Underwater Cyclops

Projekt dokumentáció

Készítette: Tóth Bence, Zsigó Miklós





**Segíthetnek-e diákok abban, hogy a viziközmű szolgáltatók hatékonyabban dolgozzanak?**

A víz az élet alapja, víz nélkül nincs élet a Földön. Ezeket a tényeket mindenki ismeri.

Az általunk fejlesztett víz alatti kutatórobot képes olyan tevékenységet is végezni, amelyekre egy búvár nem lenne képes, és mindezt költséghatékonyan. A robot távirányítással végzi feladatát, előre tervezett útvonalon, előre tervezett feladatokat képes végrehajtani. A két évvel ezelőtt készített prototípus az Ifjúsági Innovációs Versenyen dicséretben részesült, az itt szerzett tapasztalatok alapján egy új robot megépítésébe kezdtünk.

A vízzel takarékosan kell bánni. Ez egyre több embert, felhasználót késztet arra, hogy a vízhasználati szokásait megváltoztassa, átalakítsa.

**Vajon a szolgáltatók is képesek még takarékosabban bánni a vízzel?**

A kis ifjúsági fejlesztő csoport, amely Bánkirobot néven dolgozik évek óta, ezzel a kérdéssel kereste fel a városunkban tevékenykedő viziközmű szolgáltató cég szakembereit, keresve az együttműködés lehetőségeit. A szakemberek nagyon nyitottan hallgatták a vízalatti kutatórobottal kapcsolatos gondolatainkat, és közösen áttekintettük a mosatási és fertőtlenítési (MOSATFERTUT) munkautasítást amely a tárolómedencékben végzett munkafolyamatokat szabályozza. A dokumentum áttanulmányozása utána készült egy lista, hogy mi mindenre használható a távirányítással mozgatható vízalatti kutatórobot, és hogyan lehet csökkenteni a vízveszteséget.

1. A viziközművek szerves részét képző víztároló medencék karbantartása a viziközmű szolgáltatók feladata. Ezt a feladatot a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. évente két alkalommal éves karbantartási ütemterv keretén belül hajtja végre, a medencék leürítése utáni felület-tisztítási, szerelvény működőképesség vizsgálat, javítási feladatok elvégzésével.

A karbantartások hatékonyságának növelése érdekében fontos információk kaphatók, ha a karbantartást megelőzően fotó, illetve videó felvételek készülnek, amelyeket a szakemberek kiértékelnek**.** A Szolgáltató elvárása, hogy a víztároló medencék felesleges leürítése nélkül győződhessen meg a tároló felületének állapotáról. Ha mégis szükséges a javítás, akkor, az előzetes információk alapján, egy esetleges hosszabb időintervallumot jelentő javítás előkészítését megfelelő alapossággal tudja elvégezni a Szolgáltató.

1. A rendszeres vizsgálatok felvételeinek archiválásával lehetőség nyílik a korábbi időszakokban készült felvételekkel történő összehasonlításra, így az esetleges nagyobb javítások, beruházások tervezése költséghatékonyan oldható meg, a medencék várható élettartama is meghatározható.
2. Az előzetes becslések alapján ideális esetben így több ezer köbméter víz leürítése kerülhető el!

**Víziközmű szolgáltató által támasztott általános igények**

A NYÍRSÉGVÍZ Zrt. a jogelőd önkormányzati közös vállalat átalakulásával jött létre 1996-ban. Alapítói 29 települési önkormányzat, valamint a Magyar Állam. Legnagyobb tulajdonosa Nyíregyháza Megyei Jogú Városa, jelenleg 52,8 % feletti részesedéssel.

A munkautasítás alapján a szakemberek elkészítettek számunkra egy rövid dokumentumot, amely tartalmazza a mosatási és fertőtlenítése leírásban szerepelő olyan igényeket, amelyeknek megkell felelni a rendszerben dolgozóknak.

„A víztermelő-, víztisztító-, ivóvízelosztó rendszerek jellemzően rendelkeznek nyersvíz, tisztított-víz alacsony, és vagy magastároló medencékkel. Ezeket a tárolóműket, mint az ivóvízellátás minden elemét, meghatározott időközönként karbantartani, ellenőrizni szükséges.

Ezen objektumok belső felületének állaga a használati idő, a tárolt közeg minőségének függvényében időszakos javításra és komplex felületi rekonstrukcióra szorul.

A NYÍRSÉGVÍZ Zrt. az alacsony-, és magastároló medencék estén évente két alkalommal végez karbantartási feladatokat. Ