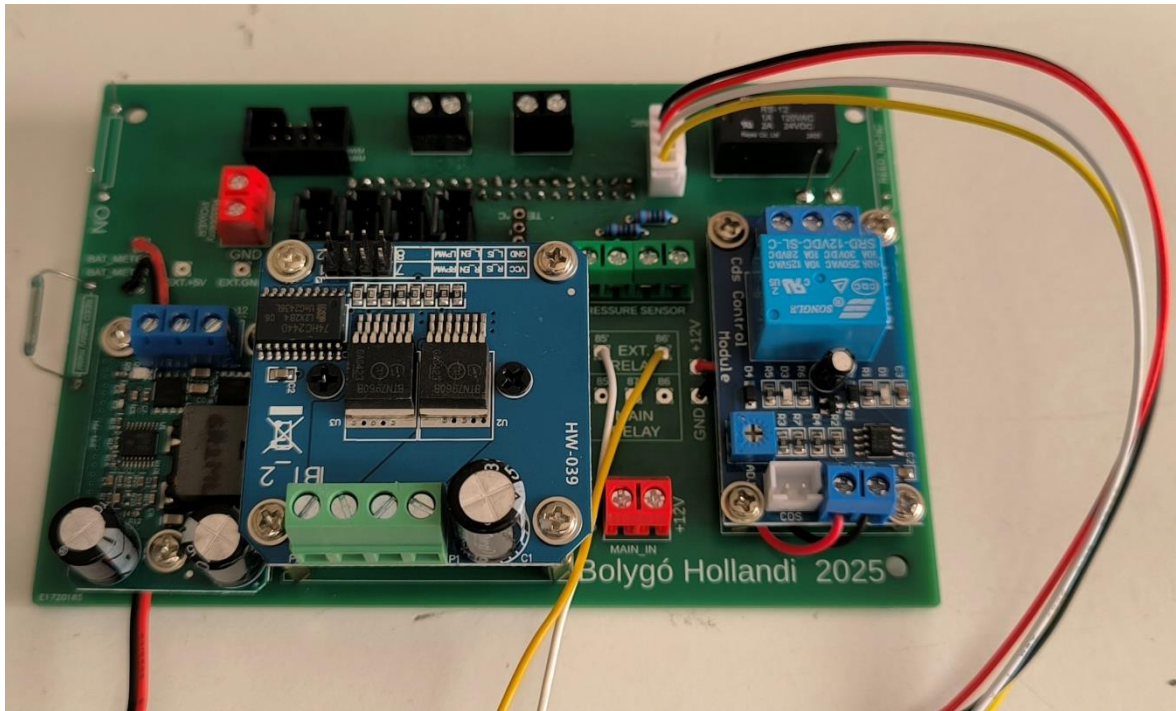
82. ábra Renderelt látványkép a NYÁK-ról (forrás: saját készítés)

Azért döntöttünk a NYÁK kialakítása mellett, mert nagyon sok vezetékünk lenne a robotban, mely a kuszaságuk miatt nehezítené a szerelést. Itt kaptak helyet a különböző modulok is: DC-DC step down konverter az 5V-os feszültség előállításához, egy H híd motor driver modul a merülő motorhoz, illetve a vízszivárgás érzékelő egység. Mindezek mellett a szenzorok Raspberryhez való csatlakoztatása is egyszerűbb volt. A kialakítás érdekessége, hogy sikerült a NYÁK egy oldalán (alul) megvalósítani minden huzalozást.

Az alábbi fotókon a központi NYÁK összeállításainak fázisai láthatók:



83. ábra A NYÁK a beforrasztott alkatrészekkel (forrás: saját készítés)



84. ábra A NYÁK a kiegészítő modulokkal (forrás: saját készítés)

3. Irányító központ bemutatása

Egy vízfelszín feletti irányító központ felel a robot távirányításáért, mivel jelen állapotában autonóm mozgásra nincs felprogramozva, csak a lehetőségre előkészítve. A szárazföldön több eszköz együttesen alkot egy rendszert. A hálózati kapcsolatotért egy router felel, az irányító szoftver egy Windows-t futtató laptopon megy, illetve egy egyedi fejlesztésű, hardveres controller egészíti ki az eszközparkot.

3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

- Tervezett kinézet és kezelőszervek bemutatása

A szoftveres irányítóközpontról készített képernyőfotó a 3. Mellékletben szerepel, a hardveres controller látványterve a 4. Mellékletben kapott helyet. A szoftveres önállóan is működőképes, mert a laptopon rendelkezésre állnak a billentyűgombok, melyek lenyomásával a manőverezés

kivitelezhető. A hardveres kontroller egy kiegészítő elem, mely egy virtuális billentyűzetként kerül megvalósításra, így nem kell külön funkciót meghívni annak működtetéséhez.

Kezelőszervek:

A szoftveres megvalósításnál kizárólag gombok lenyomásával minden funkció elérhető. A robothoz készült publikus weboldal is, ám itt csak a kameraképek és a szenzorok mért adatai láthatók, innen nem irányítható a robot egy esetleges manipuláció megelőzése céljából.

A hardveres kontroller egy régi fadoboz, mely a belsejébe kapott egy joystick-ot, 3db gombot és egy 3 állású billenőkapcsolót, illetve a fedelébe egy tablet-et a szoftveres kapcsolat létrehozására.



85. ábra Ipari joystick (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005006217604779.html>



86. ábra Motorüzemmód váltó (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005004027967587.html>



87. ábra Emelkedés-süllyedés kapcsolója (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005006943460057.html>

A rendszer kapott egy vészleállító gombot is az előírásoknak megfelelően, mely USB-s, és egy előre programozható billentyűleütést (0) küld a gazdaszámítógépnek:



88. ábra Külső vészleállító gomb (forrás: a kép alatti beszerzési hivatkozásról)

LINK: <https://www.aliexpress.com/item/1005007216047082.html>



89. ábra Az egyedi controller kívülről (forrás: saját készítés)

Irányítás:

Szoftveresen a W-A-S-D gombok az irányokra, Q-E gombok az emelkedés-süllyedés, a motor sebességfokozatainak váltására az 1-es, az üzemmódok pedig a 2-es gombok kaptak szerepet. Egy vészleállító is beépítésre került, mely a 0 lenyomására aktiválódik. Hardveresen: joystick az irányokra, billenőkapcsoló az emelkedés-süllyedés, gombok a motor üzemmódokhoz.

A billentyűleütések imitálására egy egészen egyszerű megoldást alkalmaztunk: egy noname USB-s billentyűzetből kiszertük az elektronikát. Próbálgatásos módszerrel meghatároztuk, hogy mely csatlakozási pontokra kell bekötni a joystick-ot és a kapcsolókat ahhoz, hogy az irányítás billentyűleütéseknek feleljen meg.

Az alábbi ábrán a billentyűzetből kiszert elektronika látható:



90. ábra USB-s billentyűzet elektronikája (forrás: saját készítés)



91. ábra Az egyedi kontroller kinyitva (forrás: saját készítés)

3.2 Kommunikáció ismertetése

- Robot és irányító központ közötti adatkapcsolat

Hardveres oldalról:

A robot végében egy SD20 típusú 10 pólusú vízhatlan, ipari csatlakozót helyeztünk el, amin keresztül UTP kábellel biztosítjuk a kommunikációt a Raspberry és az irányító PC között, egy router közbeiktatásával. Az UTP kábel 8 eres, a csatlakozóból mégis 10 pólusút választottunk. Ennek oka, hogy a plusz két érintkezőt a dugóban összeforrasztottuk, az aljzatban pedig az akkuór megszakított tápvezetékeit kötöttük rá. Így nemcsak használat közben, hanem kikapcsolt állapotban is megbizonyosodhatunk az akku töltöttségéről azzal, hogy csatlakoztatjuk a kommunikációs kábelt.

A vezetékes hálózat stabilitása biztosíték arra, hogy amíg nem sérül az adatkábel, addig állandó és megbízható adatáramlás valósul meg az eszközök között.

Szoftveres oldalról:

A robot és az irányító központ között SSH adatkapcsolat zajlik, ami segítségével távolról el tudjuk indítani azt a szoftvert, amivel vezérelni fogjuk a robotot.

A kialakított rendszer érdekessége, hogy notebook helyett ipari tabletet használva csökkenthető a külső eszközök száma. A tablet részére a kontroller fedelében lett kényelmes hely.

- Alkalmazott kommunikációs protokoll

Az SSH (Secure Shell) egy hálózati protokoll, amely biztonságos kommunikációs csatornát hoz létre két számítógép között (jelen esetben a számítógép és a robot között). Ez lehetővé teszi a távoli elérést és a fájlok biztonságos átvitelét egy titkosított kapcsolaton keresztül. (Sybell Hosting, 2019)

SSH kapcsolaton keresztül nemcsak az irányítást valósítottuk meg, hanem a folyamatos fejlesztés során az éppen módosított fájlokat is fel tudtuk másolni a Raspberry Pi tárolójára, hogy közvetlenül rajta futhasson minden. A tapasztalatok azt mondják, hogy jó választás volt, a jelenlegi tudásunkkal a kommunikáció nyújtotta előnyöket maximálisan ki tudtuk használni.

- Közölt adatok felsorolása

SSH-n keresztül közvetítjük egy publikus weboldalra a kamerák képét és a vízben mért adatokat, melyek a hőmérséklet, a nyomás és a távolság előre és lefelé.

A mellékletek között láthatunk egy képernyőképet arról, hogy milyen élé adatokat közvetít a robot az irányító szoftver (és természetesen a robotot irányító személy) részére.

4. Összegzés

Érdekes kihívással szembesültünk, mikor jelentkeztünk erre a versenyre. Tetszett, hogy nagyon új dolgokkal foglalkozhatunk, egy teljesen más területet ismerhetünk meg ezzel a projekttel. Korábban még nem használtunk 3D nyomtatót, nem volt tapasztalatunk 3D tervező szoftverben való rajzolásban, de egyes fémmegmunkálási feladatok is az újdonság körébe tartoznak. Nem beszélve az elektronikai munkákról: áramkör tervezés, szimulátor használata, sok-sok forrasztás.

Az indulás mindjárt egy nagy kérdéssel kezdődött: milyen legyen a robot? Szerencsére mentoraink hatalmas segítséggel támogattak a projekt folyamán végig, a LEGO-ból épített távirányítós tengeralattjárót is egyikük javasolta alapötletként. Sok időt kellett fordítanunk brain storming-ra, eszméletlen mennyiségű kérdést kaptunk a mentorainktól a megvalósítás mikéntjéről. A sok kísérletezés mellett, hogy érdekes volt, számtalan tapasztalatot hozott. Megismertük az információgyűjtés eme módját is. Amellett, hogy szoftverfejlesztőnek tanulunk, rengeteg kihívást adott a programozás is, mert eddig többnyire webfejlesztés volt a feladatunk, itt viszont hardverrel kellett kommunikálni. Olyan problémákba cseppentünk, aminek a létezése is meglepett.

A probléma felismerése és megoldása új szintre emelte a képességeink. Kinyílt előttünk a világ. Tetszik, hogy a leendő szakmánkon belül sokkal több témához tudunk hozzászólni. Gyakran bütyköljük a motorunk, de itt még forgácsoltunk is fémet és műanyagot is. És tudunk már forrasztani is. Ez jól jön majd a motorszerelésnél, de egyre jobban foglalkoztat a gondolat, hogy milyen projektben tudnánk a jövőben kamatoztatni mindazt, amit itt megtanulni.

Hivatkozások

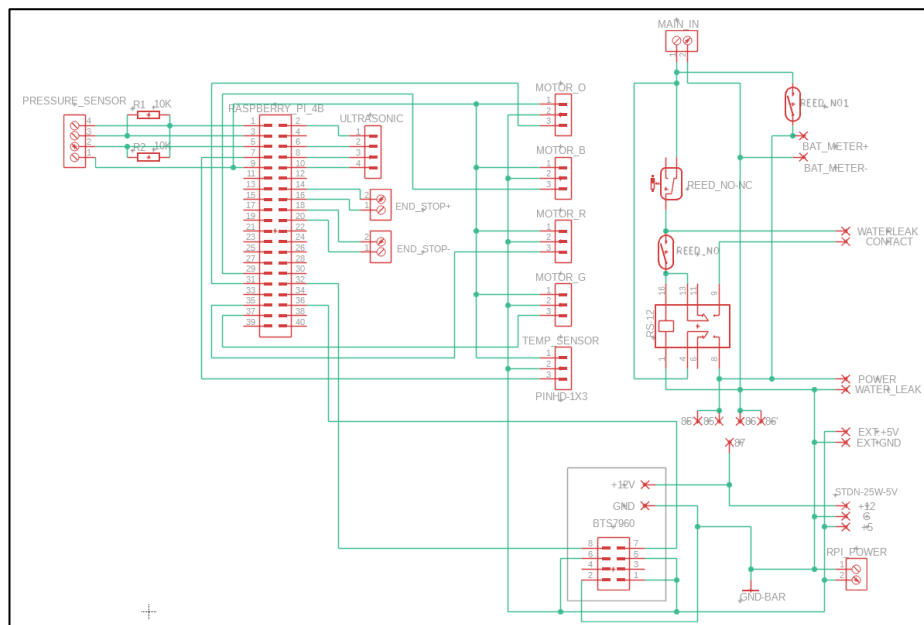
Malbini. (2019. május). *IP védelem*. Forrás: [https://malbini.hu/blogs/tudnivalok/ip-vedelem-ip67-vizallo](https://malbini.hu/blogs/tudnivalok/ip-vedelem-ip67-vizallo-netfizika.hu)

netfizika.hu (dátum nélkül). *Szabadsági fokok*. Forrás: <https://www.netfizika.hu/feladat/node/6492>

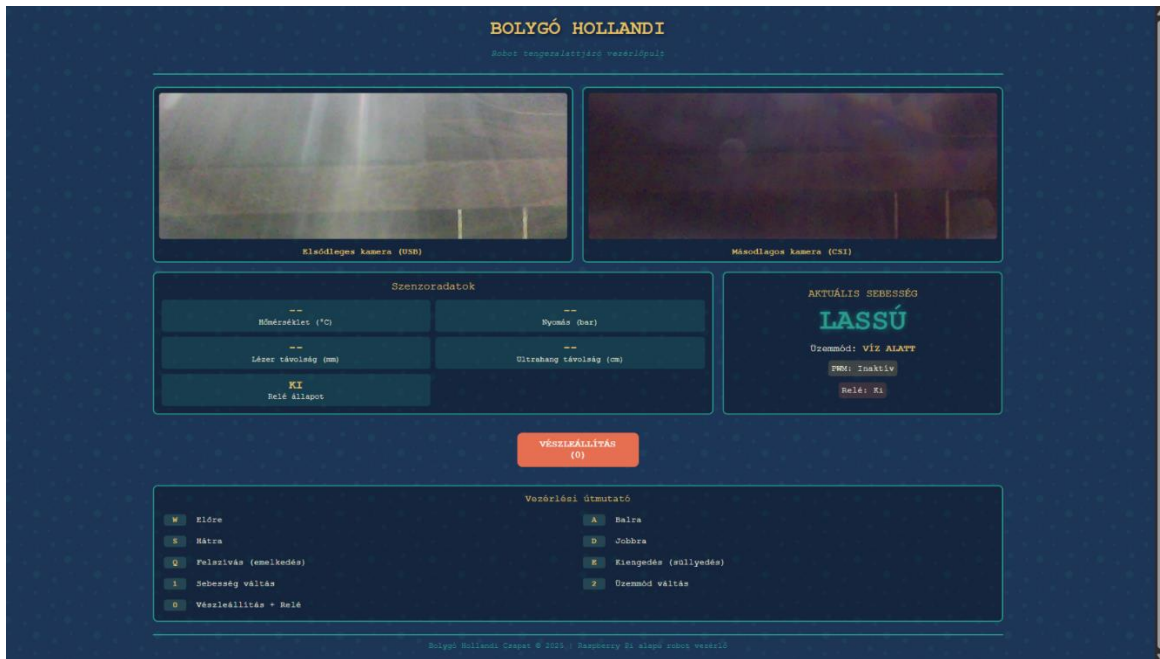
Sybell Hosting. (2019. május). Forrás: Mi az az SSH?: <https://tudasbazis.sybell.hu/tudasbazis/mi-az-az-ssh/>

vilaglex.hu. (dátum nélkül). *Szabadságfok*. Forrás: https://www.vilaglex.hu/Fizika/Html/SzabaFok_.htm

Mellékletek



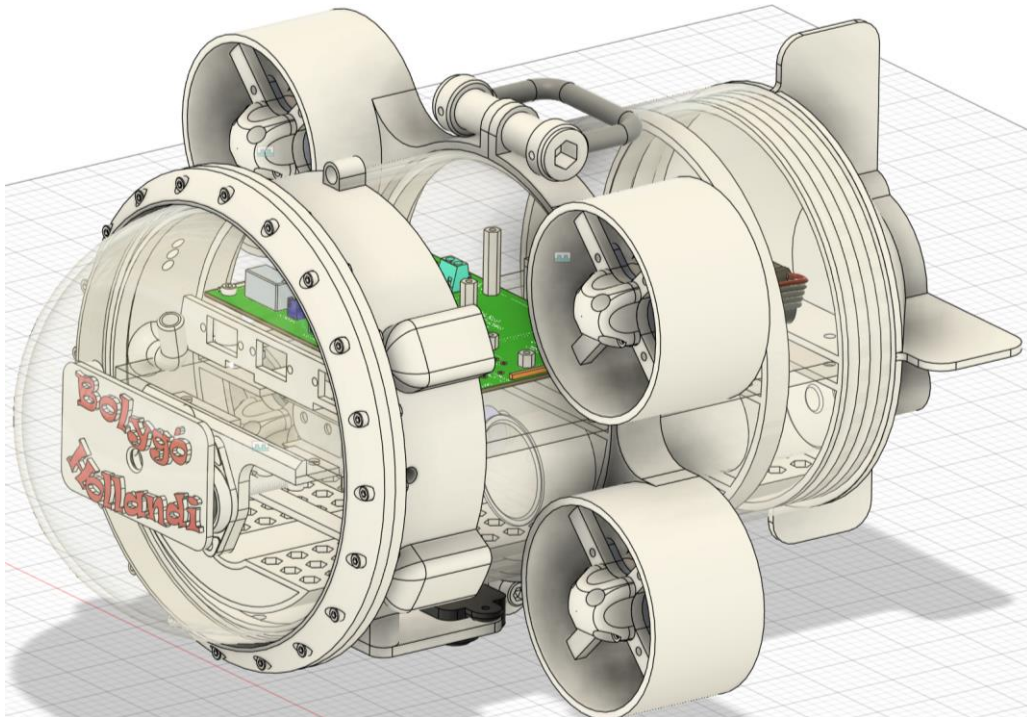
92. ábra Kapcsolási rajz (forrás: saját készítés)



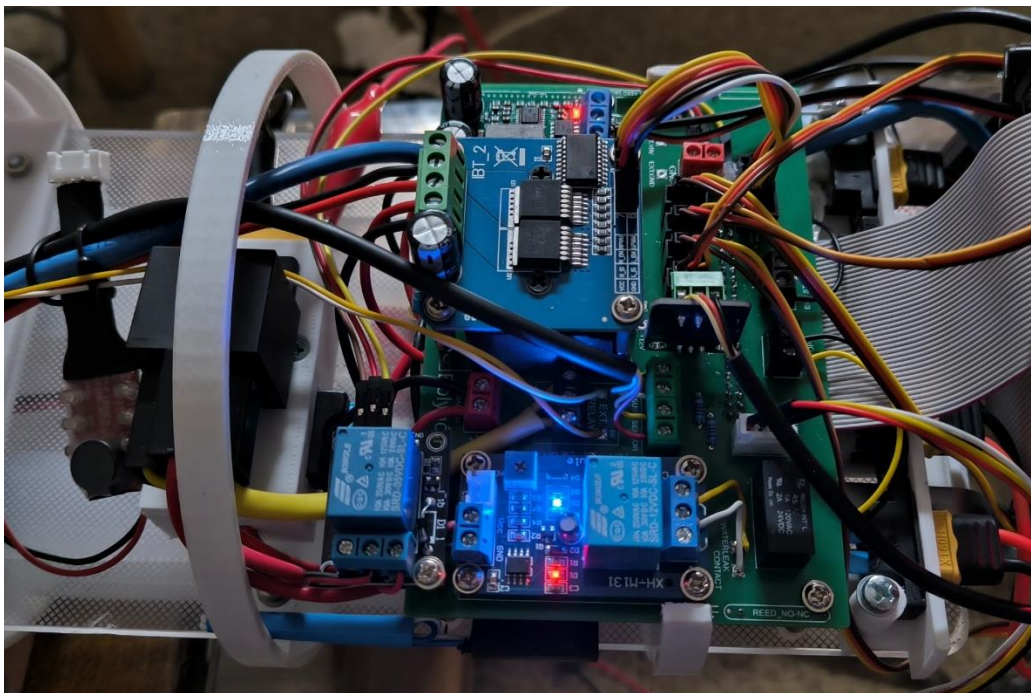
95. ábra Az irányítópult képernyőképe (forrás: saját készítés)



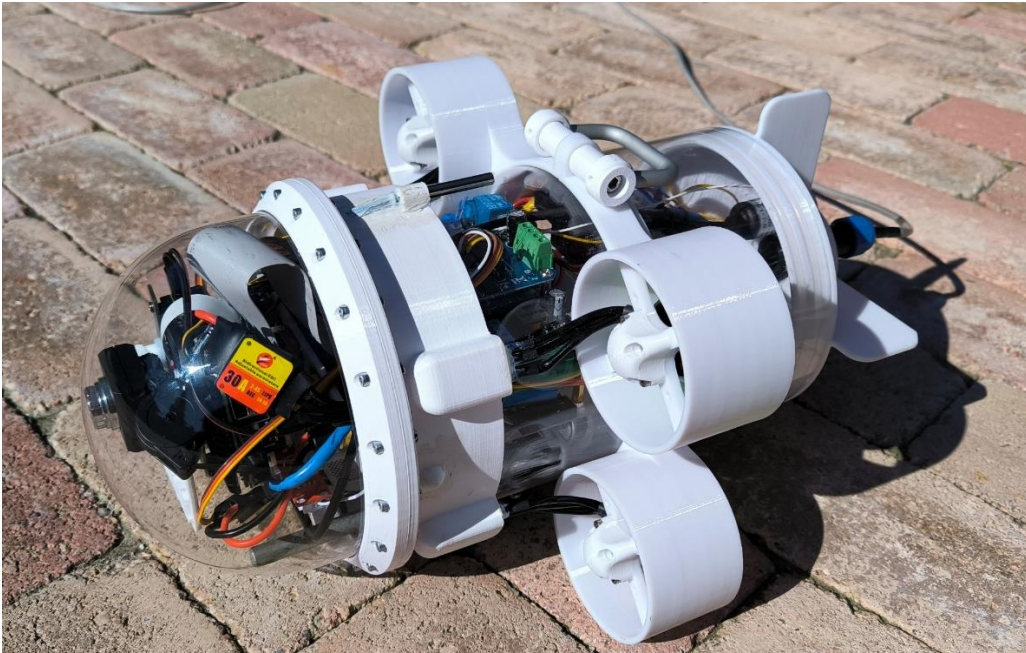
96. ábra A hardveres controller rajza (forrás: saját készítés)



97. ábra Az összeállított robot rajza (forrás: saját készítés)



98. ábra A robot elektronika beépítve (forrás: saját készítés)



99. ábra Az utolsó teszt előtt a robot (forrás: saját készítés)

TREFORT CÁPÁI ÉS TREFORT A VÍZ ALATT - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Földi Balázs

Kaló Hanna

Hartmann Iván

Németh András

Kolláth Bertalan

Olaj Ádám

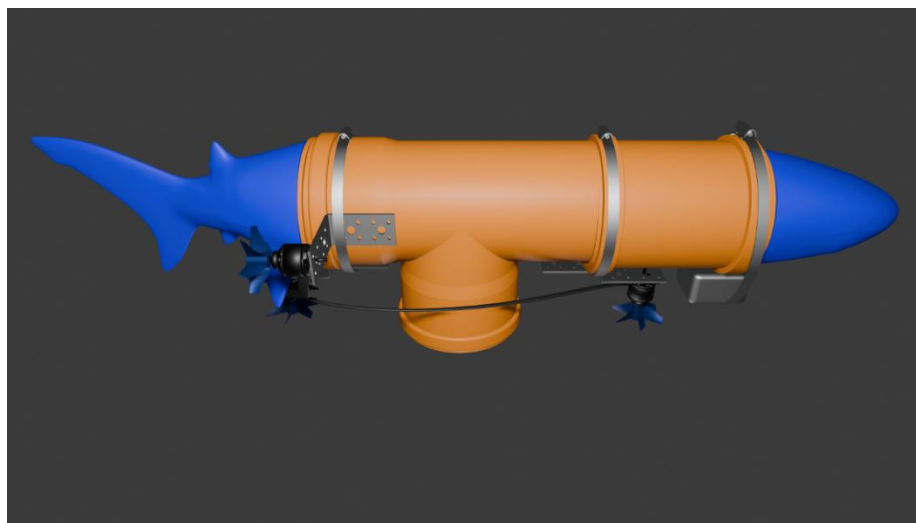
Orosz Barnabás

Felkészítő tanárok:

Regele György

Sándor Balázs

1. Konceptió rövid ismertetése



1. ábra: A tengeralattjáró 3D modellje.

A projekt célja egy **távvezérelhető** drón **tengeralattjáró** megalkotása. A váz **vízvezeték** elemeken, az irányítástechnika **Arduino** platformon, a kommunikáció **RS485**-ös szabványon és **kísérleti** távvezérlési módokon alapul.

A koncepcionális fázisban a cél az egyszerű, de megbízható építhetőség volt, hogy maguk az építőanyagok biztosítsák a szükséges **vízhatlanságot** és szerkezeti **szilárdságot**, ezért kis méretű **vízvezeték** elemekből álló hajóban gondolkodtunk.

Az irányítástechnikához hagyományos, már bevált elemekre támaszkodtunk. A vezérléshez az **Arduino** platformot választottuk. A távirányítás megoldására két elképzelés született. A vezetékes **RS485** kommunikáció csavart érpáras árnyékolt UTP kábelen.

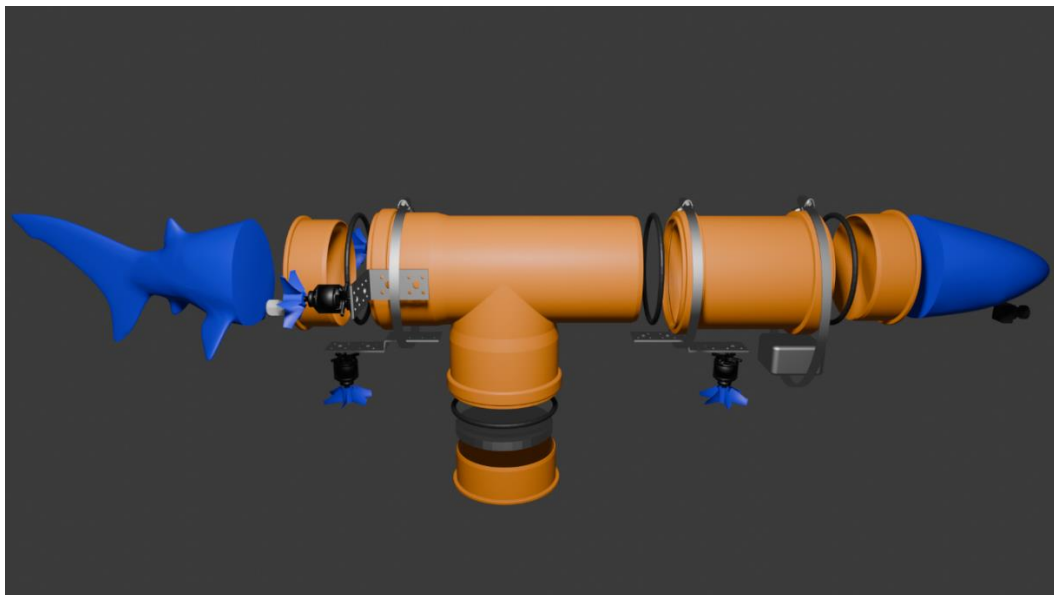
A meghajtást a verseny építőkészletének motorjaira és motorvezérlőire alapoztuk. 4 motoros koncepciót képeltünk el, előre, hátra, fel-le mozgás, jobbra, balra kanyarodás képességével.

Ezen gondolatok mentén született meg a koncepció.

- A koncepció megválasztásának okai
 - **Vízvezeték elemek:** Erős, vízzáró moduláris, bontható struktúra.

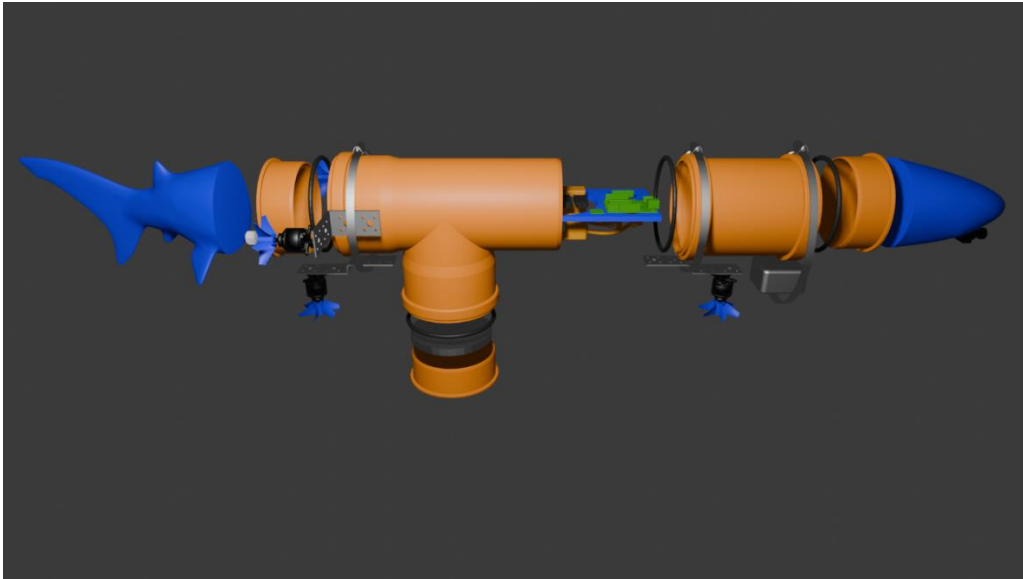
- **Arduino platform:** Ismert, megbízható, könnyen bővíthető, könnyen módosítható és fejleszthető. PWM vezérléshez és soros kommunikációhoz ideális. Jelfeldolgozáshoz kényelmes platform.
- **RS485 + CAT 6 UTP:** Az RS485 szabvány A-B különbség alapú, csavart érpárral, közös földdel és árnyékolt vezetékkel megbízható hosszútávú kommunikációt biztosít. Egyszerű, kész megoldás.
- A koncepció alapjául szolgáló robot(ok) bemutatása
 - Interneten található robot projektek megtekintése után határoztuk meg a fentebb ismertetett **alapelveket** és **koncepciókat**.

1.1 A robot és vezérlés ismertetése



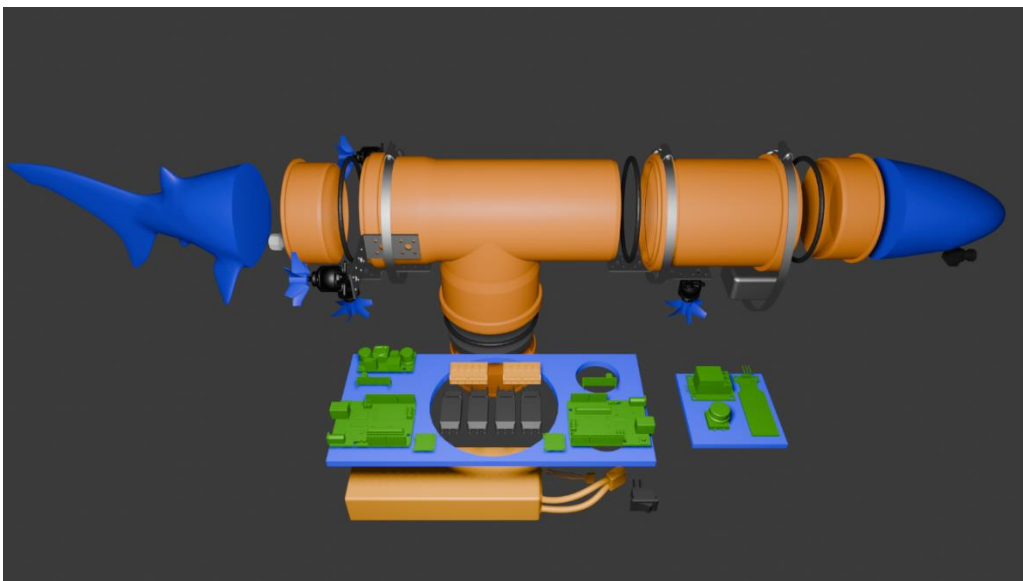
2. ábra: A tengeralattjáró 3D robbantott elvi szerkezeti ábrája.

- **Blokkdiagram:** a robot és az irányító rendszer fő részeinek bemutatása.
 - A robot felépítése robbantott ábrán:

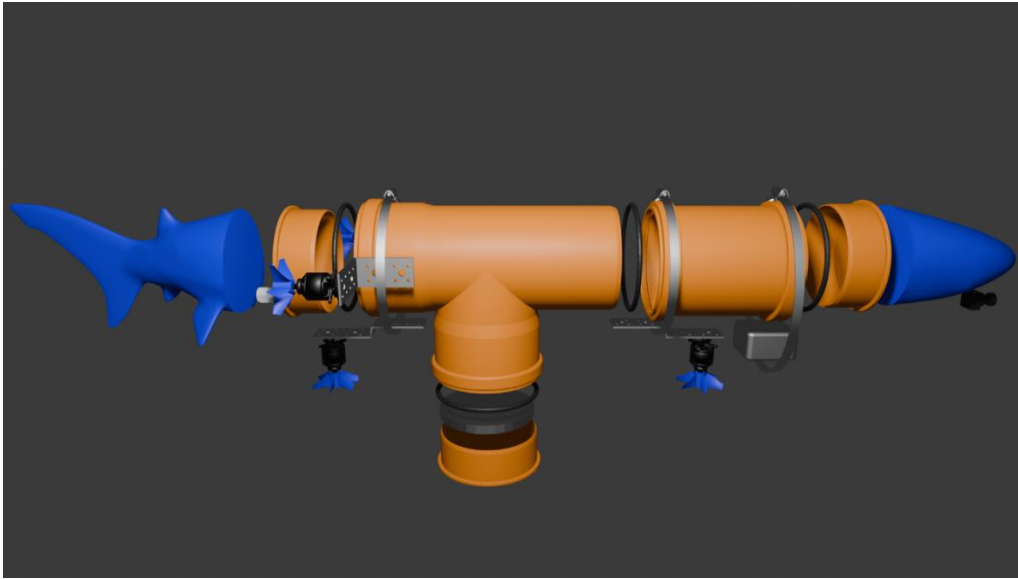


3. ábra: A tengeralattjáró 3D részletes robbantott szerkezeti ábrája a behelyezett vezérlőtálcával.

o A vezérlőtábla:



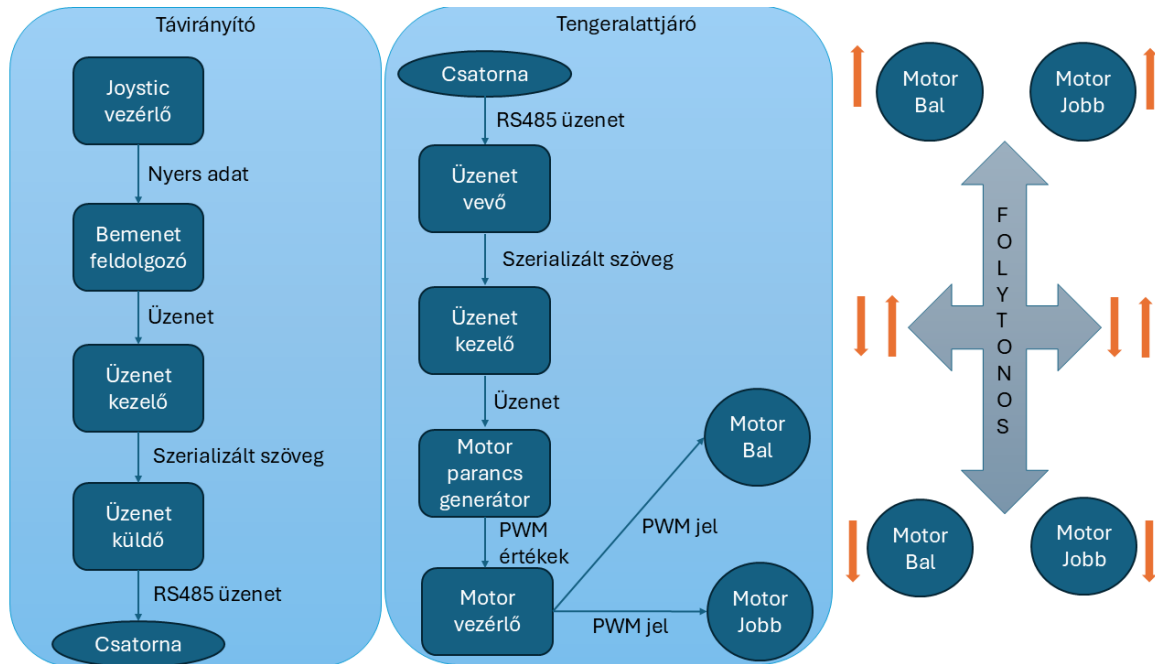
4. ábra: A kibűzött vezérlőtábla szerkezeti 3D modellje.



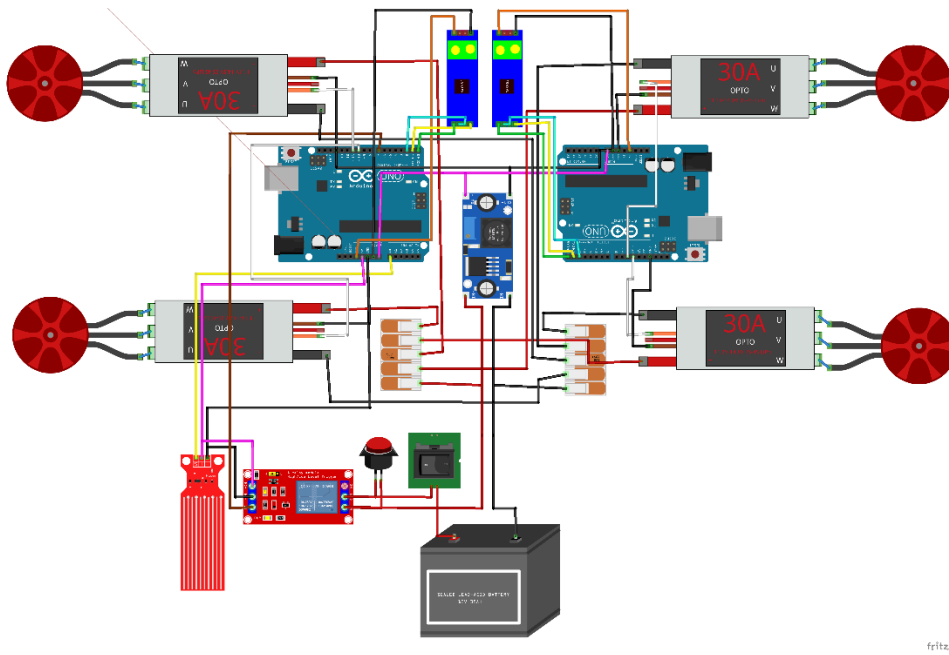
5. ábra: A tengeralattjáró fő szerkezeti elemei 3D robbantot ábrán.

- A robot fő szerkezeti elemei:
 - **T idom:** A fő strukturális elem: A vezérlőtálca és az áramellátás helye.
 - **Alsó szerelőnyílás:** Zárható kisméretű szerelőnyílás: A vízérzékelő, az aktiváló kapcsoló és a fő ólomsúly helye.
 - **Hátsó záróidom:** Itt található az egyetlen kábel kivezetés, tömbszelencés megvalósítással.
 - **Elülső idom:** Ennél fogva húzható le a hajóorr része és vehető ki a vezérlőtálca.
 - **Vezérlőtálca:** Kihúzható tálca, amin a mikrovezérlők és az elektronika találhatóak.
 - **Motorgondolák:** A négy motornak helyet adó rögzítőelemek.
- **Folyamatábra:** a vezérlő szoftver működésének ismertetése:
 - A hajót **két azonos, de független** rendszer vezérli, külön adó és vevő egységgel.
 - Az egyik a **vízszintes**, a másik a **függőleges** mozgássíkért felel.
 - **Mindkét rendszeren egyező szoftver fut**, csak a motorok elhelyezkedése **merőleges** egymásra.

○ **A szoftver folyamatábrája:**



6. ábra: A tengeralattjáró szoftverének, vezérlésének blokkrajza.



7. ábra: A tengeralattjáró hardverének rajza, ami szorosan összefügg a szoftverrel.

- A szoftver felépítése:
 - **A fejlesztői környezet:** A fejlesztés Arduino IDE segítségével Arduino C++ nyelven készült.
 - **Szoftverfejlesztési elvek:** A fejlesztés során a folyamatos verziókezelés, az erősen moduláris felépítés, függvényekre bontás és paraméterezhetőség volt a fő szempont.
 - A fejlesztéshez motortesztelő és kommunikáció **tesztelő kód** és **tesztelő eszközök** is készültek.
 - Mind a tengeralattjáróhoz, mind a távezérlőhöz kapcsolhatóak I2C OLED **kijelzők**, amik csak akkor inicializálódnak, ha csatlakoztatva vannak. Ekkor ezek ellenőrző információkat jelenítenek meg.
 - **A szoftveres rendszer felosztása:**
 - **Vízszintes mozgási sík**
 - **Függőleges mozgási sík**
 - **Távírányító**
 - **Tengeralattjáró**
 - **A távirányító modul:** A távirányító modulon két Arduino kapott helyet egy-egy joystick modullal és opcionális debug kijelzővel, valamint a kommunikációs modulokkal. Az egyik egység kezeli az előre-hátra, jobbra-balra mozgásokat, a másik a fel-le mozgásokat. Mindkét Arduino-n ugyanaz a kód fut.
 - **A távirányító modul szoftveres blokkjai:**
 - **Joystick kezelő:** Regisztrálja és értelmezi az inputot.
 - **Üzenet parser:** Üzenetformátumra alakítja a bemenetet.
 - **Kommunikáció:** RS485 üzenetküldést végez.
 - **A tengeralattjáró modul:** A tengeralattjáró modulban szintén **két Arduino** kapott helyet. Az egyik egység kezeli az előre-hátra, jobbra-balra mozgásokat, a másik a fel-le

mozgásokat. Ezekhez is két kommunikációs modul és két opcionális kijelző kapcsolódik hozzájuk. Mindkét modulon megegyező kód fut.

- Mindkét Arduino-hoz **2 motorvezérlő** kapcsolódik. Az első két motor az előre-hátra, jobbra-balra irányokért felel. A motorok fordulatszáma folyamatosan állítható, hátramenetbe is kapcsolható. Fordulatszám-differencia segítségével végezhető fordulás.
- **A tengeralattjáró modul szoftveres blokkjai:**
 - **Üzenet parser:** Feldolgozza a beérkező üzenetet.
 - **Motor menedzser:** Az üzenetek alapján kidolgozza a kormányparancsokat.
 - **Motor kontroller:** PWM jeleket generál a motorok számára.

Összegzés:

- A hajót **két független** rendszer vezérli, amin **azonos** szoftver fut.
- Az egyik rendszer a **függőleges**, a másik a **vízszintes** mozgást kezeli **folytonosan**.
- A rendszer két részre bomlik, a **távírányító**, és **hajóvezérlő** rendszerre.
- A rendszer feldolgozza a joystick és a gombok jeleit és szöveggé alakítja, majd elküldi a hajóra.
- A hajó feldolgozza a szöveget, kidolgozza a **PWM** jeleket.

2. Robot részletes bemutatása

2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

A robot mechanikai felépítése szemléletesen megfigyelhető az alábbi háromdimenziós modelleken.

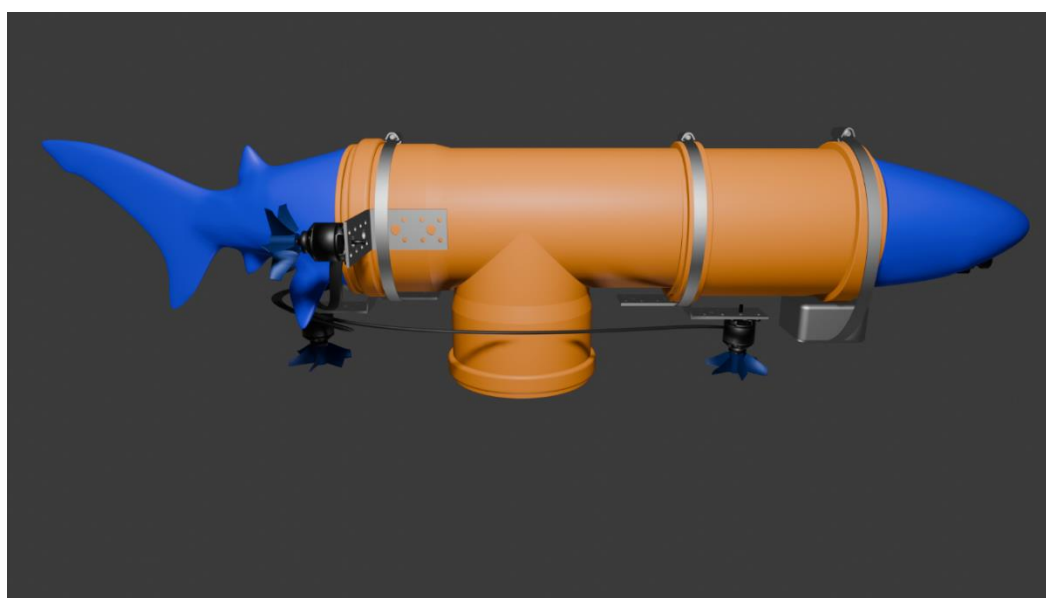
A robot **cső alakú**, alul **szereĺnyílással** egy hátsó **motortraktussal**, egy középső **főszekcióval** és egy **elűső** szekcióval.

A robot erre a **három részre** bontható, **vízzáró** tömítések szigetelik. A hajó belső részéhez csak az alsó szereĺnyíláson vagy az elűső traktus lehúzásával lehet hozzáférni.

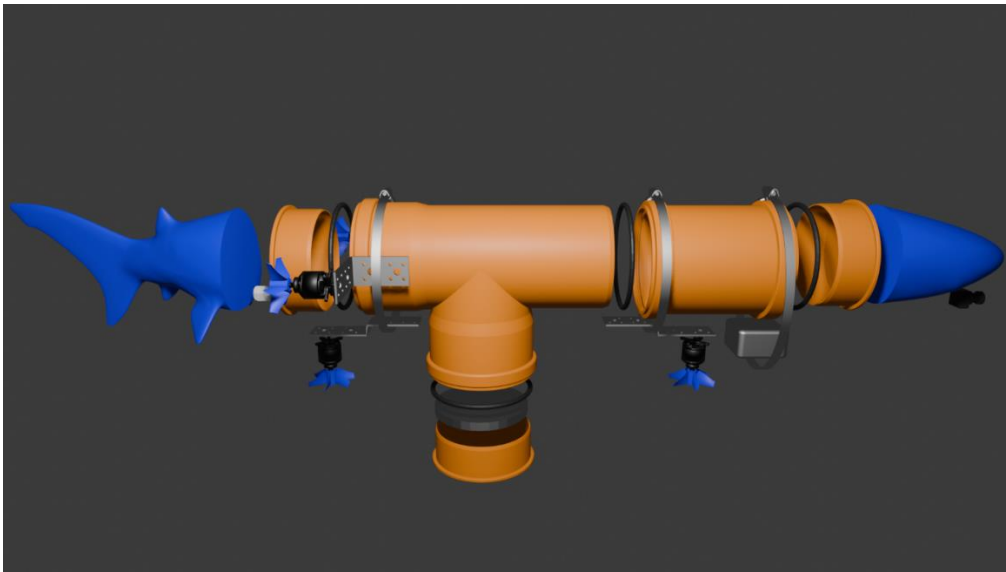
A kábelek mind **egy helyen** hagyják el a hajótestet egy tömszelencén keresztül.

A hajóról részletes **3D modell** készült, ami ezen a videón megtekinthető:

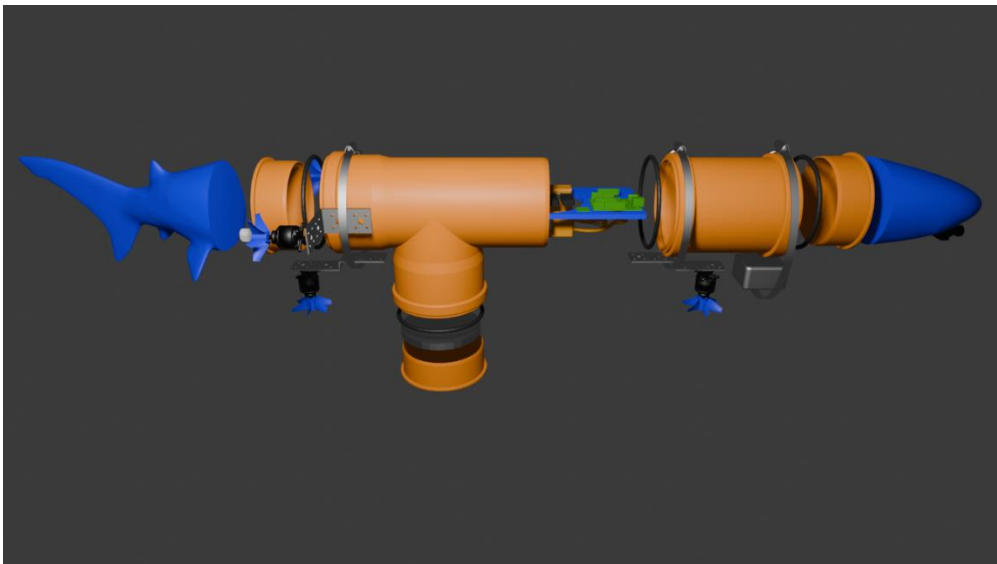
<https://youtu.be/J-2LQRgQV3w>



8. ábra: A tengeralattjáró 3D modellje.



9. ábra: A tengeralattjáró 3D robbantott ábrája.



10. ábra: A tengeralattjáró 3D robbantott ábrája.

Felépítés:

- **T főszekció:** Szigetelt T idom. Ez a hajó központi eleme és fő szerkezeti része. Itt található az elektronikai vezérlőtálca, ami előre kihúzható.

- **Vezérlőtálca:** A törzsbe csúsztatható tálcát az elülső traktus levételével, vagy az alsó szerelőnyíláson át lehet elérni. Ezen kapott helyet minden belső elektronika:
 - A két Arduino
 - A négy motorvezérlő
 - A két kommunikációs modul
 - A DC-DC konverter
 - A vízbetörés rendszer
 - Az akkumulátor
 - A kapcsolókA vezérlő tálca kábelei hátra nyúlnak, a tálca előlről húzható ki
- **Alsó szerelőnyílás:** Itt férünk hozzá gyorsan, a hajó elülső traktusának leszedése nélkül az elektronikához. Itt lehet áramtalanítani és akkumulátort tölteni. Itt található a fő ólomsúly.
- **Hátsó traktus:** Ide kapcsolódnak a motorgondolák, amik L vasakkal és csőbilincsekkel csatlakoznak a testre.
- **Elülső traktus:** Itt található az elülső ólomsúly és az elülső zárókupak, .
- **Orr és farokrész díszítés, áramvonalasítás.**

Hozzáférhetőség:

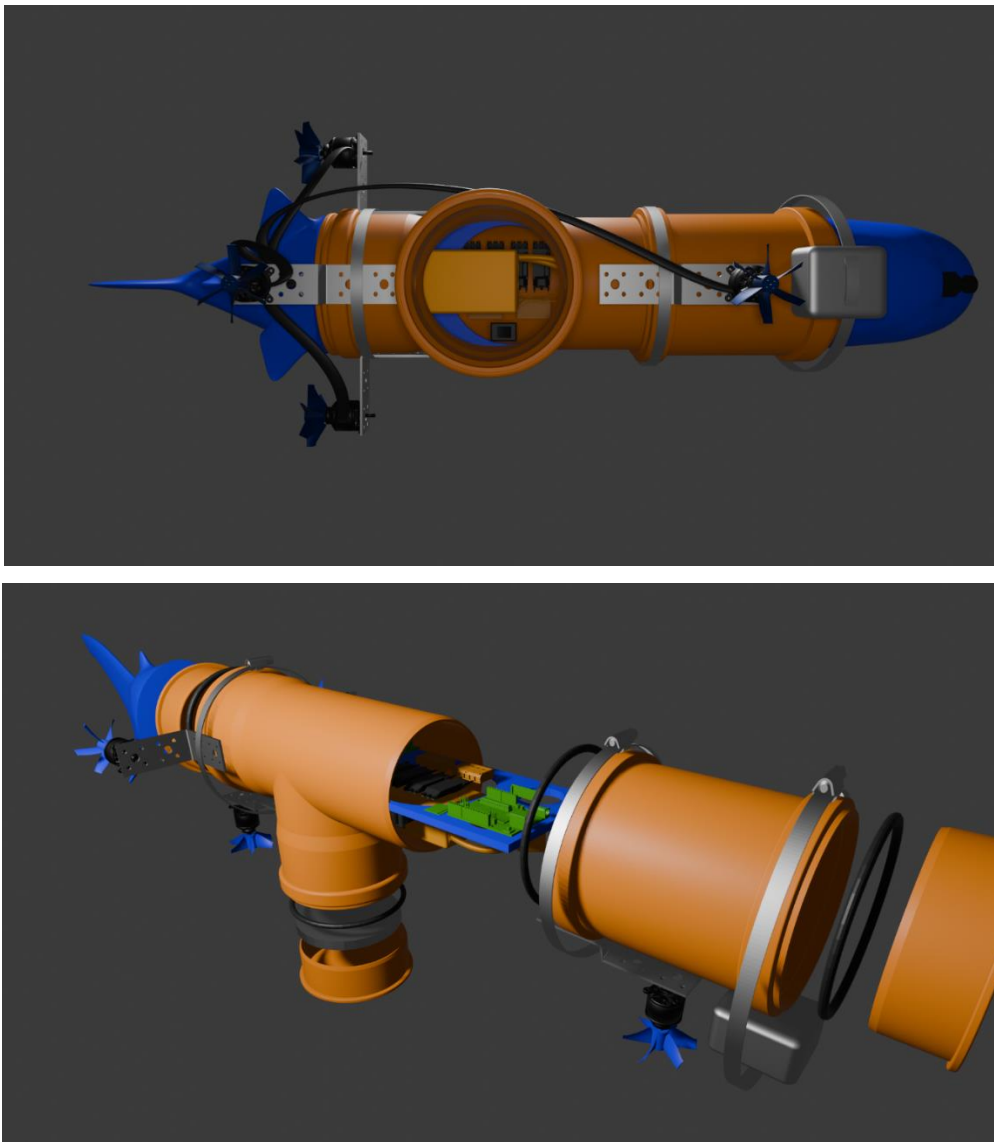
A tengeralattjáró tervezésekor alapvető cél volt a **könnyű szerelhetőség** mellett a **vízzáróság** biztosítása, ami nagy **kihívást** jelentett, de két egyszerű és elegáns megoldást találtunk rá. A tengeralattjáró törzse teljesen zárt, **két helyen bontható meg**.

A tengeralattjáró belső teréhez az **alsó szerelőnyíláson**, vagy az elülső traktus lehúzása és a **vezérlőtálca kihúzása** után lehetséges.

Az **alsó szerelőnyílás** a be és kikapcsolást, a vízérzékelő kezelését és a akkumulátor töltését teszi lehetővé.

Az **elülső lehúzható traktus** fedi fel a belső teret és teszi lehetővé a vezérlőtálca kihúzását a mikrovezérlők és a teljes elektronika elérése céljából.

Ezeket mutatják be az alábbi ábrák:

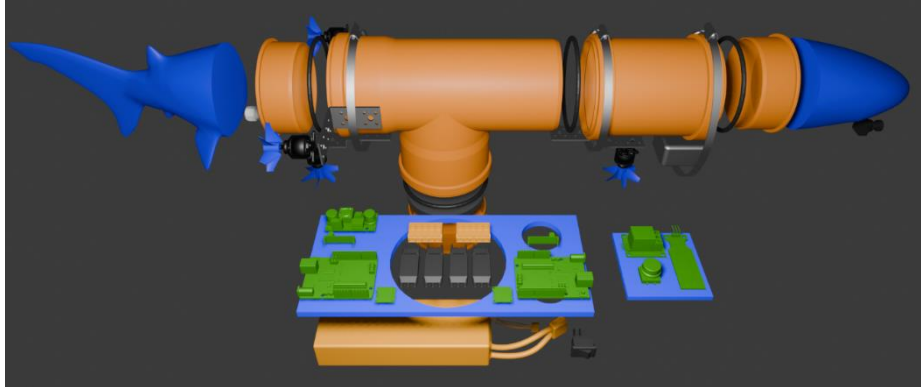


11-12. ábra: A tengeralattjáró szerelési rendje.

A Vezérlőtálca:

A hajóból könnyen **kihúzható** vezérlőtálcán kapott helyet a **két független vezérlőrendszer** melyek párosával veszik a szöveges adatokat, dolgozzák fel azokat PWM motorvezérlő jelekké és folytonosan, nem darabosan vezérlik motorokat. Itt kapott még helyet az Akkumulátor, a

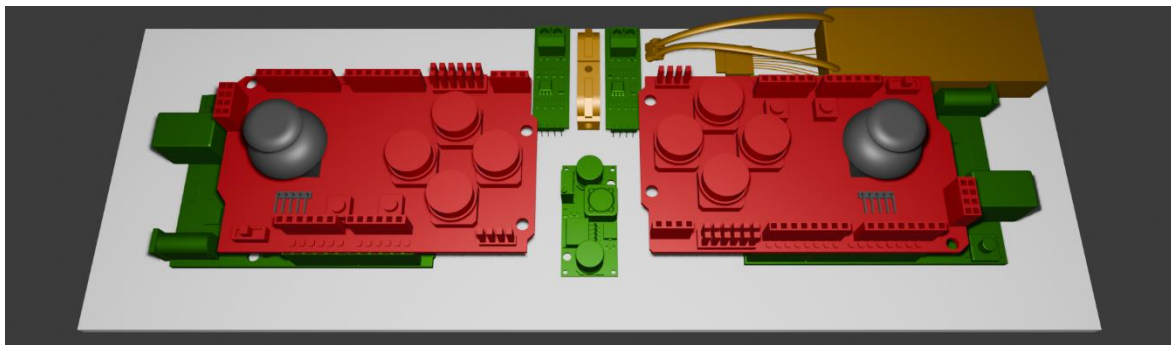
feszültségszabályozó, a motorvezérlők, az áramelosztás, a kommunikáció és a vízbetörés kezelő rendszer is.



13. ábra: A tengeralattjáró szerelési rendje.

A távirányító:

A távirányító **külön egység**, ez is **két külön rendszert tartalmaz**, egyet a **vízszintes**, egyet a **függőleges** irányok kezeléséhez. Két Arduino-t, **joystick** és gomb modulokat tartalmaz. Külön **akkumulátorral** rendelkezik és külön DC-DC konverterrel. Itt található a **kommunikációs** adó modul.

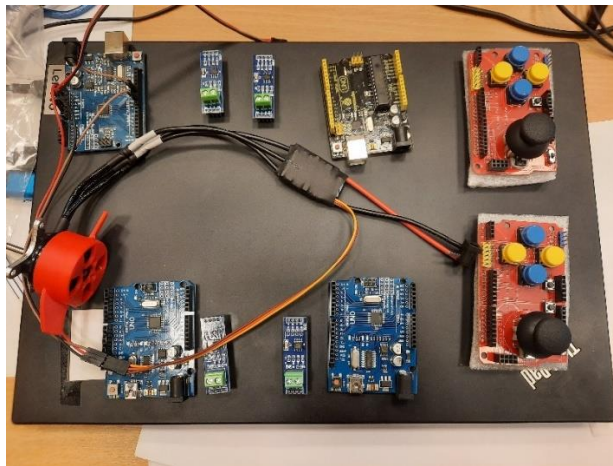


14. ábra: A távirányító rendszer 3D modellje.

- **Felhasznált anyagok ismertetése:**

- **Elektronikai anyagok:**

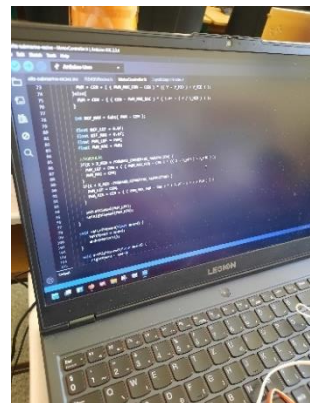
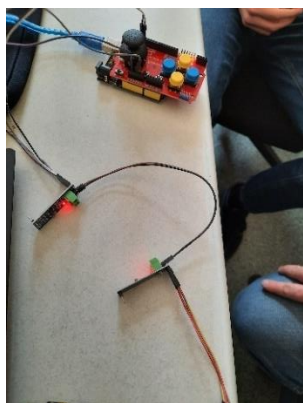
- Arduino, brushless motorok, motorvezérlők, joystick, RS485, LiPo:



15-16. ábra: A felhasznált mikrovezérlők, motorok, ESC, RS485, Joystick.



17-18. ábra: Az alkalmazott motor és akkumulátor.



19-20. ábra: Kommunikációs, vezérlési és szoftveres tesztek.

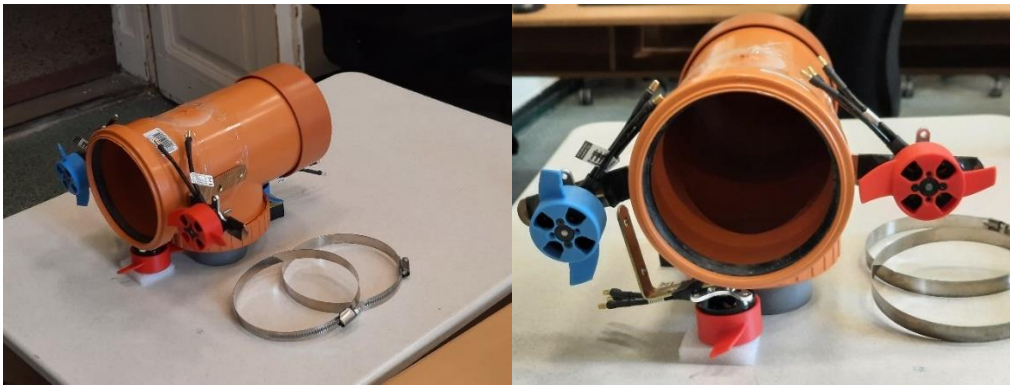
○ Felhasznált szerkezeti anyagok:

- Vízvezeték elemek, tömítések, tömszelence, bilincsek, sarokvasak.



21-22. ábra: A fő szerkezeti elem, a T idom és a tömszelence.

- A szerkezetépítés kezdetei:



23-24. ábra: Az összeszerelt hajó első változatai.

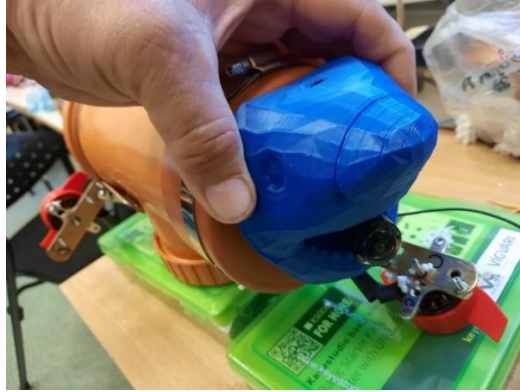
- Az építés előrehaladása:



25-26. ábra: A tengeralattjáró váza és a kibúvott vezérlőtábla.

○ **A dekoráció, áramvonalazás:**

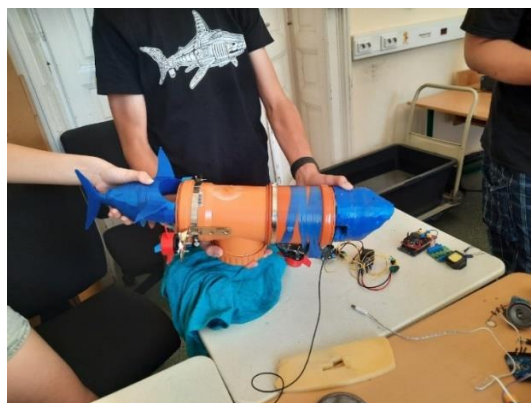
- 3D nyomtatással készült dekorációs és áramvonalazó elemek:



27. ábra: A tengeralattjáró áramvonalazó nyomtatott orrkúpja a kamerával.



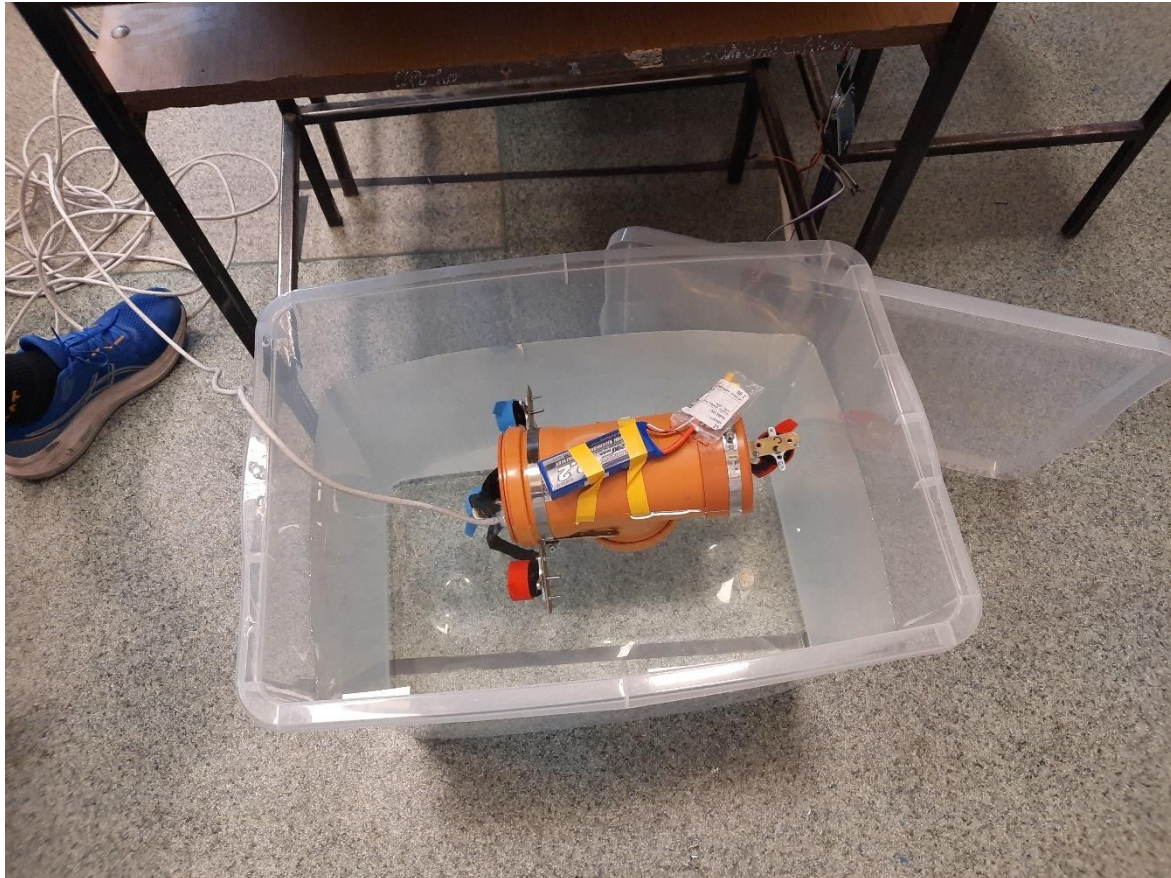
28. ábra: A tengeralattjáró áramvonalazó orr és farkrésze.



29. ábra: Az összerakott tengeralattjáró.

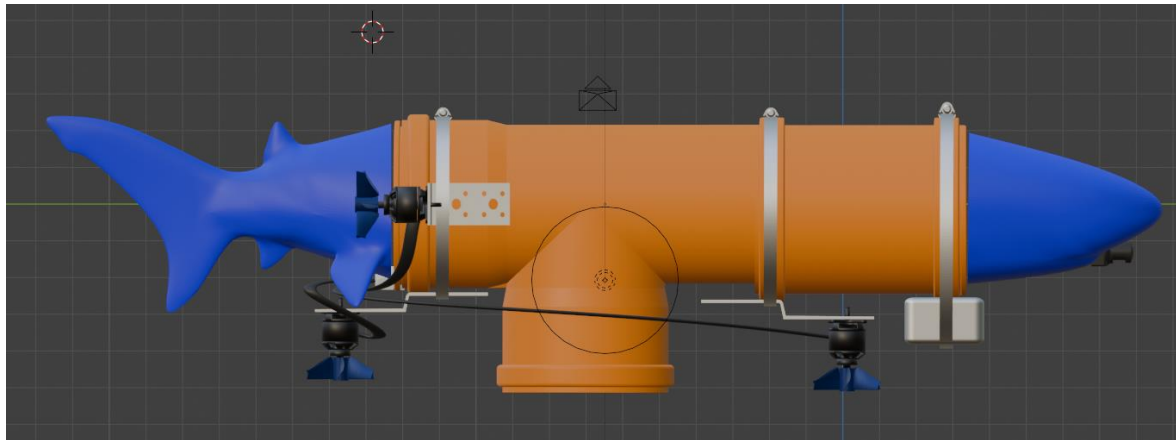
- **Lebegőképesség beállítása:**

- A lebegőképesség beállításának első lépése a hajó **térfogatából** adódó erők **kiegyensúlyozása**. Ez az alsó **szemelvénylítésbe** és az **elülső traktusba** helyezett **búvárólom** súlyokkal történt. A finomhangolást **nikecellel** végeztük.



30. ábra: A tengeralattjáró első merülési tesztje.

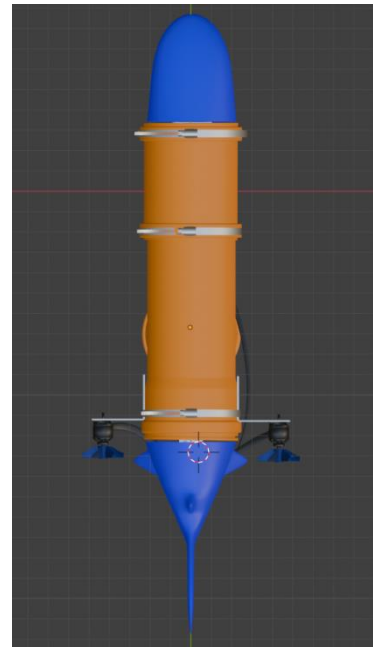
2.2 Robot szabadsági fokainak ismertetése



31-32. ábra: A tengeralattjáró oldal és felülnézeti képe.

A tengeralattjáró szabadsági fokai:

- Folyamatos sebességállítással előre
- Folyamatos sebességállítással hátra
- Vízszintes fordulás jobbra, balra.
- Előre hátra döntés.
- Oldalra bedöntés nincs.

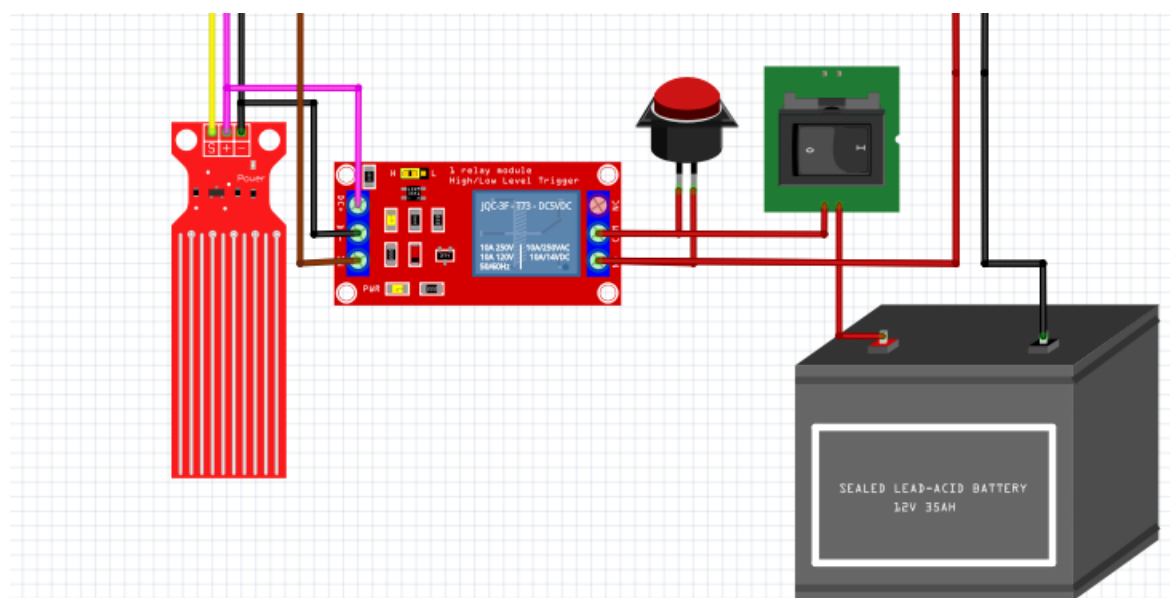


2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

A versenyszabályoknak megfelelően automatikus áramtalanítási mechanizmussal láttuk el a tengeralattjárót, valamint kiemelt figyelmet fordítottunk az anyaghasználatra és tervezésre.

- Beázás detektálása és az áramtalanítás folyamata.

A beázást egy ellenállás alapú nagyfelületű vízérzékelő érzékeli a tengeralattjáró alján. Egy csepp vízre is reagál. A rendszer működési elve, hogy a mikrokontroller érzékeli, hogy száraz-e az érzékelő, ha igen, behúzza tartja a relét, ami a főáramkört zárja, egy csepp víz hatására oldja a relét és áramtalanítja a rendszert. A nyomógomb segítségével (flip-flop szerű működéssel) állítható vissza a rendszer.



33. ábra: A tengeralattjáró automatikus áramtalanító rendszere.

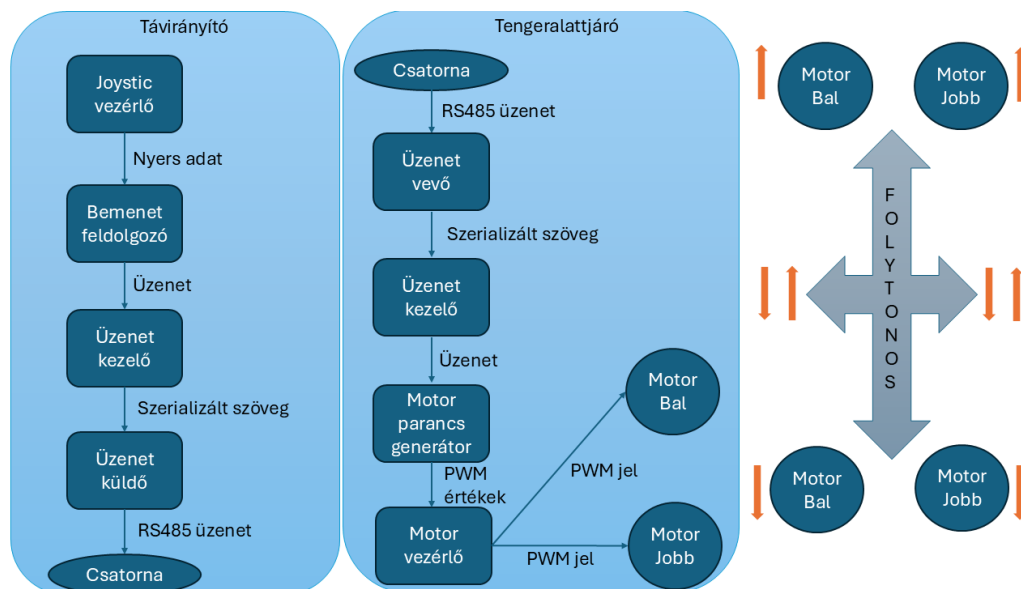
- Bekapcsolási és leállítási szekvencia ismertetése.

A tengeralattjáró indításához az alsó szerelőnyílás kinyitása, a szivacs, és az ólomlap eltávolítása után csatlakoztassuk az akkumulátort, zárjuk a főkapcsolót és nyomjuk meg a vízbetörés elleni biztonsági kioldórendszer gombját. A leállításhoz a fedél nyitását követően oldjuk a főkapcsolót és a csatlakozót.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

- A forráskód elérhetősége: A forráskódot GitHub-on verziókezeljük, ami az alábbi linken elérhető: <https://github.com/SandorBalazsHU/elte-submarine>
- Tekintsük át a szoftver alapvető felépítését:
Az architektúra két részre bomlik. Az adó, és a vevő. Az adó a távirányító, ami veszi, feldolgozza, üzenetté alakítja és elküldi a joystick shield adatait. A vevő pedig a tengeralattjáróban található, ami veszi a szöveges üzenetet, feldolgozza, ez alapján kidolgozza a motorvezérlő parancsokat a folytonos mozgáshoz és generálja a PWM jeleket. A rendszer két független másolatban működik. (lásd:34.ábra,lenn) Mindkettő 2-2 motort kezel és 1-1 mozgási síkot kezel, a vízszintes, és függőleges síkokat.
- **Vezérlési elv ismertetése:**

A vezérlés az előzőekben leírtak szerint zajlik, amit ez az ábra szemléltet. A fokozatosan lineáris skála szerint növekvő előre vagy hátra, fel le mozgás esetén mindkét vezérelt motor megegyező fordulattal jár. Kanyarodáskor vagy bedöntésnél arányos fordulatszám differenciát hozunk létre, egy ponton pedig hátramenetbe kapcsoljuk a fordulás, bedöntés irányába álló motort.



34. ábra: A tengeralattjáró szoftver elvi blokkrajza.

- **Kalibrációs folyamatok:**

A rendszer élesztésének fontos eleme a kalibráció. Szükség van a joystick-ok határértékeinek, a gombok pin-jeinek, a motorok PWM középállásának (álló pozíció) és határértékeinek meghatározása és beállítása. Ezekhez külön hardvert és szoftvert készítettünk, amik a projekt GitHub repository-jában elérhetőek.

- **Motorkalibráció:**

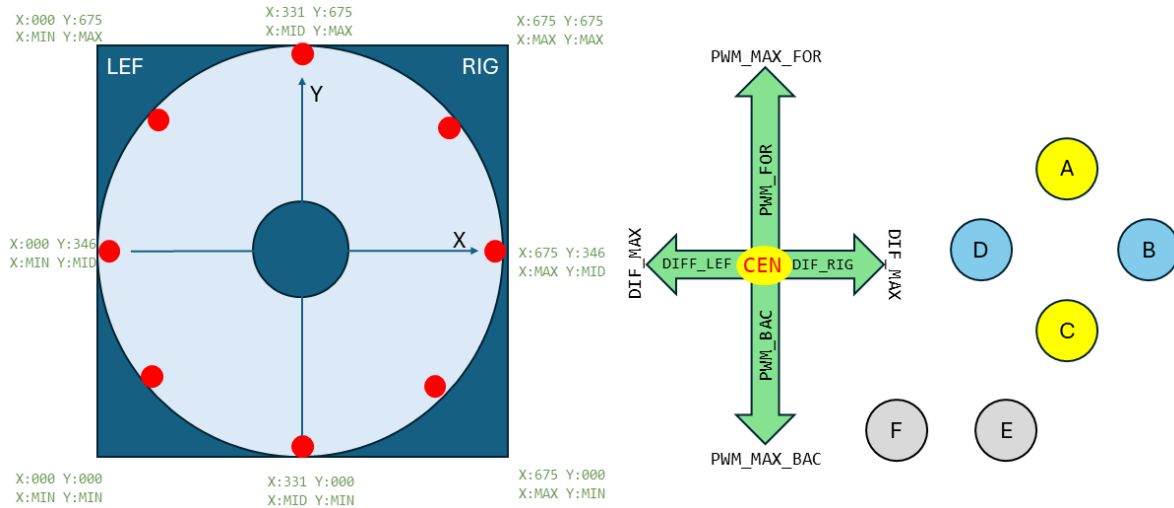
- A motorkalibrátor egy Arduino-ból, egy Joystick shield-ből és egy OLED kijelzőből áll. Ez gombnyomásra változtatja a PWM jel munkakütemét, a közép és szélső értékek meghatározásához.
- Egy példa kalibráció:
 - 1540 max
 - 1525 min óramutató szerint
 - 1512 indul
 - 1513 indul
 - 1512 áll
 - 1498 KÖZÉP
 - 1484 áll
 - 1483 indul
 - 1475 min óramutatóval ellentétes
 - 1460 min

- **Vevő kalibráció:**

- A hajó belsejében lévő vevő és motorvezérlő elektronika az előbb megismert módon kalibrálható az adott motorhoz. Emellett szüksége van az adott vezérlősík joystick közép és szélértékekre is, amit a következő kalibráció ad meg. Ellenőrzésre is van lehetőség. Ha egy I2C OLED kijelzőt kapcsolunk a hajó vezérlőjéhez a kód automatikusan reagál és kiírja a vett adatokat, a ms időt és a generált PWM jelek munkakütem szélességeit.

○ **Adó kalibráció:**

- Az adó esetében is készült egy külön joystick kalibrátor ami a motor kalibrátorhoz hasonlóan egy Arduino-ból, egy Joystick shield-ből és egy OLDED kijelzőből áll. Ez az OLDE kijelzőn jeleníti meg a joystick shield kalibrációs adatait. Itt látható egy minta kalibrációs lap, amit a fejlesztés közben használtunk.

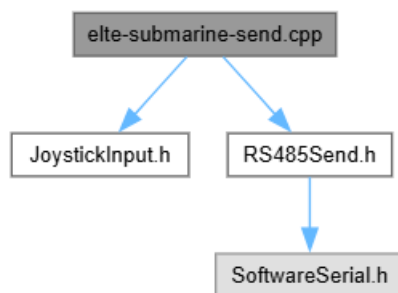


35. ábra: Egy joystick modul kalibrációs lapja.

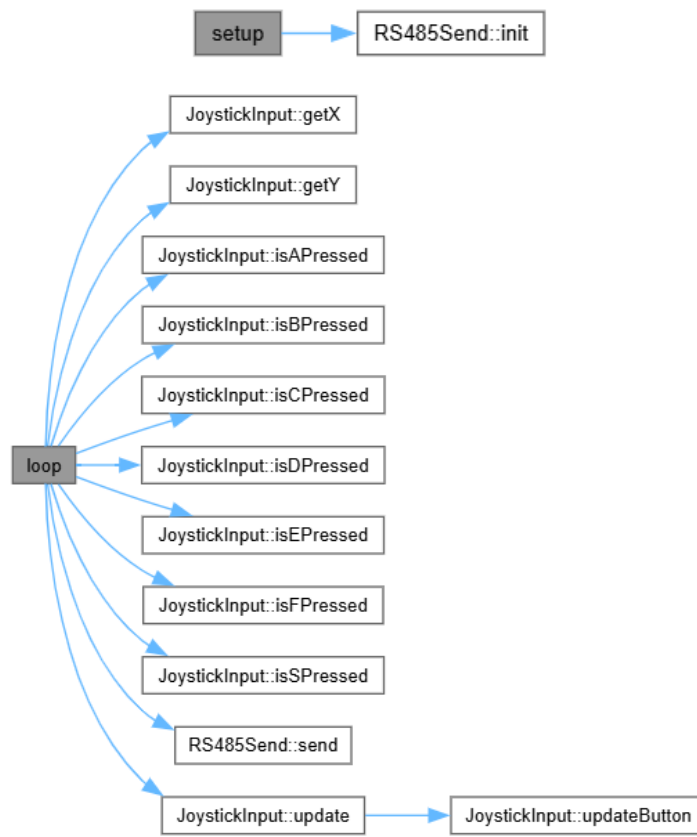
• **A szoftver felépítésének részletezése:**

- Az adó kód a távirányítóban:

Az adó kód egyszerűbb felépítésű. Három részre bontható, a fő program, a joystick kezelő és az RS485 küldő osztály.



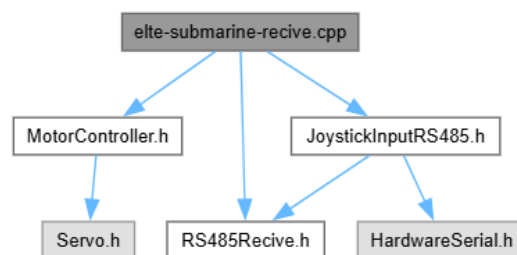
36. ábra: Az adó program felépítése.



37. ábra: Az adó program működése.

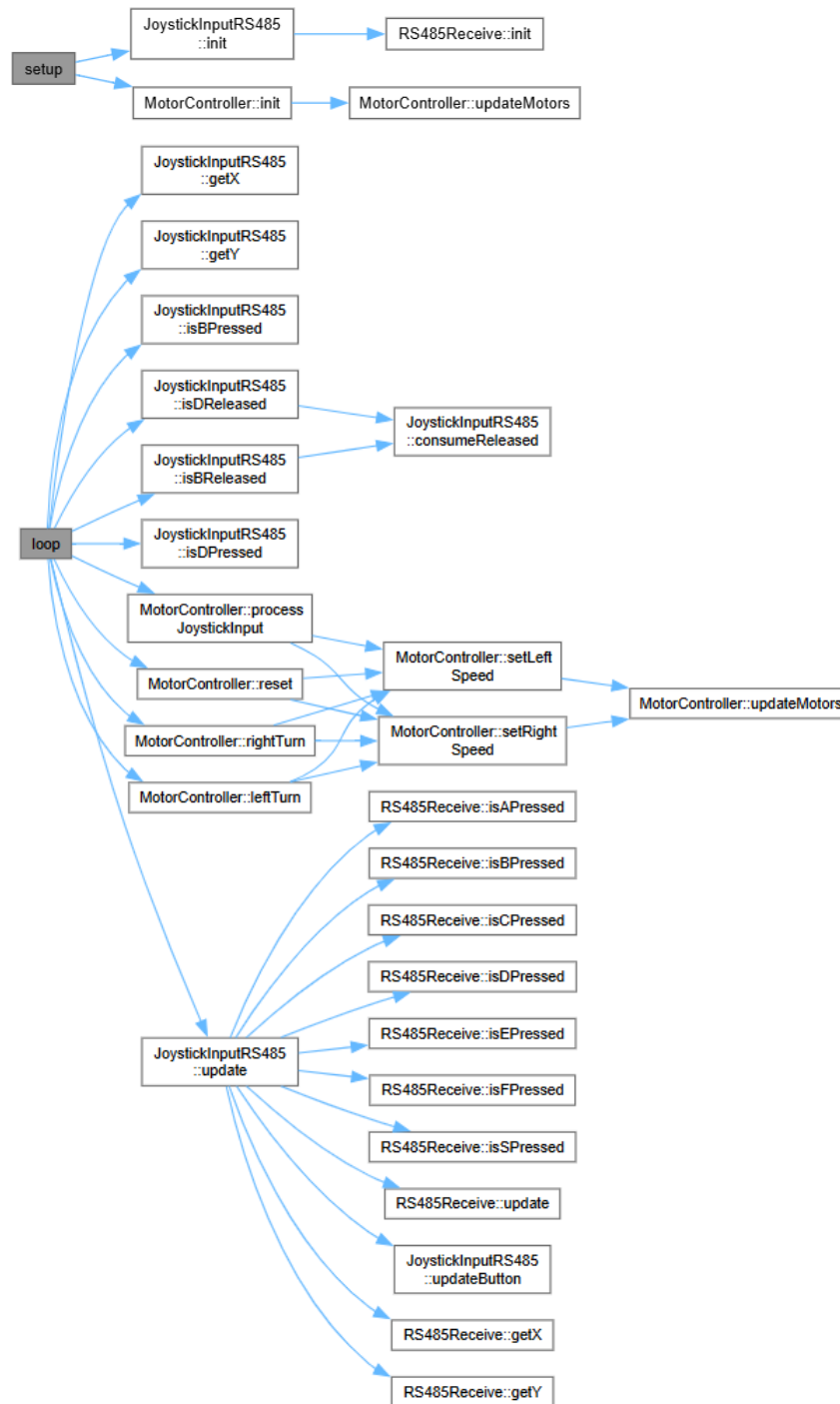
o A vevő kód a hajóban:

A vevő kódja négy részre tagolódik. A fő programra és a három osztályra, amik az üzenet vételét, a feldolgozását és a motorvezérlést végzik.



38. ábra: A vevő program felépítése.

A vevő program felépítése és működése összetettebb, mivel több feladatot lát el.



39. ábra: A vevő program működése

2.5 Szenzorok bemutatása

- A roboton használt szenzorok ismertetése és elhelyezésük.
A hajó egy vezetékes színes kamerával van ellátva az orrkúpban.

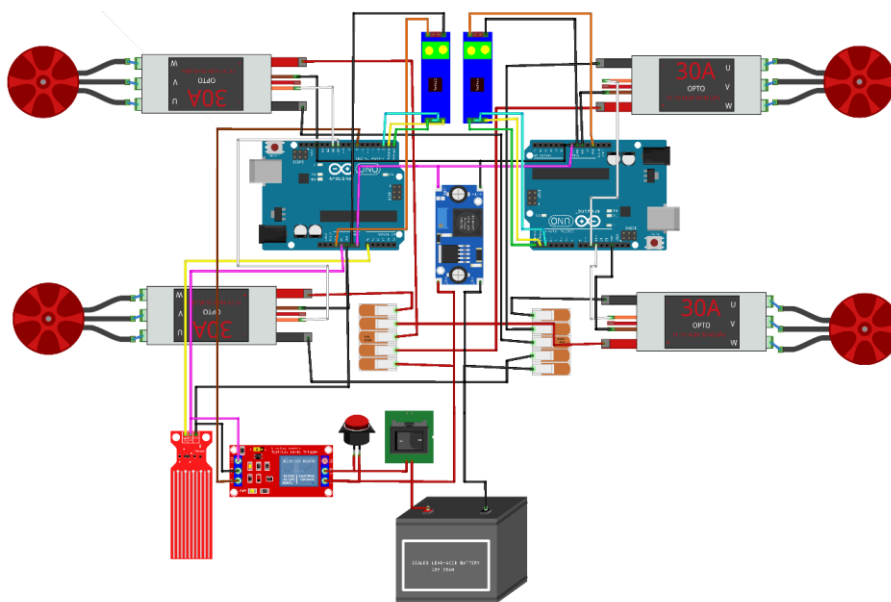


40. ábra: A kamerarendszer működése.

2.6 Saját tervezésű áramkörök

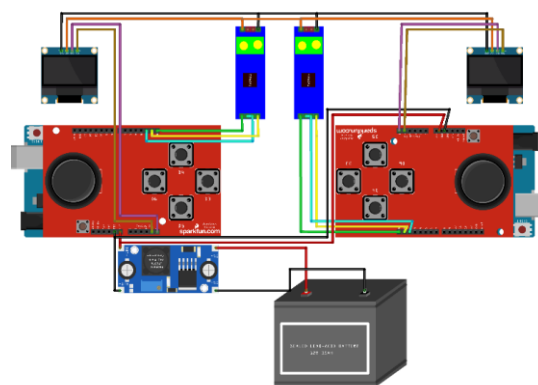
A teljes elektronika saját tervezésű és a korábban ismertetett funkciókat látja el. A hajó és a távirányító részletes tervei az alábbi ábrákon tekinthetők meg. A rendszer háromféle feszültségszinttel dolgozik:

- Piros: 12V a motoroknak
- Pink: 5V a mikrokontrollereknek
- Narancs: 3.3v az egyéb eszközöknek.



fritzing

41. ábra: A hajó vizuális kapcsolási rajza. (Az opcionális debug OLED kijelzők nélkül).

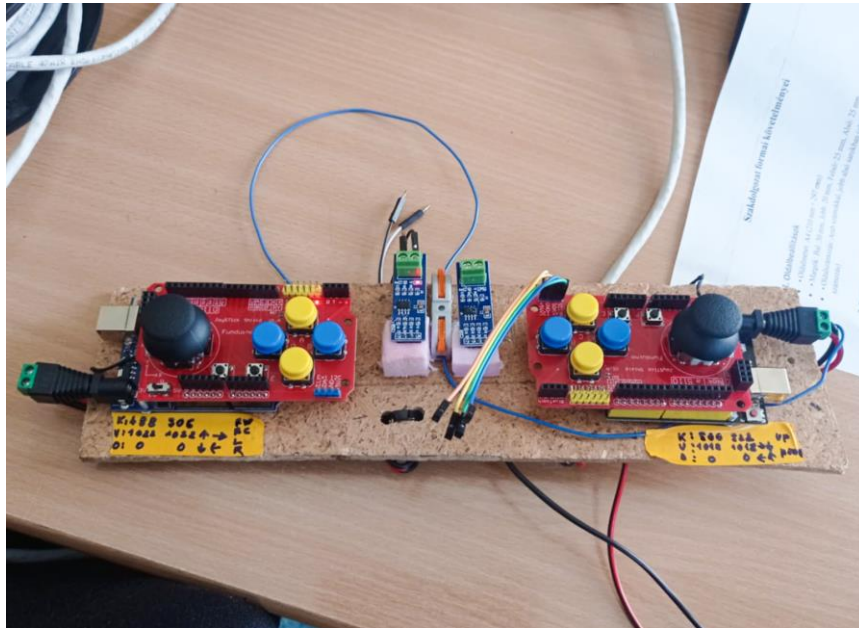


fritzing

42. ábra: A távirányító vizuális kapcsolási rajza.

3. Irányító központ bemutatása

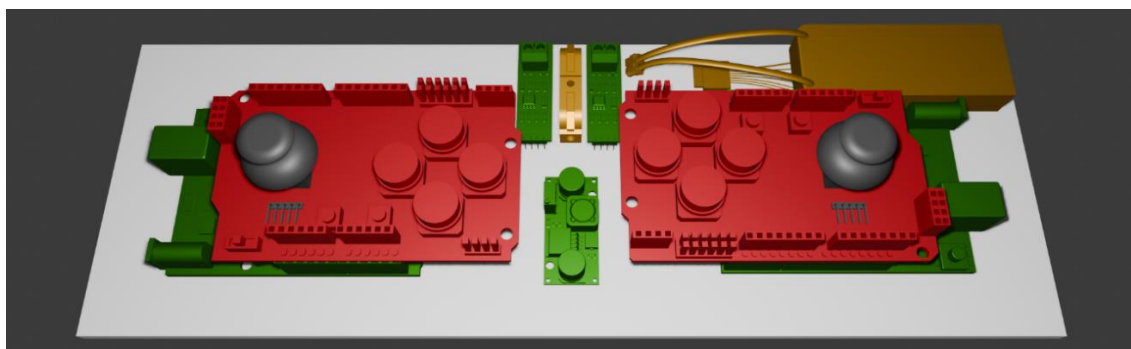
Az irányítás a távirányító segítségével intuitívan történik. A bal oldali joystick-al lehet előre, hátra, jobbra balra fordulni fokozatosan, vagy a gombokkal is megtehető ugyanez léptetve. A jobb oldali joystick és gombok ugyanezt a célt szolgálják, csak a fel le irányoknál.



43. ábra: A távirányító egység.

3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

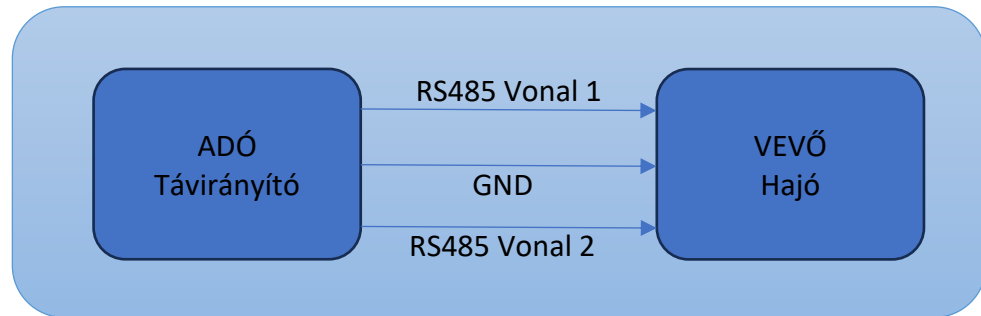
- Tervezett kinézet és kezelőszervek bemutatása



44. ábra: A távirányító egység 3D modellje.

3.2 Kommunikáció ismertetése

- Robot és irányító központ közötti adatkapcsolat
 - Az adatkapcsolat egyirányú. A távirányítótól halad a hajó irányába. Viszont két sávon zajlik. Az egyik a vízszintes, a másikon a függőleges tengely üzenetei utaznak.



45. ábra: A vezetékös kommunikáció modellje.

- Alkalmazott kommunikációs protokoll
 - A hajó és a vezérlő egy darab árnyékolt CAT6-os UTP kábellel van összekötve. Két csavart érpáron utazik egy-egy RS485 A-B jelalakú soros adat és egy GND szál. A maradék 3 szál nem használt.
- Közölt adatok felsorolása
 - A kommunikációs csatornán szöveges üzenetek utaznak. Ne feledjük, két csatorna van!
 - Az adatok jelentése: Joystick X, Joystick Y, A, B, C, D, E, F, H
 - A továbbított szöveges üzenet: 355, 499, 0,0,0,1,0,0,0

4. Összegzés

A projekt rendkívüli tanulási lehetőség volt a csapat számára. Elmerülhettünk egy komplex rendszer megtervezésében és megvalósításában, megtapasztalhattuk, hogy az egyszerűsítés sokszor előny, az elmélet és a gyakorlat sokszor kiegészítik egymást és megérthettük, hogy mennyi különböző technológiát, tudást és technikát kell ötvözni ahhoz, hogy egy valós körülmények között is működni képes rendszert hozzunk létre.

A két csapatunkról

Az egyik csapatunk kábeles összeköttetésen gondolkodott a tengeralattjáró és a parti vezérlő között. Ez a kommunikáció nem okozott különösebb fejtörést. Hamar működőképes lett a rendszer.

Másik csapatunk kábel nélküli összeköttetéssel kísérletezett. Először infra LED-ekkel kerestük a kapcsolatot, de nagyon rövid hatótávolságnál már nem működött. Aztán erős látható lámpákat használtunk a vezérlőben, a hajón pedig fényérzékelő vette a jeleket, mintha Morse-jeleket küldtünk volna. Ez sötétben nagyon jól működött, napfényen bezavartak a külső fények. Kísérleti szinten működött az adatátvitel, ezt idő hiányában nem tudtuk befejezni, így az első, a kábeles vezérlést szereltük a második hajóba is. Még volt egy ötletünk, hogy hangot választunk adathordozónak, mint ahogy a delfinek „beszélgetnek” egymással, de ez is már csak ötlet maradt.

Még az első, a kábeles vezérlésre volt egy ötletünk, hogy egy bóját húz magával a hajó, ezzel rádiómodullal lehet átvinni az adatokat, minden gond nélkül. Ezzel elkerülhetjük a kábelehúzásos problémát, Majd a 2.0-ás verzióban...

NOÉ BÁRKÁJA 2.0 - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Kozma Tamás Péter

Felkészítő tanárok:

Varga-Umbrich Károly

Ferenczi Alpár



1. Konceptió rövid ismertetése

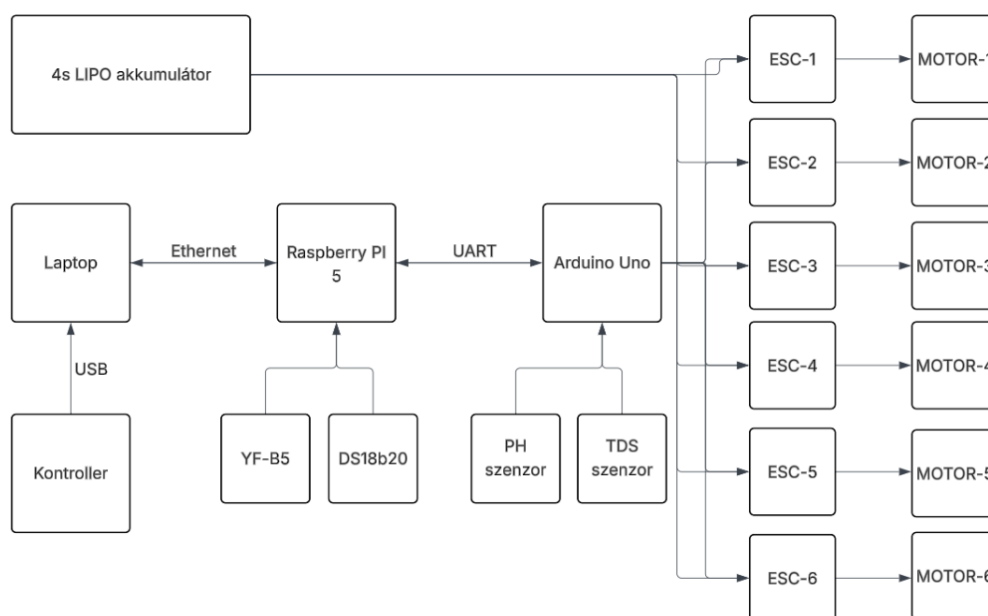
- A robot koncepciójának kialakításakor elsődleges cél volt egy olyan víz alatti jármű megtervezése, amely kis méretének és moduláris felépítésének köszönhetően sokféle feladatra alkalmas. A fejlesztés során szempont volt, hogy a szerkezet könnyen karbantartható, bővíthető és megbízható legyen, ezáltal kutatási és oktatási célokra egyaránt jól használható megoldást kínáljon.
- A Noé Bárkája 2.0 tervezéséhez a BlueROV2 konstrukciója szolgált inspirációként, amely a Blue Robotics egyik legismertebb, nyílt forráskódú víz alatti robotja. A BlueROV2 stabil felépítése, moduláris kialakítása és széleskörű szenzortámogatása jól példázza a modern víz alatti robotikai megoldásokat, amelyek alapul szolgálhattak a saját fejlesztéshez.
- A robot alapvető kialakítása és vezérlési elve lehetővé teszi a későbbi fejlesztéseket is, például további szenzorok, mérőegységek vagy egy robotkar integrálását, amelyekkel a rendszer még szélesebb körű víz alatti kutatási és megfigyelési feladatokra válhat alkalmassá.



1. ábra Blue Rov 2

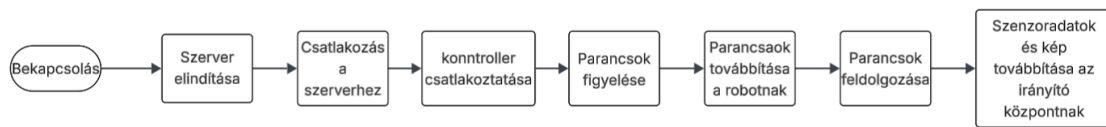
1.1 A robot és vezérlés ismertetése

A blokkvázlat (2. ábra) a víz alatti robot főbb hardveres egységeinek kapcsolatát szemlélteti. A rendszer központi eleme a Raspberry Pi 5, amely Etherneten keresztül kommunikál a laptop vezérlőfelületével, valamint UART kapcsolaton keresztül az Arduino Uno mikrokontrollerrel. Az Arduino a motorvezérlő egységekhez (ESC-khez) csatlakozik, amelyek a hat darab BLDC motort irányítják. A Raspberry Pi emellett több szenzor adatait is feldolgozza, mint például a YF-B5 áramlásmérőét, a DS18B20 hőmérséklet-érzékelőét, a pH és TDS szenzorokét. Az energiaellátást egy 4S LiPo akkumulátor biztosítja.



2. ábra A robot blokkdiagramja

A folyamatábra a robot vezérlő szoftverének működési logikáját mutatja be. A rendszer a bekapcsolás után elindítja a szervert, majd létrejön a kapcsolat a vezérlő számítógéppel és a kontrollerrel. Ezt követően a szoftver figyeli a felhasználói parancsokat, és továbbítja azokat a robotnak. A robot végrehajtja az utasításokat, feldolgozza a szenzoradatokat, és visszaküldi az információkat (például képet, mérési értékeket) a vezérlő felületre. Ez a folyamat valós időben, folyamatos kommunikáció mellett zajlik.



3. ábra A robot működésének folyamatábrája

2. Robot részletes bemutatása

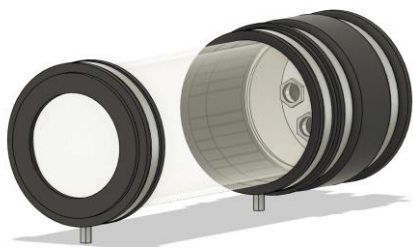
2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

A robot külső vázszerkezete 20 mm-es PVC csőből és idomokból készült. A keret belseje ki van fújva vízzáró purhabbal arra az esetre, ha netalán megsérülne szerkezet. A csövek az idomokhoz (14 db “T” és 8 db könyök) PVC ragasztóval vannak rögzítve. A vázszerkezet egy epoxy alapú festékkel van lefestve. A vázszerkezeten helyet kapott kettő darab 102-116 mm-es gumis csőbilincs is, amik a belső egységet tartják. A csőbilincsek 8-as méretű menetes szárral, illetve anyával vannak rögzítve a vázszerkezethez. A négy horizontális, és kettő vertikális motortartó illetve a vázat alátámasztó lábak 3D nyomtatással PLA-ból készültek. A vázszerkezeten megmaradt helyekre a későbbiekben további kiegészítőket (kamera, világítás, műszerek, robotkar, kőzetmintafúró, stb.) lehet rögzíteni.



4. ábra A robot felépítése

A robot belső egysége (5. ábra) egy 110 mm-es víztiszta cső, aminek 5 mm a falvastagsága. Ebben kapott helyet a robot vezérlőegysége. A cső egyik vége egy 98 mm átmérőjű, 2,5 mm-es vastagságú, F.B.S. ragasztóval tömített üveggel van lezárva. A másik végére egy 100-115 mm-es gumi mandzsetta van rögzítve, aminek végén egy 100 mm-es PVC csődugó található. A csődugón vannak elhelyezve a fémből készült IP68-as védettségű tömszelencék (6. ábra), amiken keresztül át vannak vezetve a kábelek. Az Ethernet kábel kiérve a tömszelencéből meg van toldva egy bontható IP68-as védettségű toldóval, így az 50 méter hosszú cat 6-os Ethernet kábel leválasztható a robotról használaton kívül.



5. ábra A robot belső egysége

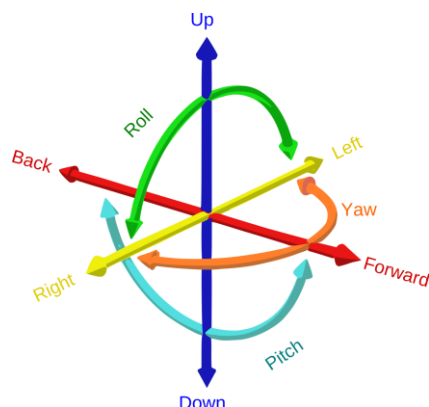


6. ábra Tömszelencék elrendezése

A robot vázszerkezetére extra horgász ólmok vannak rögzítve, hogy kiegyensúlyozza robotot és növelje annak tömegét. Ezzel a súlya egyenlő lesz a felhajtóerővel; neutrális állapotba kerül a robot, ami energiát takarít meg.

2.2 A robot szabadsági fokainak ismertetése

A hat motornak köszönhetően a robot öt szabadságfokkal rendelkezik (7. ábra). A két vertikális motornak köszönhetően előre-hátra tud haladni, illetve jobbra és balra fordulni az Y tengelyhez képest. A horizontális motorok pedig az X és Y tengely körüli rotációt, illetve a fel-le süllyedést teszik lehetővé.



7. ábra Szabadságfokok

A robot mozgását hat darab Spitz C3530-10 típusú motor végzi (8. ábra), amiket 30 amperes motorvezérlők vezérelnek (9. ábra). Egy 10 000 mAh kapacitású 14,8 V-os LiPo akkumulátor gondoskodik a tápellátásról (10. ábra).



8. ábra A robot motorjai



9. ábra
Motorvezérlők



10. ábra Akkumulátor

2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

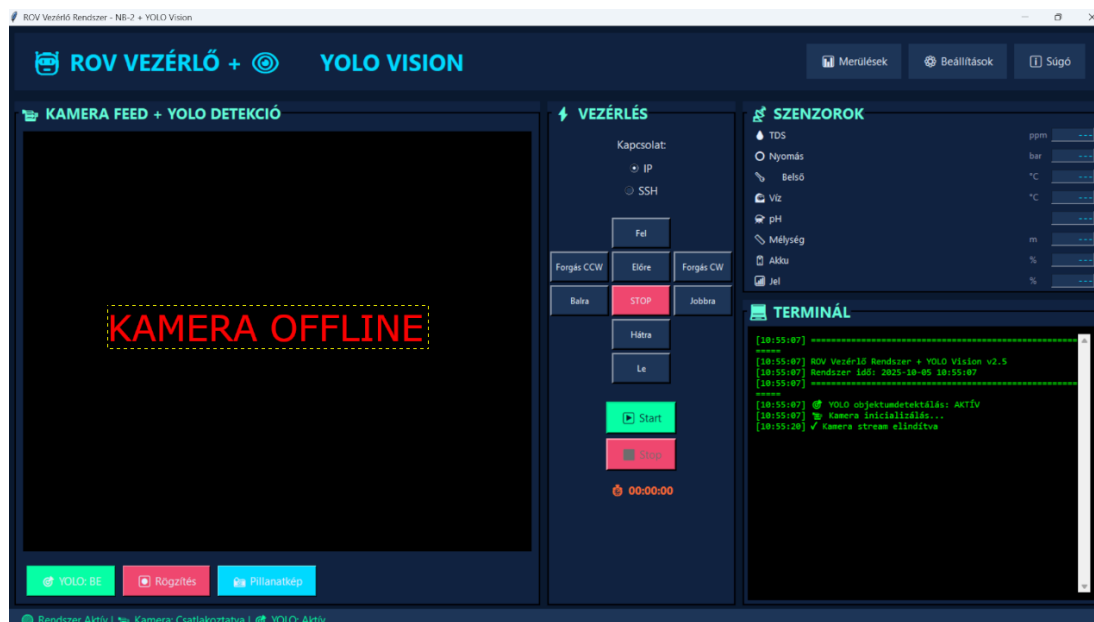
- A robot kettő darab beázást detektáló szenzorral van felszerelve, ezek, amikor vizet érzékelnek, akkor azt jelzik az irányító központnak. Innen lehet aktiválni egy relét, ami leválasztja az akkumulátort az áramkörrel.
- A robotban van egy túlnyomásos biztonsági rendszer is. Ez úgy működik, hogy a belső egység végére el lett helyezve egy autós szelep, amin keresztül a robot belső egységében túlnyomást

lehet létrehozni. Egy BME280-as légnyomásmérő szenzor folyamatosan figyeli ezt a túlnyomást. A belső túlnyomás csökkenése esetén szivárgás lehetséges, erre figyelmeztet a szenzor.

- A robotban található egy üvegtestű fő biztosíték is, ami túláram esetén megszakítja a tápellátását.
- A BME280-as szenzor a légnyomáson kívül a levegő hőmérsékletét és páratartalmát is figyeli. Ennek köszönhetően látjuk a robot belső hőmérsékletét, ami különösen hasznos túlmelegedés esetén. A páratartalom emelkedése is utalhat beázásra.
- Túlmelegedés, légnyomáscsökkenés vagy páratartalom növekedés esetén a rendszer szintén jelez az irányítóközpontnak.
- Ha a robotot nem lehet feljuttatni a felszínre, akkor a rá rögzített 4 mm-es műanyag zsinórral fel lehet húzni.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

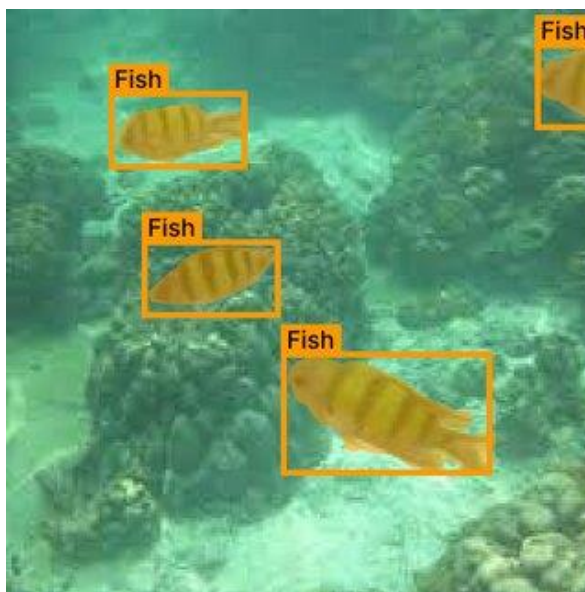
- A robotot egy saját fejlesztésű vezérlő alkalmazásból lehet irányítani (11. ábra).



11. ábra Vezérlőalkalmazás v2.1

- Az alkalmazásban látunk élő kamera képet, felvételt lehet indítani és képet készíteni.
- Az alkalmazásban van egy YOLOv8-as Machine Learning AI (12. ábra), ami a kamera kép alapján képes felismerni tárgyakat, eszközöket. Be lehet tanítani, hogy ismerje fel a víz alatti

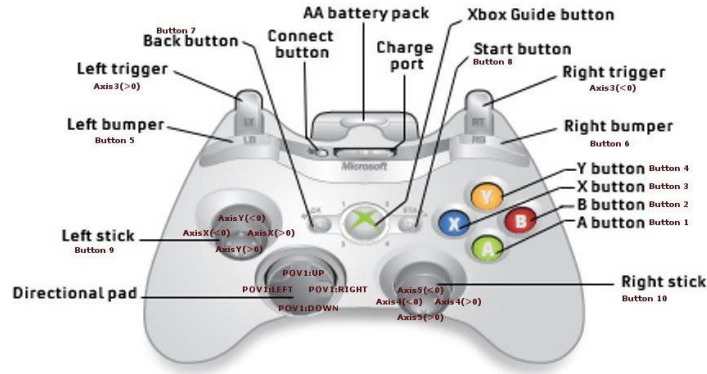
növényzetet, illetve a kőzeteket, repedéseket, törésvonalakat. Az AI fel tudja még ismerni az AquaRobotX medencéjében lévő sárga karikákat, és megtanítható arra, hogy átvezesse rajtuk a robotot. Az alkalmazás beállításában be lehet állítani, hogy készítsen-e valamiről képet, ha meglátja.



12. ábra A YOLOv8 AI víz alatt

- Az alkalmazásban lehet merülést indítani. A merülés leállítása után lement egy csv fájlt, amiben láthatjuk a merülés időtartamát, a szenzorok minimum, maximum és átlag értékeit, illetve a merülés dátumát.
- Az alkalmazásban láthatjuk a szenzorok adatait is. Az alkalmazásban van egy terminal rész, ahol a robot felszíni számítógépével tudunk kommunikálni SSH-n keresztül.
- Vezérlési elv ismertetése (13. ábra):
- Az irányítóközpont folyamatosan figyeli a kontrollerből vagy billentyűzetből bejövő adatokat. Ha például azt érzékeli, hogy a right trigger le van nyomva, akkor küld egy “R” betűt a Raspberrynek, ami azonnal továbbítja az Arduino számára, ami tudja, hogy ha kap egy “R” betűt akkor forgassa a jobb vertikális motort előre. Ha az Arduino megkapta az “R” betűt akkor visszajelez az irányítóközpontnak, hogy megkapta az “R” betűt. Különböző gombok különböző

betűket küldenek. Az alkalmazásban lehet állítani, hogy melyik interakció milyen funkciót váltson ki.



Left trigger	Bal horizontális motor előre
Right trigger	Jobb horizontális motor előre
A button + left trigger	Bal horizontális motor hátra
B button + right trigger	Jobb horizontális motor hátra
Left bumper	Vertikális motorok lefelé
Right bumper	Vertikális motorok felfelé
Left stick	Vertikális motorok külön (dőlés)

13. ábra A robot irányítása controllerral

2.5 Szenzorok bemutatása

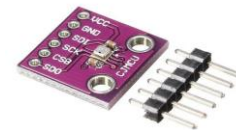
- A robot belsejében négy szenzor kapott helyett, kettő beázást detektáló szenzor (14. ábra), egy MPU-9250-es dőlésszög érzékelő (15. ábra), és egy BME280 légnyomás (16. ábra), hőmérséklet, illetve páratartalom mérő szenzor.



14. ábra Beázást detektáló szenzor



15. ábra MPU 9250-es szenzor



16. ábra BME 280-as szenzor

- A robot vázszerkezetén is négy szenzor van. Egy TDS (Total Dissolved Solids) vízminőség mérő (17. ábra), egy PH mérő (18. ábra), egy DS18B20 típusú víz hőmérséklet mérő (19. ábra), és egy YF-B5-ös víznyomás és áramlás mérő szenzor (20. ábra).



17. ábra TDS szenzor



18. ábra PH érték mérő

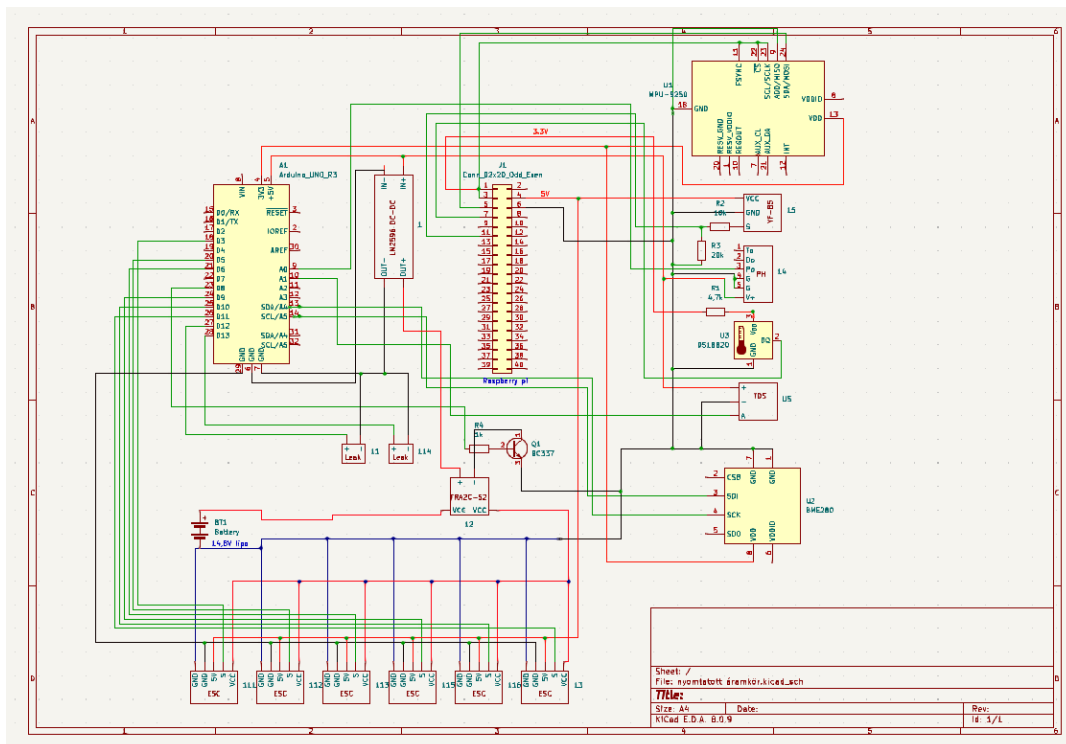


19. ábra DS18B20

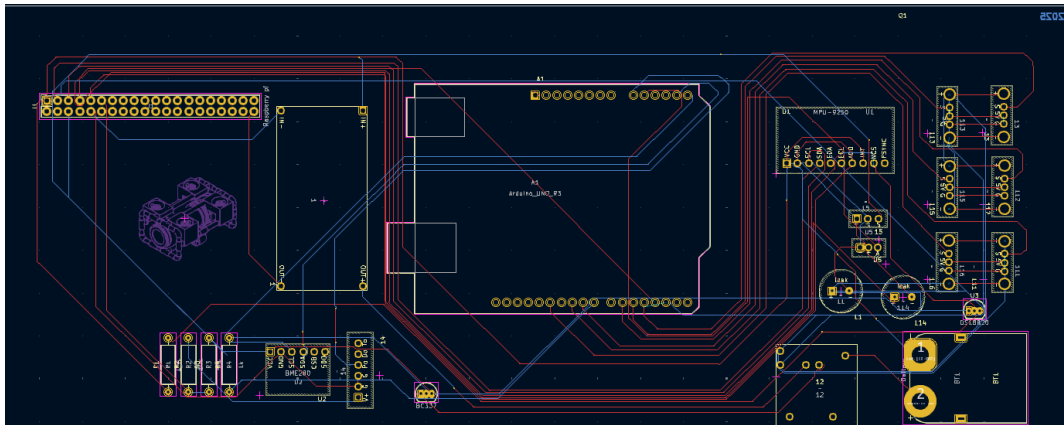


20. ábra YF-B5

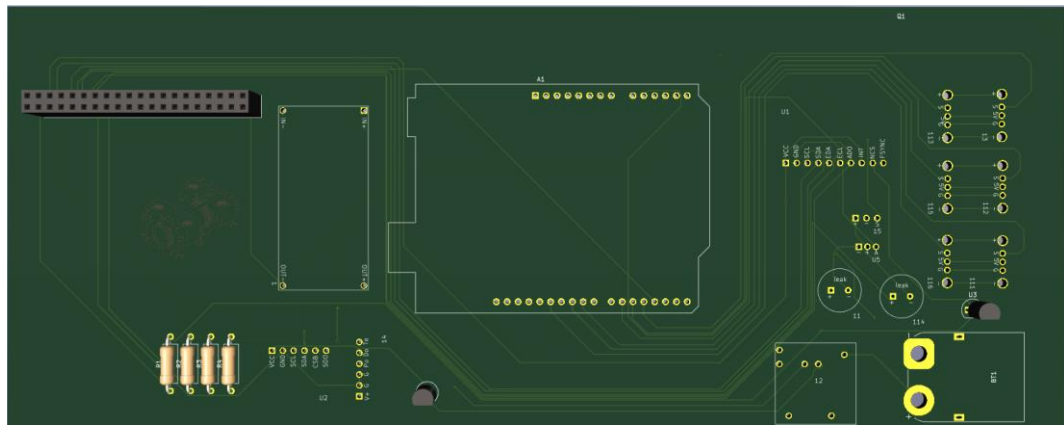
Saját tervezésű áramkörök



21. ábra A robot áramkörének kapcsolási rajza (v3)



22. ábra A robot nyomtatott áramkörének terve (v3)



23. ábra A robot nyomtatott áramköre (v3)

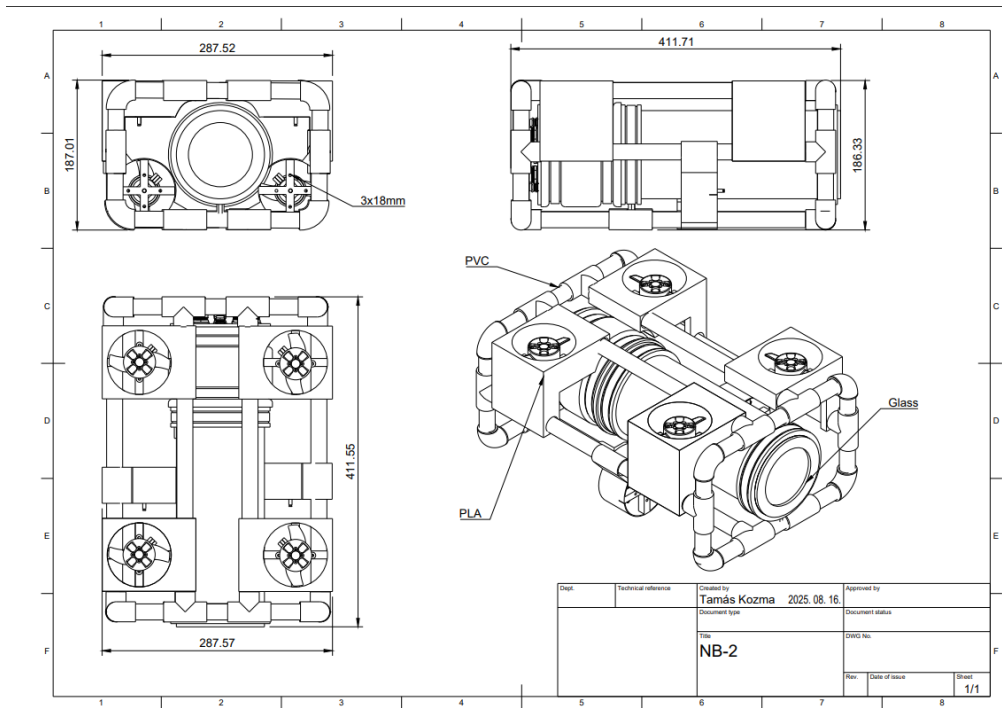
3. Irányító központ bemutatása

3.1 Kommunikáció ismertetése

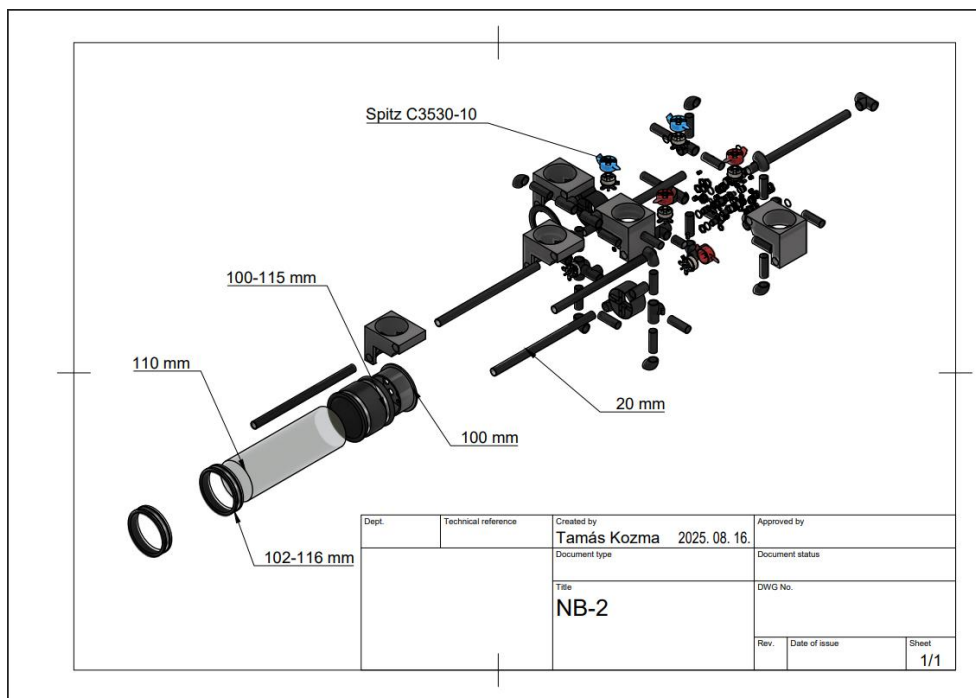
A kommunikáció az előzőekben ismertetett módon, Ethernet (laptop–Raspberry) és UART (Raspberry–Arduino) kapcsolaton keresztül történik.

4. Összegzés

- A Noé Bárkája 2.0 projekt célja egy kis méretű, ugyanakkor sokoldalúan bővíthető víz alatti robot megvalósítása volt. A kompakt, moduláris váz kialakítása lehetővé teszi, hogy a robot szűk, nehezen megközelíthető környezetekben is hatékonyan működjön, például bányajáratokban vagy csatornáknban.
- A fejlesztés eredményeként létrejött egy stabil, jól működő hardver- és szoftverrendszer, amely biztosítja a valós idejű kommunikációt, az irányítást és a szenzoradatok folyamatos feldolgozását. Az AquaRobotX versenyen szerzett tapasztalatok alapján azonban a kommunikáció további stabilizálása szükséges, mivel időnként előfordult kapcsolatmegszakadás a vezérlő és a robot között.
- A biztonsági funkciók – mint a beázásérzékelés, túlnyomás-figyelés és automatikus tápmegszakítás – megbízható és biztonságos működést biztosítanak. A vezérlőalkalmazás tartalmaz mesterséges intelligenciát (YOLOv8) a kamera képének feldolgozásához, de ez a funkció még fejlesztés alatt áll.
- A jövőbeli fejlesztési tervek között szerepel a kommunikáció stabilitásának növelése, az AI-alapú képfeldolgozás továbbfejlesztése, egy robotkar megtervezése és integrálása, valamint az, hogy a robot a későbbiekben részben vagy teljesen autonóm módon is képes legyen meghatározott feladatok elvégzésére.
- Ezúton szeretném megköszönni a Geoservice Kft. és a Merin Services Kft. támogatását, valamint a szakmai segítséget, amellyel hozzájárultak a projekt sikeres megvalósításához.



24. ábra A robot tervei méretekkel (v2)



25. ábra A robot tervei robbantott nézetből (v2)

VÍZBEMERÜL - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Csönkös Csaba

Beniczki Dominik

Fehér Zsolt Milán

Terjék Attila

Vas Milán Bence

Felkészítő tanár:

Zsigó Zoltán

1. Konceptió rövid ismertetése

A **VízBEMerül** csapat célja egy olyan víz alatti robot megépítése, amely egyszerre nyújt izgalmas technikai kihívást és kézzelfogható, látványos eredményt. A robot feladata, hogy valós időben közvetítsen kameraképet és szenzoradatokat a felszínre, miközben a kezelő biztonságosan, vezetékes kapcsolaton keresztül irányíthatja. Ezzel nemcsak a működés stabilabb és megbízhatóbb lesz, hanem a felhasználó számára is élvezetesebb élményt nyújt a robot irányítása.

A fejlesztés során több szempontot tartottunk szem előtt. Az egyik legfontosabb, hogy a robot **közel** neutrális lebegőképességgel rendelkezzen, vagyis ne süllyedjen el, de minimálisan emelkedjen magától, így a lehető legkönnyebben lehessen irányítani a víz alatt. Ugyanilyen lényeges volt számunkra a biztonságos működés, hiszen a víz alatti környezet sok kihívást tartogat, és fontos, hogy a robot hardveres és szoftveres szempontból is védett legyen az esetleges hibákkal szemben.

A projekt másik kulcspontja a valós idejű kommunikáció, hiszen az azonnali visszajelzések nélkülözhetetlenek a robot irányításához. A kamerakép és a szenzoradatok késedelem nélküli továbbítása elengedhetetlen ahhoz, hogy a kezelő pontos képet kapjon a robot aktuális helyzetéről és környezetéről.

Fontosnak tartottuk azt is, hogy a robot bővíthető és továbbfejleszhető legyen. A moduláris felépítésnek köszönhetően a jövőben új funkciókkal, szenzorokkal vagy akár teljesen új vezérlési lehetőségekkel is kiegészíthető. Ez a rugalmasság nemcsak nekünk ad szabadságot, hanem más csapatok vagy érdeklődők számára is mintát jelenthet.

Mindezek mellett törekedtünk arra, hogy a projekt költséghatékony maradjon. Olyan megoldásokat kerestünk, amelyek könnyen elérhetőek, megfizethetőek, de mégis megbízhatóak, így a robot megvalósítása nem igényel óriási költségvetést. Ez lehetővé teszi, hogy a mi példánk akár mások számára is követhető legyen, legyen szó oktatásról, kutatásról vagy egyszerű hobbiprojektről.

2. A robot és vezérlés ismertetése

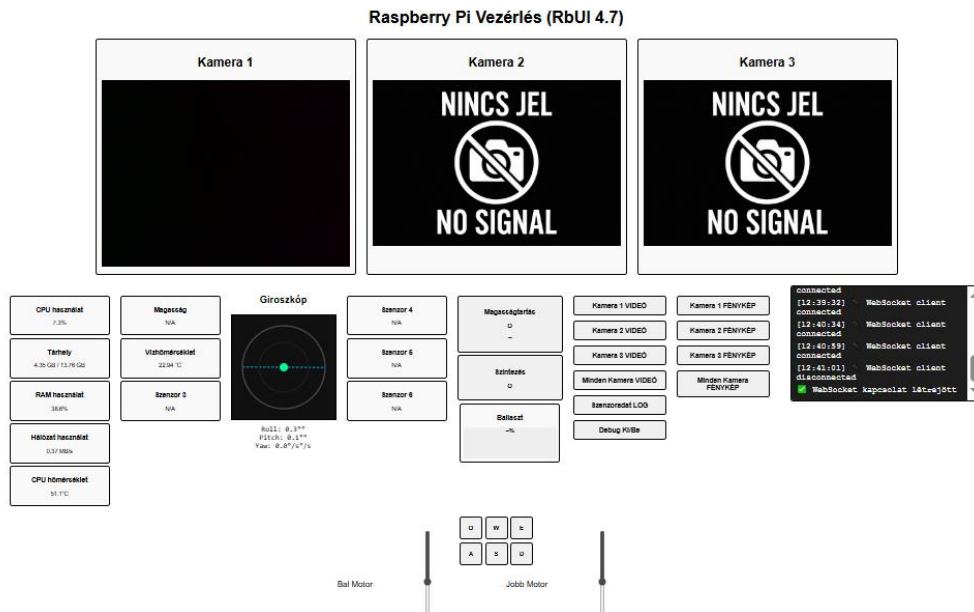
A robot „agyát” egy **Raspberry Pi 4B** adja, amely minden folyamat központi vezérlőegysége. Amint a Raspberry bekapcsol, a rendszer automatikusan elindítja a fő programot (*server.py*), amelynek feladata a különböző modulok kezelése és összehangolása. Innen indulnak például a kamera kezeléséért felelős (*camera_manager.py*), a motorokat vezérlő (*motor_controller.py*), valamint a szenzorok adatait gyűjtő (*sensor_manager.py*) alprogramok is. Ezek mellett több kisebb kiegészítő modul is fut, amelyek a naplózásért, a szenzorok adatkezeléséért és a TCP-alapú médiaszerver működéséért felelősek.

A rendszer átláthatóságát segíti, hogy minden fontos esemény programindítás, esetleges hibaüzenet, kameraképek streamelése folyamatosan megjelenik a Raspberry konzolján, illetve a vezérlőfelületen. Ha szükséges, a rendszer **DEBUG módban** még részletesebb információt ad: ilyenkor nemcsak a Raspberry és a vezérlő közötti kommunikációt, hanem a különböző futó programok közti adatcserét is figyelhetjük. Ez nagyon hasznos volt a fejlesztés és hibakeresés során.

2.1 Hálózati beállítások

A **Raspberry Pi**-nek statikus IP-címet állítottunk be, hogy mindig ugyanazon az elérési útvonalon keresztül tudjuk megközelíteni. Ezt a TP-Link router segítségével oldottuk meg, és így a Pi fixen a **192.168.0.105** címet kapta. Ez biztosítja, hogy a vezérlőfelület és az adatok bármikor stabilan elérhetőek legyenek, anélkül hogy az IP-cím változása miatt újra kellene konfigurálni a kapcsolatot.

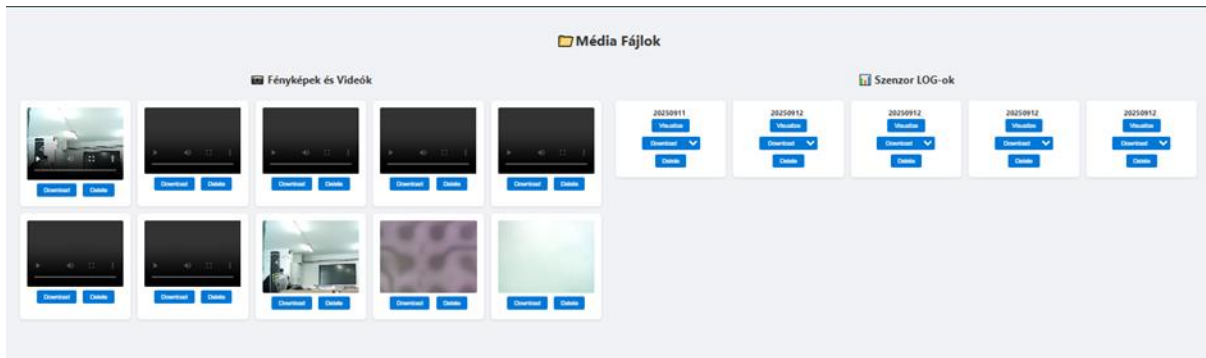
A robot vezérlését a saját fejlesztésű **RbUI 4.7**-es vezérlőpanelen (1. ábra) keresztül oldottuk meg, amely valójában egy *index.html kód*. Ezt a böngészőben a **192.168.0.105:8000** címen érjük el. A kamerák külön portokon keresztül kapcsolódnak: a **8001–8004** tartományban jelennek meg, közülük a **8004**-es porton érhető el a “ghost kamera”, amely egy kísérleti kiegészítő egység.



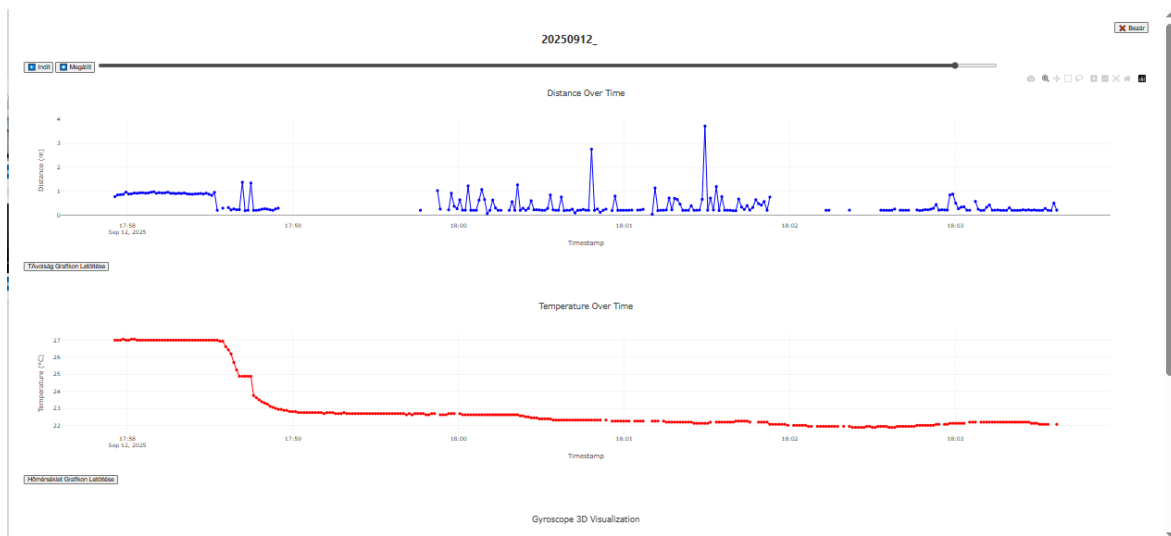
1. ábra RbUI 4.7

A videók és fényképek kezelésére külön TCP-szerver fut a 5000-es porton (2. ábra). Innen nemcsak a kamerákkal készített felvételek tölthetők le a vezérlő számítógépre, hanem a szenzorok által rögzített naplófájlok is. Ezeket a Raspberry JSON formátumban menti az SD-kártyára, így a feldolgozás és az exportálás is rugalmas. A felületen lehetőség van az adatok vizualizálására is: például a giroszkóp, a mélységmérő vagy a hőmérséklet-szenzor értékeit grafikonokon tekinthetjük meg. (3. ábra) Az adatok többféle formátumban exportálhatók (.JSON, .JPG, .XLS) (IV. Kép), így kompatibilisek maradnak a legtöbb külső szoftverrel.

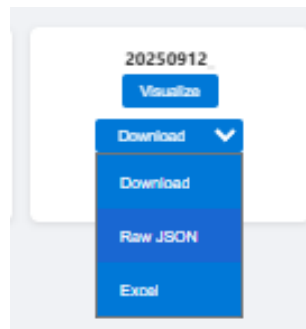
Ez a felépítés biztosítja, hogy a robot működése egyszerre legyen átlátható, stabil és könnyen kezelhető, mind a fejlesztők, mind a felhasználók számára.



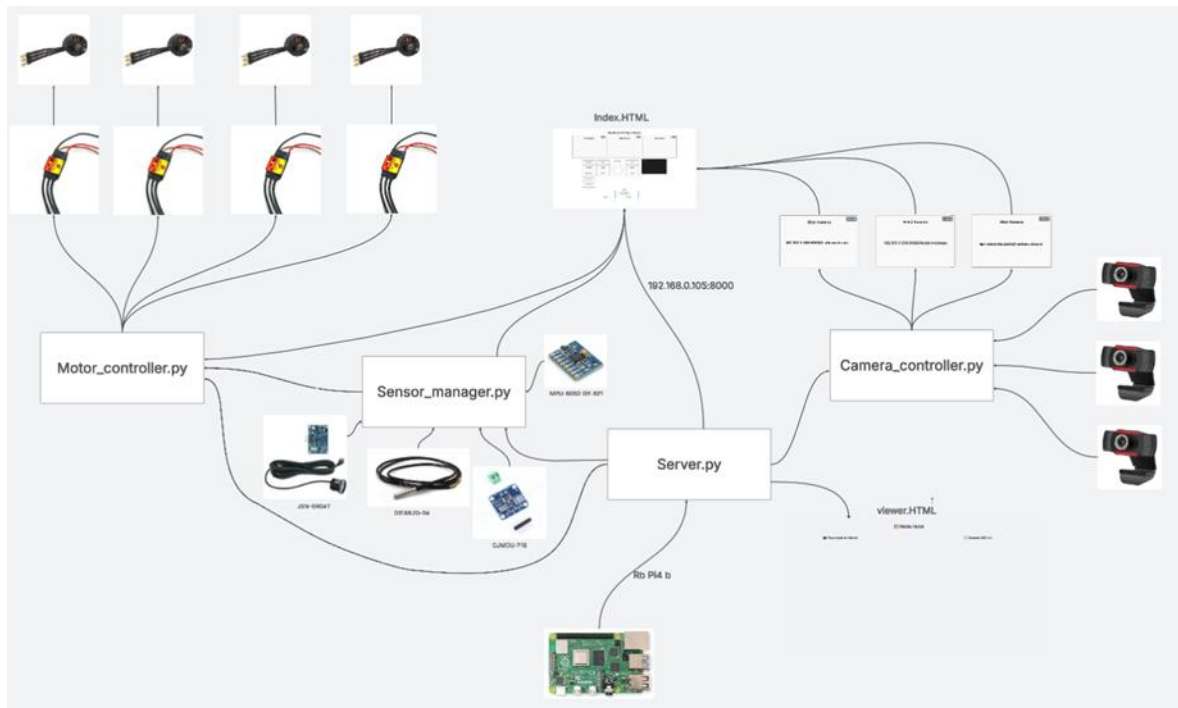
2. ábra Média Szerver



3. ábra LOG Visualizáció



4. ábra Exportálási opciók



5. ábra A Robot programjainak kapcsolata

2.2 Mechanikai felépítés bemutatása

2.2.1 Felhasznált anyagok:

- **Főváz:** 110 mm átmérőjű PVC cső, 300 mm hossz (opcionálisan 200 mm)
- **Oldalsó csövek:** 50 mm átmérőjű PVC csövek (6. ábra)
- **Végzárás:** 3D nyomtatott PLA kupakok, gumi/szilikon ragasztó tömítéssel
- **Lebegőképesség:** közel neutrális, kissé alulsúlyozott ballasztrendszerrel (2 db 100 ml-es fecskendő)

A neutrális lebegőképességet úgy alakítottuk ki, hogy a robot alaphelyzetben kissé alulsúlyozott legyen. Így a ballasztrendszerbe szívott víz mennyiségével állítható, hogy a robot pontosan neutrális lebegést érjen el, vagy süllyedjen.

Ez a megoldás egyszerre biztosítja a stabilitást és a biztonságos felszínre emelkedést.



6. ábra A Váz alapja

2.3 Robot szabadsági fokainak ismertetése

A robot kezdetben **3 szabadsági fokkal (DOF)** rendelkezik:

1. Előre–hátra mozgás (hátsó motorok segítségével)
2. Fel–le mozgás (ballasztrendszerrel)
3. Irányváltás (fordulás saját tengely körül, a két hátsó motorral)

A bővíthetőség érdekében A **4 DOF-hoz közeli** rendszer kialakítását támogatja a szoftver, amely magában foglalja:

- Függőleges tengelyű segédmotor → stabilabb fel-le mozgás és lebegés
- Oldalirányú segédmotor → könnyebb manőverezés, kanyarodás rásegítése
- Giroszkóppal támogatott stabilizáció → bólintás és billenés kompenzálása

Ezáltal a robot nemcsak előre–hátra és fel–le mozgásra, hanem összetettebb manőverekre is képes.

2.4 Biztonsági funkciók ismertetése

A víz alatti környezetben a biztonság kiemelten fontos. A robotban több védelmi rendszer is működik:

- **Beázásérzékelő:** víz bejutása esetén automatikusan lekapcsolja a tápellátást egy relén keresztül, így védi az elektronikát.
- **Indítási szekvencia:** a robot bekapcsoláskor ellenőrzi a motorok, szenzorok és a beázásérzékelő állapotát.
- **Leállítási folyamat:** a rendszer először leállítja a motorokat, majd fokozatosan áramtalanítja a perifériákat, végül a Raspberry Pi-t.

Ez a réteges biztonsági megközelítés jelentősen csökkenti a hardverkárosodás és az adatvesztés kockázatát.

3. Szoftverfunkciók részletes bemutatása

A robot működését szoftveres modulok irányítják, amelyek egymással folyamatosan kommunikálnak.

Főbb funkciók:

- **WebSocket JSON motorvezérlés:** { "left": X, "right": Y, "side": Z, "vertical": W }
– Az index.html vezérlőfelület adatait a rendszer WS-en keresztül továbbítja a motor_controller.py modulnak.
- **Telemetria:** CPU, RAM, hőmérséklet, hálózati sebesség, diszkhasználat, uptime – ezek folyamatos figyelése biztosítja a stabil működést.
- **MJPEG-streamer:** három USB kamera élő közvetítése, 640×480 px, 25 fps sebességgel.
- **Naplózás (LOG):** A szenzoradatok valós idejű mentését a vezérlőpanelről tudjuk indítani, és megtekinthetjük is ezeket a médiaszerveren

Tervek és fejlesztések:

- Autonóm funkciók (gépi látás, waypoint követés)

3.1 Szenzorok bemutatása

A roboton több szenzor is található, a vázon kívül két darab, a víz mélységmérő, ami radarként funkcionál és a magasságtartáshoz tudjuk használni, illetve a víz hőmérő szenzor, ami csak vízadatok kommunikációjára szolgál, ezáltal a vízadatok a felszínre juttatva. Emellett a robot vázában elhelyeztünk egy MPU giroszkópot, hogy lássuk a robotunk milyen irányba mozdul a víz alatt, illetve ez segítségével működnek a szintező funkciók. Valamint a Raspberry telemetriáját, azaz belső adatait is a felszínre juttatjuk, mint: CPU, Memória, Háttértár kihasználtság, CPU hőmérséklet, megmaradt tárhely.

3.2 Saját tervezésű áramkörök

- Beázás érzékelő rendszer vezérlése (pl. automatikus áramtalanítás indítása vízszivárgás esetén)
- Tápellátás vezérlése és relék kezelése
- Szenzorok feszültségszabályozása, alapvédelmi funkciók
- A saját Áramkör célja a biztonság növelése és a kábelezés egyszerűsítése.

3.3 Irányító központ bemutatása

3.3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

- - Laptop/PC, router, optikai konverter
- - WebUI (RpUI4.7), mobil eszköz elérés WiFi-n keresztül
- Az irányító központ egy asztali vagy hordozható vezérlőegységből áll, amely tartalmaz egy monitort (vagy laptopot), billentyűzetet, egeret, valamint opcionálisan egy joystickot a finom vezérléshez. A rendszerhez kapcsolódik egy router, amelyhez az optikai–Ethernet konverter csatlakozik. Az irányító felület a *RpUI4.7* névre keresztelt saját fejlesztésű webes interfész, amely lehetővé teszi a robot valós idejű monitorozását és vezérlését. A cél, hogy a rendszer akár mobiltelefonról is elérhető legyen WiFi-n keresztül, ahol van lefedettség.

3.4 Kommunikáció ismertetése

- Mint azt korábban már említettük, a robot és az irányító központ közötti kommunikáció optikai kábelen keresztül valósul meg. Az Ethernet jelet médiakonverter alakítja át optikai jellé, és juttatja el a felszíni állomásig. A protokoll:
 - TCP/IP alapú kommunikáció (statikus IP-vel rendelkező webservert a roboton)
 - A kommunikáció során valós idejű adatokat közvetítünk:
 - Kameraképek (3 db USB kamera, 480p, 30 fps, kameránként FPS számlálóval)
 - Szenzoradatok (vízhőmérséklet, nyomás, beázás, giroszkóp adatok, ultrahangos szenzor magasságmérés)
 - Akkumulátor töltöttség, Raspberry Pi terhelési adatok (CPU, GPU, RAM kihasználtság, hőmérsékletek, hálózati sebesség)
 - Motorvezérlési parancsok, vezérlő oldali bemenetek (gomb, joystick, billentyűzet)
 - -Optikai kábel Ethernet jellel
 - TCP/IP, WebSocket (8765-8766), HTTP (8000), MJPG (8001-8003)
 - Adatok: motorparancs, szenzoradatok, telemetria, kamerastream

4. Összegzés

A robot koncepciója egy rugalmasan fejleszthető, közel neutrális lebegésű víz alatti rendszer, amelyet elsősorban oktatási és kísérleti célokra fejlesztünk. A mechanikai és elektronikai tervek során kiemelt figyelmet fordítunk a biztonságra, modularitásra és a jövőbeli bővíthetőségre (pl. autonóm funkciók, gépi látás, offline adatnaplózás). A robot kommunikációja optikai kábelen keresztül valósul meg, stabil és nagy sáv szélességű kapcsolatot biztosítva. A tervezési és kivitelezési munkálatok folyamatban vannak; a tesztek során szerzett tapasztalatok alapján folyamatosan pontosítjuk a rendszer jellemzőit.

TITÁNIC - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Garai Ábel

Juhász József

Unoka Csaba

Felkészítő tanár:

Bakti András Tamás

1. Konceptió rövid ismertetése

A jelenlegi koncepció megválasztásához egy eléggé hosszú folyamat vezetett el, amiben több dolog is közrejátszott.

Az alkatrészeket és elektronikát a korábbi versenyeken tapasztalt sikerek és kudarcok alapján választottuk meg, illetve az interneten megtalálható ehhez a témához kapcsolódó online videó megosztó platformokon fellelhető médiaanyagokból és egyéb írott, megbízható forrásokból (ChatGpt) gyűjtöttük ki a szükséges alkatrészek listáját.

Miután tudtuk, a belső alkatrészek méretét, darabszámát ezeket szinte teljesen figyelmen kívül hagyva kiválasztottunk egy légmentes dobozt. A jelenlegi dobozunkra azért esett a választás, mert nagyon sok időt és energiát igénybe vevő keresés után (fél óra) rájöttünk hogy a csapat főhadiszállása környékén megtalálható barkácsáruházakban nem volt raktáron vagy gyors szállítással elérhető, nem mellesleg költséghatékony légmentesen zárt kötődoboz, ezért bementünk a legközelebbi kínai termékeket árusító üzletbe ahol ránézésre kiválasztottunk egy olyan olcsó tárolót amiben reménykedtünk hogy minden alkatrészünk el fog férni mondván: „Majd valahogy megoldjuk, hogy jó legyen. Ha meg nem, akkor majd kidojuk az ablakon” - (idézet a február 7.-ei csapatmegbeszélésből). Ezután mindent ez a reményteli hozzáállás vezérelt.

A motorok elhelyezését sok tesztelés és hidrodinamikai mérés egyáltalán nem befolyásolta, csak érzésre illetve a BlueROV2-től merítettünk ötleteket.

A koncepció alapját az előbb említett BlueROV2 és a Brick Experiment Channel csatornán a „Building and Testing a Lego-powered Submarine” című videó adta.

A BlueROV2 egy moduláris felépítésű, távirányítású víz alatti robot, amelyet elsősorban kutatási, ipari és hobbi célokra fejlesztettek ki. Nyílt forráskódú vezérlőrendszere és bővíthető hardverkialakítása lehetővé teszi különféle szenzorok és kamerák integrálását, így rendkívül sokoldalúan alkalmazható a víz alatti feladatok széles skáláján.

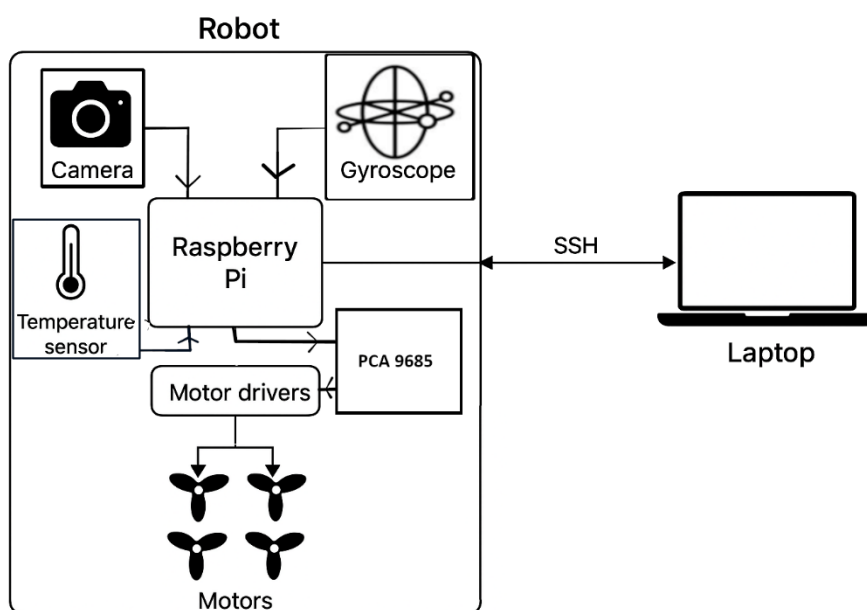
A Brick Experiment Channel videójában bemutatott Lego-meghajtású mini tengeralattjáró pedig egyszerű, kreatív és látványos módon szemlélteti a víz alatti járművek működési elveit. Bár a

méretéből és anyaghasználatából adódóan nem alkalmas mélyvízi kutatásra, a kísérlet jól rávilágít az alapvető hajtás- és kormányzási megoldásokra, amelyek nagyobb, professzionális eszközöknél is megjelennek. A mi robotunkban főként a ballasztok kialakításához biztosította az alap ötletet.

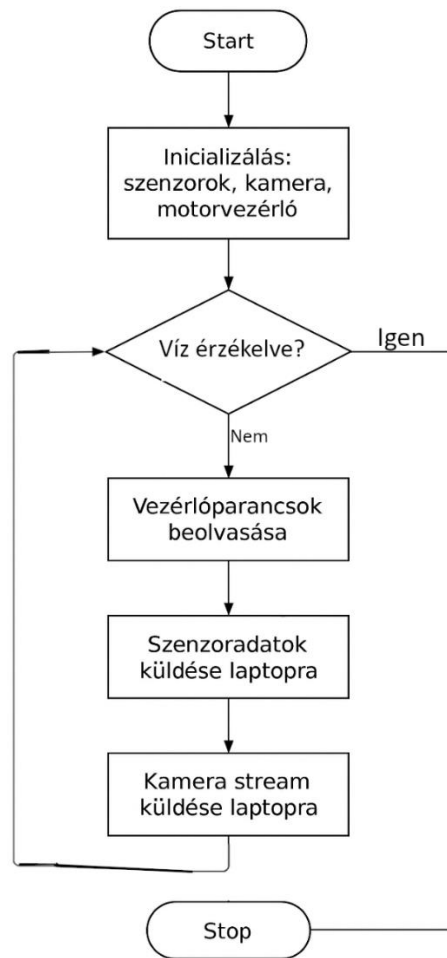
E két példa ötvözése inspirálta a jelenlegi koncepciót: a BlueROV2 megbízható, bővíthető műszaki megoldásai és a Lego-prototípus egyszerűsége, ballaszt megoldása, valamint kreatív felépítése együtt szolgált kiindulópontként egy olyan robot megalkotásához, amely a funkcionalitást és a könnyen módosítható kialakítást egyaránt előtérbe helyezi. Legalább is ezekkel a reményekkel indultunk el.

1.1 A robot és vezérlés ismertetése

A robot vezérléséért felelős szoftver jelenleg is fejlesztés alatt áll, ezért a változtatás jogát fenntartjuk.



1. ábra: Blokkdiagram a robot és az irányító rendszer fő részeiről



2. ábra: Folyamatábra a vezérlő szoftver működéséről

2. Robot részletes bemutatása

2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

A robothoz fröccsöntött ABS-t használunk, amiből a légmentesen záró dobozunk készült, illetve a robotban a belső váz 3D-nyomtatott ABS-ből készült. A roboton belül rézkábeleket használunk.

A külső vázat TETRIX márkájú alumínium idomok képezik. Azért ezt választottuk, mert ezekhez tudtunk ingyen hozzájutni.

Minden 3D nyomtatott alkatrész, ami vízzel érintkezik (hátsó záró kupak, motortartók) az PLA anyagból készül.

A nehezekeket öntött vasból és alumíniumból terveztük készíteni, de végül visszazárható tasakokban lévő csavarok lettek.

A robot semleges lebegő képességgel rendelkezik akkor, ha a tartályaiban csak nagyon kevés víz van.

2.2 Robot szabadsági fokainak ismertetése

A robotunk a 2db, hátul 45°-os szögben elhelyezett motoroknak és a 2, külön vezérelhető ballasztnak és a 2db felfelé néző rotornak köszönhetően 5DOF mozgásra képes, azaz:

- előre/hátra,
- oldalirányban,
- fel/le,
- függőleges tengely körüli forgás,
- keresztirányú tengely körüli forgás.

2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

Amint bármelyik szenzor vizet érzékel, akkor ez a folyamat megy végbe:

1. Bejut a víz;
2. vizet érzékeli a szenzor;
3. Arduino jelet küld a központi vezérlőnek és elindítja az időzítőt 500ms-től;
4. a központi vezérlő megkapja a jelet;
5. a vezérlő értesítést küld az irányító központnak;
6. a vezérlő bezár minden futó programot;
7. a vezérlő biztonságosan leállítja magát;
8. mire ezek az események lejátszódnak lejár az időzítő;
9. ezután az arduino lekapcsolja a relé tekercs áramellátását;
10. így a fő relé lekapcsol és a fő áramkörök áramtalanítása megtörténik.

Bekapcsolási szekvencia:

1. Elmondunk egy imát;
2. behelyezzük az akkumulátort;
3. megnézzük, hogy sehonnan nem jön e ki a mágikus füst;
4. felhelyezzük a burkolatot;
5. összeszereljük a külső vázat;
6. eltávolítjuk a mágneszt a reed érzékelő közeléből;
7. az arduino áramot ad a relé tekercsének;
8. bekapcsol a relé;
9. áramot kap a központi vezérlő;
10. bebootol a vezérlő;
11. rácsatlakozunk az irányító központtal a központi vezérlőre;
12. cd Desktop paranccsal belépünk a Desktop mappába, ahol a fájlokat tartjuk;
13. elindítjuk a szükséges python file-okat.

Leállítási szekvencia:

1. sudo shutdown now paranccsal leállítjuk a központi vezérlőt;
2. visszahelyezzük a mágneszt;
3. az arduino az áramot elveszi a relé tekercsétől;
4. a relé lekapcsol;
5. szétszereljük a külső vázat;
6. levesszük a burkolatot;
7. kivesszük az akkumulátort;
8. megnézzük, hogy bármi megolvadt-e a belső vázból, bármi túlmelegedett-e;
9. átvizsgáljuk az összes csatlakozást, ahol piros fekete kábel van, hogy biztonságos-e még a robot;
10. ellenőrizzük a buck konvertereket, hogy felrobbantak-e.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

A robot vezérlő szoftvere teljes mértékben kézi irányításra lett tervezve, jelenlegi állapotában nem tartalmaz automata stabilizációs vagy útvonal-követő funkciókat. A vezérlési parancsok beviteli eszköze az irányító laptop billentyűzete.

2.5 Vezérlési elv

A vezérlőprogram Python nyelven íródott, a beviteli jelek kezelésére a pygame könyvtárat használja, mert ezzel már van egy kevés tapasztalatunk. A kapott irányítási parancsok alapján a Raspberry Pi kiszámítja a pwm-jeleket és I²C buszon keresztül továbbítja az adatokat a PCA9685 PWM-vezérlő modulnak, amely a 0–3 portokon keresztül BLDC motorvezérlőknek ad ki szabályozott PWM jeleket. A BLDC vezérlők, ezek alapján állítják be a 2db, hátul 45°-os szögben elhelyezett motoroknak és a 2db felfelé néző motoroknak fordulatszámát és irányát.

A ballasztmotorok vezérlését a felhasználó közvetlenül a billentyűzetről (r, f gombokkal) irányítja. Az L293D H-hidas motorvezérlő közvetlenül a Raspberry Pi GPIO portjaihoz kapcsolódik, és manuális vezérlés alapján szabályozza a két ballaszt működését.

2.6 Szenzoradat-kezelés

A fedélzeti szenzorok közül az MPU6050 giroszkóp/gyorsulásmérő és a DS18B20 hőmérséklet-érzékelő adatait a Raspberry Pi gyűjti, majd SSH kapcsolaton keresztül továbbítja a felszíni laptopra. A szoftver grafikus felületen jeleníti meg a giroszkóp három tengelyét piros, zöld és kék vonalakkal (Minecraft HUD-szerű elrendezésben), míg a hőmérséklet-érték a kijelző alsó sarkában látható. A szenzoradatok és a kamera kép külön folyamatban jelennek meg, szükség esetén másik terminálablakban.

2.7 Kamera adatfolyam

A robot egy külön Python-folyamatot futtat a kamera képének küldésére, amely egy külön SSH-kapcsolaton keresztül továbbítja a nyers képkockákat a felszíni laptopra. A kép továbbítása OpenCV segítségével történik, a képen nem történik feldolgozás vagy szűrés.

2.8 Biztonsági funkciók a szoftverben

A robot beépített vízérzékelő rendszere teljesen automatikusan működik. Amennyiben a vízérzékelő arduino jelet ad, a vezérlőszoftver a terminálra kiírja a „Víz érzékelve” üzenetet, majd a Python kód azonnal kiad egy sudo shutdown now parancsot, amely biztonságosan leállítja a Raspberry Pi-t. Ezután a hardveres lekapcsolás is végrehajtodik, megszüntetve az áramellátást.

2.9 Szenzorok bemutatása

A robotban ezek a szenzorok találhatók meg:

1. MPU6050 giroszkóp/gyorsulásmérő modul

- **Funkció:** A robot térbeli helyzetének és mozgásának (szögsebesség, gyorsulás) mérésére szolgál. Tájékoztatót nyújt a vezetőknek a robot helyzetéről.
- **Elhelyezés:** Az akkumulátor rekesz oldalán található, az akkumulátor és a Raspberry Pi áramellátásáért felelős Buck konverter között. A szenzort igyekeztünk a robot tömegközéppontjához a lehető legközelebb rögzíteni, hogy a mérések torzulása minimális legyen. Hogy mennyire pontos az változik, mert csak ragasztópisztoly tartja ott, ezért kell ellenőrizni, hogy túlmelegedtek-e dolgok miután leállítjuk a robotot.

2. DS18B20 digitális hőmérséklet szenzor

- **Funkció:** A környezeti víz hőmérséklet mérésére szolgál, amely adat hasznos lehet a robot működésének elemzéséhez és a hűtési igények felméréséhez.
- **Elhelyezés:** A robot hátulján helyezkedik el, az Ethernet-kábellel együtt kilógva a házból.

2.10 Saját tervezésű áramkörök

A robotunkban 2 saját tervezésű áramkör található.

Az első áramkörünk a víz érzékelését, a központi vezérlő be és kikapcsolását és a relé vezérlését végzi. Az áramkör fő eleme egy arduino nano amihez csatlakoznak egy elosztón keresztül a vízérzékelő szenzorok és a mágneses reed érzékelő. A szenzorok mellett egy tranzisztor segítségével

a relé kapcsolását is végzi. Víz érzékelése esetén azonnal jelet küld a központi vezérlőnek és így az jelzést tud küldeni az irányító központnak. A központi vezérlő végrehajtja a leállítási folyamatot mielőtt a relé lekapcsol és megszűnik az áramellátás.

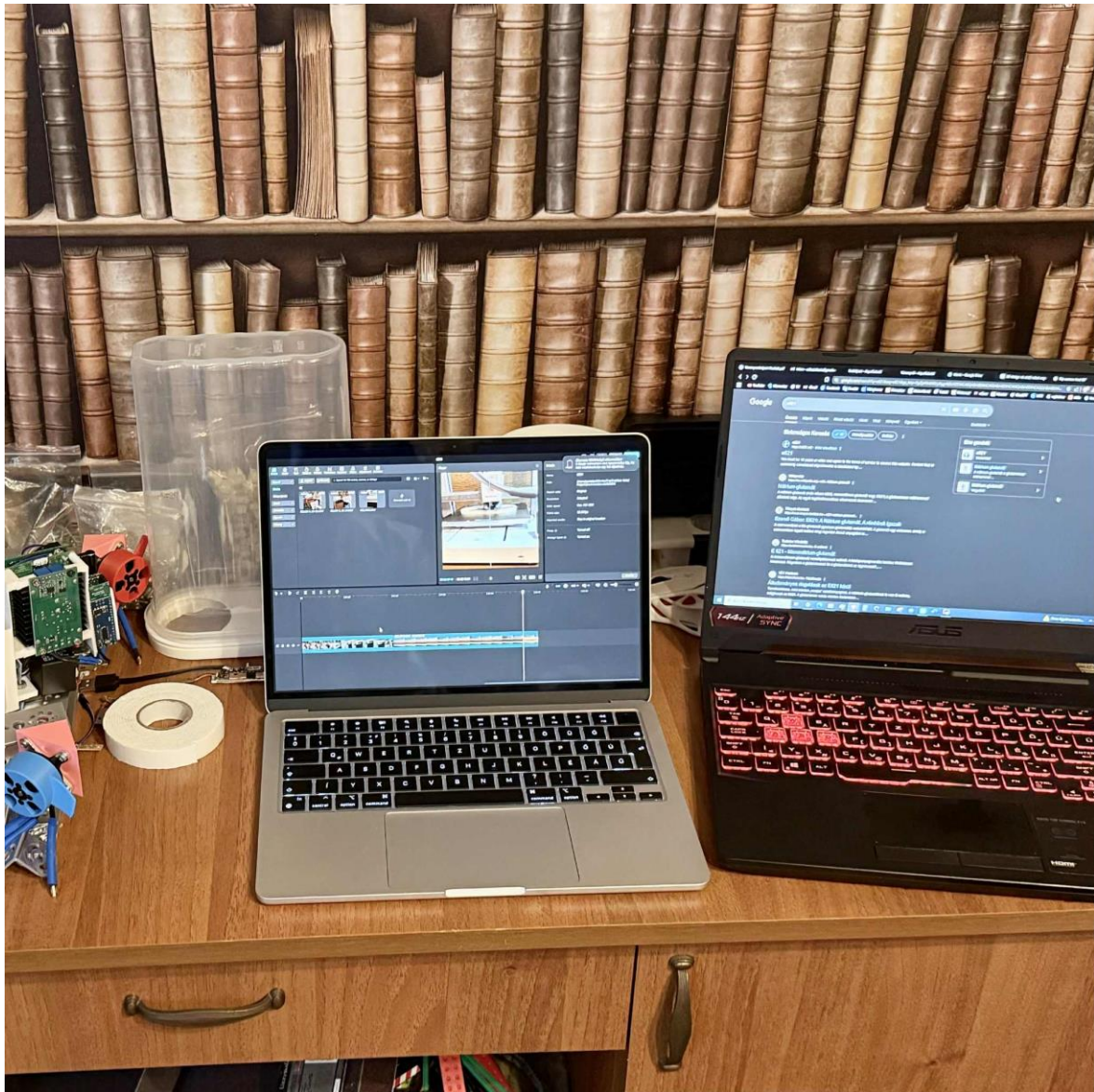
A második áramkörünk a központi vezérlő tetején helyezkedik el. Ez az áramkör több funkciót is ellát. Először is a ballasztok vezérléséért felel, ugyanis egy L293D H-hidas motorvezérlő található meg rajta, ami mind a 2 ballaszt motor vezérléséért felel. Egy piros LED lámpa a ballasztmotorok 12 voltos áramellátásának működéséről biztosít vizuális visszacsatolást. Ezek mellett egy I²C elosztót is tartalmaz, hogy könnyebben csatlakoztathassuk fel egyszerre a PCA9685 pwm szabályzót és az MPU6050 giroszkópot. Végül itt csatlakozik a központi vezérlőhöz a vízérzékelést végző arduino nano és a DS18B20 digitális hőmérséklet szenzor.

Mind a két áramkör próbalapok használatával készült. Nem használunk nyomtatott áramköröket, mert az túl esztétikus és logikus lenne. Nem melleleg lusták voltunk még az alaplap tervezést is megtanulni. Elég volt már ennyi is.

3. Irányító központ bemutatása

3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

Mivel nem maradt elég költségünk ezért az eredeti tervünkről, ami abból ált volna, hogy egy Redbird FMX-et használjunk irányító központként le kellett mondanunk. Ezután a következő lehetőségünk az Acer Predator Thronos Slim lett volna, de az is picit túllőtt a költségvetésünk határán ezért maradtunk annál, amink volt.



3. ábra: Kép a 2 lehetséges irányító központként funkcionáló laptopról.

Vezérlőközpontnak a képen látható laptopokat használjuk vagy egy Asus TUF gaming F15 FX506H vagy egy Apple 2022 macbook air m2-t alkalmazunk irányító központként.

A wasd gombokkal lehet irányítani előre-hátra meg a kanyarodást és a saját tengelye körüli fordulást. A fel és le nyilakkal a sebességet, a jobbra és balra nyilakkal az íves kanyarodás mértékét lehet majd szabályozni.

3.2 Kommunikáció ismertetése

Robot és irányító központ közötti adatkapcsolat

A víz alatti robot és a felszíni irányító központ között kábeles Ethernet-kapcsolat valósul meg. Az Ethernet kábel közvetlenül a robot fedélzetén található Raspberry Pi 5 számítógéphez csatlakozik. A vezérlő lappal SSH (Secure Shell) protokoll használatával történik a csatlakozás a Raspberry Pi-re, így lehetőség van a rendszer távoli vezérlésére és az érzékelőadatok fogadására valós időben.

Alkalmazott kommunikációs protokollok

- **Vezérlés és adatátvitel:** A robot irányítása és az érzékelőadatok elérése a már fentebb említett SSH protokollon keresztül történik (TCP-alapú titkosított kapcsolat).
- **Képatvitel:** A fedélzeti kamera képét OpenCV könyvtár segítségével dolgozza fel a Raspberry Pi, majd hálózaton keresztül továbbítja a felszíni lappra. (TCP-alapú socket kapcsolatot használ a képkockák küldésére.)

Közölt adatok felsorolása

- **Robot → Irányító központ:**
 - Élő videójel a fedélzeti kamerából.
 - Hőmérséklet-szenzor adatai (aktuális víz hőmérséklet).
 - Giroszkóp adatai (dőlés, irány, mozgás).
 - Víz bejutási jelzés.
- **Irányító központ → Robot:**
 - Mozgásvezérlési parancsok (előre, hátra, emelkedés, süllyedés, forgás).
 - Kamera vezérlési parancsok (stream indítás/leállítás).

4. Összegzés

A bemutatott víz alatti robot fejlesztésének célja egy költséghatékony, modulárisan bővíthető és kézi vezérlésű ROV (Remotely Operated Vehicle) létrehozása, amely alkalmas alapvető víz alatti megfigyelési és manőverezési feladatok ellátására.

A koncepció a BlueROV2 és a Brick Experiment Channel által bemutatott Lego-tengeralattjáró ötleteinek ötvözésével jött létre. A projekt során törekedtünk arra, hogy a professzionális ROV rendszerek logikáját egy egyszerűbben megvalósítható, oktatási és fejlesztési célra is használható platformban testesítsük meg.

A robot fő szerkezeti elemei 3D-nyomtatással készültek, a váz TETRIX alumínium idomokból épül fel. A meghajtásért és mozgásért négy BLDC motor, a ballasztvezérlésért két motor és egy L293D H-hidas áramkör felel. A rendszer öt szabadságfokkal (5DOF) rendelkezik, így képes az alapvető víz alatti mozgások végrehajtására.

A fedélzeti elektronika központi eleme a Raspberry Pi 5, amely a vezérlő szoftvert futtatja és a kommunikációs kapcsolatot biztosítja az irányító központtal. A szoftver Python nyelven, a pygame, OpenCV és I²C kommunikációs protokollok segítségével működik.

A rendszer biztonsági funkciói között szerepel egy önműködő vízérzékelő egység, amely vészhelyzet esetén automatikusan leállítja az egész rendszert, így megakadályozza a hardver károsodását.

Az irányítás jelenleg kézi üzemmódban történik, a felszíni laptop billentyűzete segítségével, míg az adatkommunikáció Ethernet-alapú, SSH-protokollon keresztül zajlik. A fedélzeti kamera valós idejű videójelet továbbít a felszínre, a szenzoradatok (gyorsulás, szögsebesség, hőmérséklet, vízérzékelés) pedig szintén valós időben elérhetők.

Összességében a rendszer jelenlegi állapotában stabil, jól dokumentált és bővíthető alapot képez további fejlesztésekhez, például automatikus stabilizáció, autonóm mozgásvezérlés vagy mélység szabályozás megvalósításához.

A projekt fő erőssége a költséghatékony kivitelezés, a logikusan felépített biztonsági architektúra, valamint a moduláris, tanulásra és továbbfejlesztésre alkalmas konstrukció. A későbbi fejlesztési ütemben cél a mélység- és iránytartó automatikák integrálása, valamint a valós idejű adatgyűjtés és naplózás továbbfejlesztése.

Források

1. Blue Robotics – *BlueROV2 Technical Overview*

https://bluerobotics.com/wp-content/uploads/2017/03/br_bluerov2_datasheet_rev3-bleed-dragged.pdf

2. Brick Experiment Channel – *Building and Testing a Lego-powered Submarine*

<https://brickexperimentchannel.wordpress.com/2022/07/14/rc-submarine-4-0-conclusion-10-10/>

3. Raspberry Pi Documentation – *Hardware and I²C Communication Guide*

<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/configuration.html>

A dokumentum készítésében részt vettek:

Juhász József: író, grafikon készítő, formázó

Garai Ábel: író, lektoráló, formázó

Unoka Csaba: lektoráló

YELLOW SUBMARINE - MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Kutas Borbála

Magay Benedek

Péterfia Mátyás

Magyar Márk (tiszteletbeli tag)

Bodor Tamás

Felkészítő tanár:

Kiss Sándor János

1. Konceptió rövid ismertetése

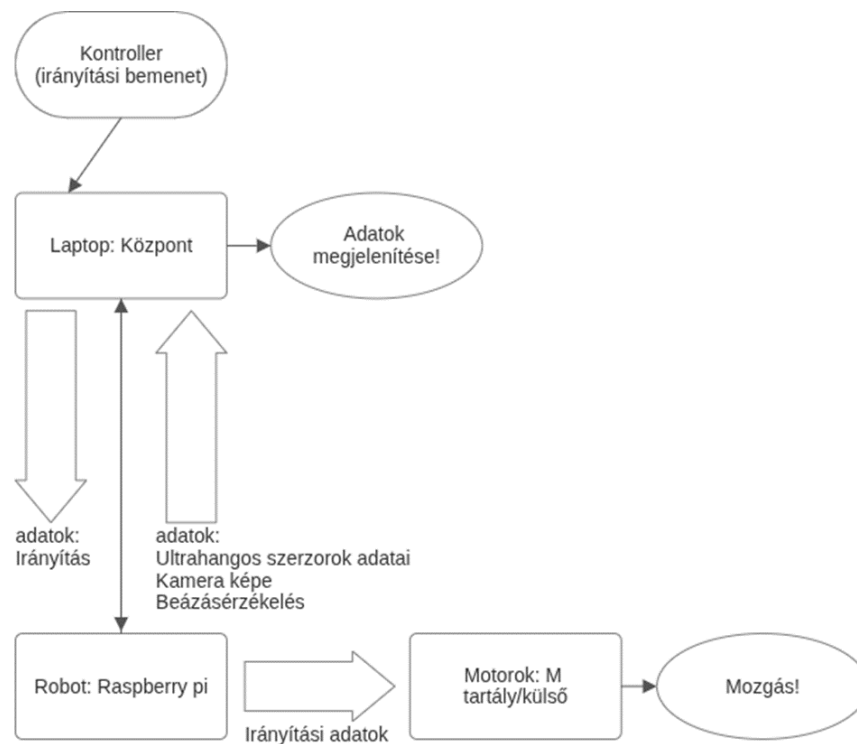
- **A koncepció megválasztásának okai:** Mi ebből a szempontból a „dobozon belül” gondolkoztunk (ez általában nem jellemző), egy lezárt doboz, ami ha nem ázik be, akkor nem ázik be. (de azért a nagyon fontos dolgok még egy réteggel el vannak választva a mi általunk instabilnak titulált (merülőtartály) részekről.
- **A koncepció alapjául szolgáló robot(ok) bemutatása:**
Titan – Mélytengeri tengeralattjáró, habár több szempontból is alkalmatlanul volt megcsinálva, a forma tetszett nekünk.

A ROV-ok belső elrendezése, egy zárt rendszerben, a váz belső megtartásával

(A 3d tervezésben a Gunpla modellrobotok is sokat segítettek (a 3d-s darabok összeillesztésének logikájában))

A robot és vezérlés ismertetése

- **Blokkdiagram:**



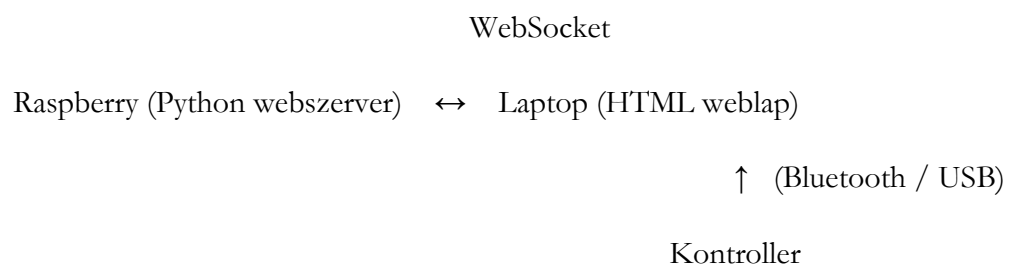
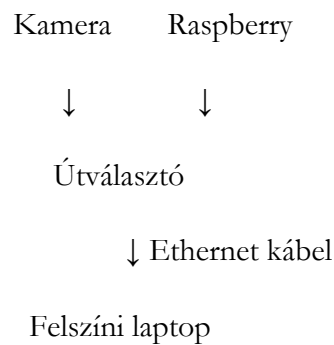
1. ábra A robot és az irányító rendszer fő részei

- **Folyamatábra: a vezérlő szoftver működésének ismertetése:**

Leírás:

A robot a Raspberry Pi segítségével van irányítva, ami egy webszerverként funkcionál. A roboton található Raspberry Pi és a kamera egy útválasztón keresztül egy hosszú Ethernet kábellel kapcsolódik a felszíni laptopra. A vezérlőfelület egy böngészőből érhető el, a Raspberry Pi IP-címének megadásával. A backendet egy Python program biztosítja, amely WebSocket kapcsolaton keresztül kommunikál a felülettel. Ez a program kezeli a motorok irányítását és az érzékelők adatait is. A robot vezérlése a laptopra csatlakoztatott kontrollerrel történik.

Folyamatábrák:



2. Robot részletes bemutatása

2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

- **Felhasznált anyagok ismertetése:**

Kezdőkészlet

- 4db BLDC motor
- 4db BLDC motorvezérlő
- 4db 3D nyomtatott propeller
- 1db 4GB – os Raspberry PI
- 2db nedvesség érzékelő
- 2db relé

- **Elektronika**

- 6db kínai ultrahangos szenzor
- 1db IP kamera
- 1db Fí-relé
- 2db mágnes relé
- 2db DC motor
- 2db 12v 40Ah Akumulátor, párhuzamosan kötve
- 1db útválasztó

- **Merülőtartály** alkatrészek:

- Temus Fecskendő
- Fém menetes rúd + nem menetes rúd
- Illesztő a motor és a menetes rúdhoz
- Játék pop tube

- A robot **váza**, külső borítása

- ~2m rézcső a robot szilárd belső vázához

- tömítő gumi henger
- kétkomponensű ragasztó
- 3d nyomtatott ház
- vízálló lakk
- csavarok
- **Lebegőképesség beállítása:**

Merülőtartály: a robot alapból vízneutrális súlynál egy kicsit könnyebb lenne (elméletileg), szóval ha a merülőtartályba víz megy akkor süllyed, ha ezt a vizet kinyomjuk akkor meg visszaemelkedik.

A fecskendőben a menetes tengely végig megy, a pop tube választja el a fecskendő belsejét, hogy a tengely átmelessen. A visszahúzott dugattyú vizet szív be a fecskendőbe, ezzel növelve a robot tömeg/térfogat arányát.

2.2 Robot szabadsági fokainak ismertetése

- **Szabadsági fokok (DOF – Degree of Freedom): 3 vagy 6 DOF rendszer ismertetése:**
A robot képes 4 irányban mozogni, az X és az Y tengelyen, illetve az Y tengely körül forogni. (vízszintesen)

2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

- Beázás detektálása és az áramtalanítás folyamata:
 - A robotban 3 nedvesség érzékelő található, 2 az alapkészletből illetve a 3. az maga a belső fém ház. A 3 szenzor egy érintésvédelmi relébe van kötve, ami direkt levágja az akkumulátort az EGÉSZ tengeralattjáróról, illetve a vízbe egy minimális feszültséget vezetünk, hogy a fém ház is tudjon szenzorként funkcionálni. A fémház felületét ellátjuk egy elektrolitot képző anyaggal, a hatékonyság növelése érdekében. A terv az, hogy a vészhelyzeti felszínre emelkedést egy teljesen izolált rendszer, egy relével egybekötött kondenzátor fogja megoldani, ami áramtalanítás esetén a merülőtartályból kinyomja a vizet annyira, hogy a tengeralattjáró a felszínre jöjjön. (a másik potenciális lehetőség egy légszák használata egy CO2 patronnal)
- Bekapcsolási és leállítási szekvencia ismertetése:

- A be/kikapcsolás egy apró mágnes behajtásával, izoláltan történik egy mágnes relé segítségével, teljes áramtalanítással. A mágnes 3d nyomtatott alkatrészrel rögzíthető a robothoz. Amíg a mágnes a helyén van a robot is be lesz kapcsolva. A töltési port ugyanígy leválasztható a tengeralattjáró belsejéről, mivel a port vízállósága 100%-osan nem lenne biztosítható annak letakarásával.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

- Vezérlési elv ismertetése: a vezérlés controllerrel lesz megoldva. Úgy gondoltuk hogy ez egy elég kényelmes megoldás, a drónoknak sem véletlenül van hasonló alakú távirányítója: a 3 dimenziós térben való mozgást ez a fajta megoldás nagyban elősegíti, és akkor a kényelemről még nem is beszélünk! (meg bruh ehhez van szokva a kezünk)
- **Esetleges autonóm funkciók bemutatása:** Beázásdetektálás
A beázásdetektálás hardveresen történik, érintésvédelmi relé segítségével.

2.5 Szenzorok bemutatása

- **A roboton használt szenzorok ismertetése és elhelyezésük:**
a robotban 2 féle szenzor található (+1 a kamera):
 - a Kínai ultrahangos szenzorok (6db), amik a robot elején, két oldalán, alján, hátulján és a tetején lesznek elhelyezve (minden oldalán egy), amit az irányítóközpontban parkolást segítő autós megoldással fogunk megjeleníteni. Ezzel azt fogjuk elérni hogy kb tudjuk hogy mihez milyen közel vagyunk.
 - A második féle szenzor, a beázást érzékeli
 - A +1 pedig a kamera, amivel kicsit jobban látunk magunk elé. Az irányítóközpontban látható lesz a kamera által „látott” kép (+ az hogy a kamera hova néz, picit állítható lefelé)

3. Irányító központ bemutatása

3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

- Tervezett kinézet és kezelőszervek bemutatása:
A Robotot kábellel csatlakoztatjuk egy laptopoz, amin megjelenítjük az adatokat, és onnan irányítjuk controllerrel. (Szóval: Robot → Laptop ← controller)

3.2 Kommunikáció ismertetése:

- **Robot és irányító központ közötti adatkapcsolat:**

Hosszú ethernet kábel

- **Alkalmazott kommunikációs protokoll:**

WebSocket

- **Közölt adatok felsorolása:**

Robot → Laptop

- Ultrahangos szenzorok adatai
- Kamera képe
- Beázás jelzése

Laptop → Robot

- Irányítási adatok

4. Összegzés

Egy 3D nyomtatott fancy dobozon belül mindenféle elektronikai jószág, amit jó hosszú kábellel csatlakoztatunk egy laptop-hoz és onnan irányítjuk egy controllerrel. A szóban forgó díszes doboz a vízben is tud forogni (nem csak szóban!) és előre-hátra menni, a rajta elhelyezett motoroknak és propellereknek köszönhetően, amiket az előbb említett kábelen keresztül, a laptopból jövő információval irányítunk. Ha a Design Dobozba víz kerül az ugye szívás a benne lévő elektronikának, ezért van felszerelve több beázás-érzékelővel, amik ha érzik, hogy víz van, akkor szólnak a reléknek hogy „VÍZ VAN!!”, akkor erre meg leválasztják az elektronikát az akkumulátorokról, ezzel megpróbálva minimalizálni a károkat. A Robot (elfogytak az ötleteim) fel van szerelve Ultrahangos érzékelőkkel és egy kamerával, hogy a tájékozódás ne legyen egy abszolút rémálom a víz alatt, amikor már nem látjuk kintről a robotot.

BLÁTHY JOYSON BÚVÁR KLUBB –
MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓ

Csapattagok:

Fekete Dávid

Makkai József

Szőr Béla Martin

Petykó Martin

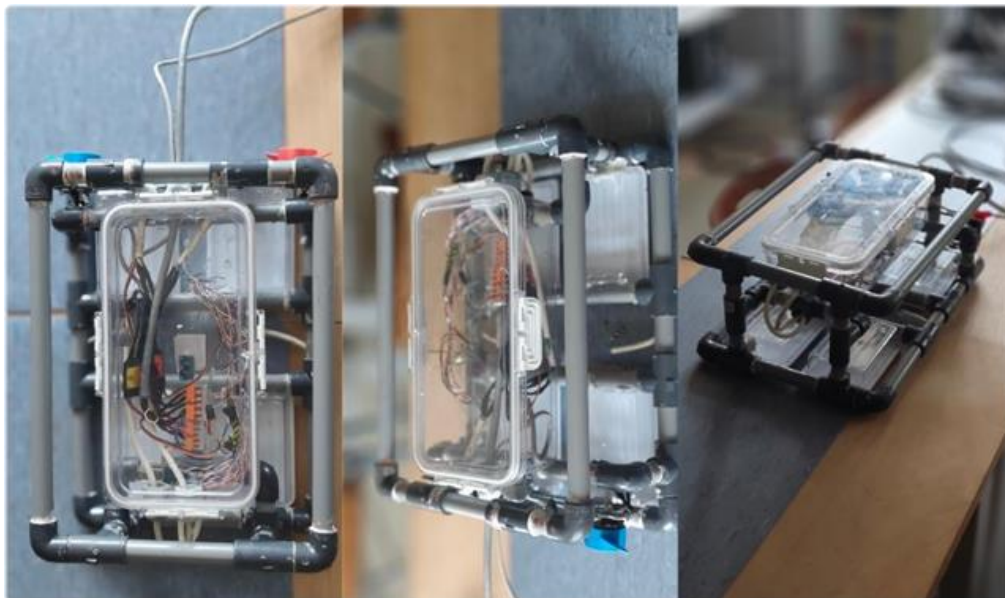
Felkészítő tanárok:

Szabó Zsolt

Kovács Csaba

1. Konceptió rövid ismertetése

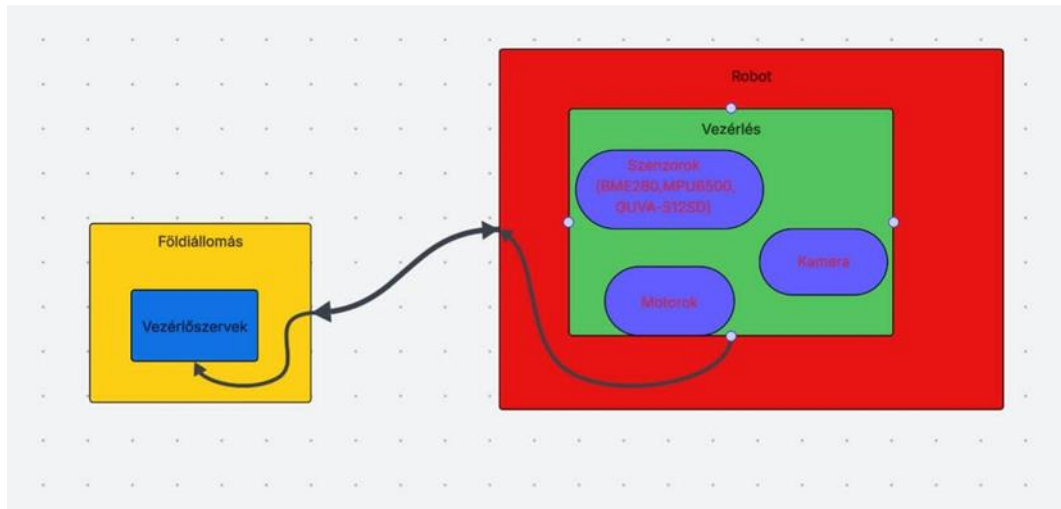
- A 20-as vízcső azért volt számunkra ideális, mert tömege kicsi viszont rendkívül szilárd, és üregessége miatt tökéletes vezetékek elvezetéséhez is. Ezek a csövek 90°-os illetve 'T' idomokkal vannak össze kötve, PVC ragasztó segítségével.
- A központi vezérlés egy nagy méretű (300 x 150 x 80mm) műanyag tároló dobozba került, ez azért praktikus számunkra, mert átlátszó, vízhatlan, de könnyen bontható, esetleges meghibásodás esetén.
- Az energiaforrás négy különálló műanyag tároló dobozba (130 x 80 x 40mm) került, hasonló átlátszó, vízhatlan, de könnyen bontható tulajdonságaik miatt.
- A motorok 2 saját készítésű, hegesztett M6-os menetes szárból készült tartó bakra lettek rögzítve.
- A koncepció alapjául szolgáló robot(ok) bemutatása



1. ábra Robot koncepció

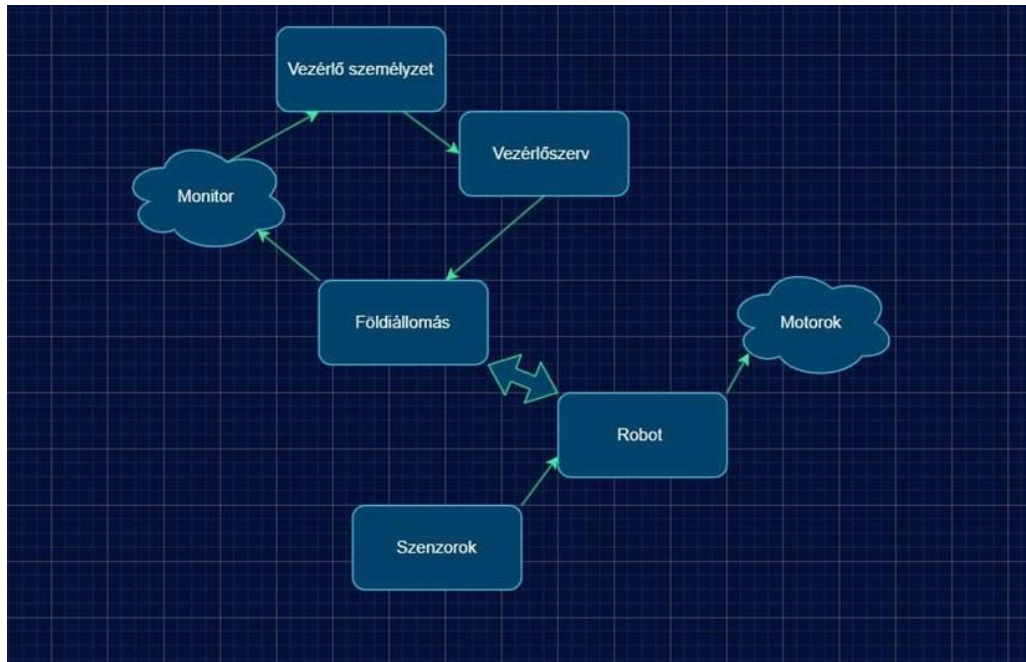
1.1 A robot és vezérlés ismertetése

- Blokkdiagram:



2. ábra A robot és az irányító rendszer fő részei

- Folyamatábra:



3. ábra A vezérlő szoftver működésének ismertetése

2. Robot részletes bemutatása

2.1 Mechanikai felépítés bemutatása

- Felhasznált anyagok ismertetése
 - A robot felépítéséhez az alábbi anyagokat használtuk:
 - PVC cső
 - 90°-os és 'T' idomok
 - Műanyag tárolódoboz
 - Vezetékek
 - Tömszelence
 - M6-os menetes szár
 - Akril tömítő anyag
- Lebegőképesség beállítása
 - A lebegőképessége, a robot átlag sűrűség beállítása a vízhez képest 20-25 %-al állítjuk be kisebb értékre, a merülést motorral oldjuk meg, ahogy a víz alatt lévő lebegést is motorral fogjuk kontrollálni.

2.2 Robot szabadsági fokainak ismertetése

- Szabadsági fokok (DOF – Degree of Freedom): 3 vagy 6 DOF
- A robotunk négy darab szabadságifokkal rendelkezik ebből kettő darab Transzlációs 3 dimenziós (x,y,z) derékszögű koordináta rendszerben x irányban, és z irányban értelmezzük. Kettő darab pedig Rotációs 3 dimenziós (x,y,z) derékszögű koordináta rendszerben az egyik forgást Dx/Dy a másik forgást Dz/Dy értelmezzük.

2.3 Biztonsági funkciók ismertetése

- Beázás detektálása és az áramtalanítás folyamata
 - Beázáskor, a kapott beázás érzékelők jelet egy relének, ami feszültségmentesíti a robotot egy második relé segítségével.
- Bekapcsolási és leállítási szekvencia ismertetése
 - A robot bekapcsolását és leállítását két Reed szenzor végzi, a vészleállást pedig a beázásérzékelő aktiválja.

2.4 Szoftverfunkciók részletes bemutatása

- Vezérlési elv ismertetése
 - A vezérlő szervünk egy XBOX ONE controller ami a földi állomáson lévő Raspberry Pi-vel kommunikál amely tovább küldi a feldolgozott jelet a robotba elhelyezett Raspberry Pi-nek mely a szenzorok segítségével vezérli a motorokat.
 - A szenzorok jelét a földi állomáson lévő Raspberry Pi fogadja és egy monitoron kijelzi.
- Esetleges autonóm funkciók bemutatása
 - A robot közepében elhelyezett giroszkóp jele beavatkozás nélkül is befolyásolja a robot mozgását.
 - A kettő beázásérzékelő automatikusan kapcsolja le esetén.

2.5 Szenzorok bemutatása

- A roboton használt szenzorok ismertetése és elhelyezésük
 - A robotba ötféle szenzor került: hőmérséklet és páratartalom-érzékelő, színérzékelő, kamera, UV-érzékelő valamint egy giroszkóp. Ezek mind a robot középpontjába található nagy műanyag tárolódobozban kaptak helyet.
 - A giroszkóp a doboz középpontjába került, mivel így tudja a legpontosabban érzékelni a robot dőlését.
 - A színérzékelő elhelyezése tetszés szerint történt, mivel működését nem befolyásolja jelentősen a pozíciója a dobozon belül.
 - A hőmérséklet-érzékelő a Raspberry Pi-től legtávolabbi pontra lett szerelve, hogy Raspberry Pi ne befolyásolja a környezeti hőmérséklet mérésének pontosságát.
 - A hivatalos Raspberry Pi kamerát a robot elejébe tettük, hogy a víz alatt is könnyen lehessen vezérelni.
 - Az UV-szenzor a központi tárolódoboz tetejébe került.

2.6 Saját tervezésű áramkörök

- A saját tervezésű áramkörünk, több különálló feladatot is elvégez:
 - A sajáttervezésű PCB a Raspberry Pi-n használt lábakat kivezeti, hogy könnyen hozzáférhetőek legyenek

- Az ESC-eket és a Raspberry Pi-t opto-csatolók galvanikusan leválasztják, hogy esetleges vissza táplálások miatti meghibásodásokat elkerülhessük.
- Az ESC-k védelmére négy záró irányban előfeszített dióda is helyet kap a NYÁK-on.

3. Irányító központ bemutatása

3.1 Irányító központ sematikus ismertetése

- Tervezett kinézet és kezelőszervek bemutatása
 - A kezelőszerv egy XBOX ONE kontroller .

3.2 Kommunikáció ismertetése

- Robot és irányító központ közötti adatkapcsolat
 - A robot és az irányító központ TCP/IP kapcsolaton keresztül kommunikál.
- Alkalmazott kommunikációs protokoll
 - TCP/IP
- Közölt adatok felsorolása
 - A robot felé:
 - Bal és Jobb oldali hajtó motorok szabályozásának jele.
 - Merülési motorok vezérlési jele.
 - A földi állomás felé:
 - Különb féle szenzorok adatai.
 - Kamera képe.

4. Összegzés

Hogyan épült fel?

- **Váz:** PVC csövekből és csatlakozókból áll, könnyű, de erős, és belül vezetékeket vezetnek át rajta.
- **Motorok:** Egyedi fémkeretbe rögzítették őket, ezek mozgatják a robotot a vízben.
- **Tárolók:** Vízálló, átlátszó műanyag dobozokban vannak az elektronikai részek – így jól láthatók, de védenek is.

Milyen funkciói vannak?

- **Mozgás:** A robot 4 irányban tud mozogni (előre-hátra, fel-le, illetve kétféle forgás).

- **Biztonság:** Ha víz kerül az elektronikába, a robot automatikusan leáll.
- **Vezérlés:** Egy **XBOX** kontrollerral irányítják, ami jelet küld egy Raspberry Pi nevű kis számítógéphez.
- **Automatikus funkciók:** Például a giroszkóp segít stabilan tartani a robotot.

Szoftver és szenzorok:

- A Raspberry Pi számítógép irányítja a robotot, olvassa a szenzorokat és továbbítja az adatokat a földi vezérlőhöz.
- **Szenzorok:**
 - Hőmérséklet és páratartalom mérő
 - Színérzékelő
 - Kamera
 - UV érzékelő
 - Giroszkóp (dőlés érzékelő)

Kommunikáció:

- A robot és az irányító központ **TCP/IP kapcsolaton** keresztül (mint az internet) kommunikál.
- Kétféle adat áramlik:
 - **A robot felé:** vezérlőjelek a motorokhoz
 - **A robottól:** szenzoradatok és kamera képek

Saját fejlesztések:

- Készítettek saját **elektronikai áramköröket**, amelyek biztonságosabbá és megbízhatóbbá teszik a robot működését, például leválasztják a motorvezérlést az alaplaptól.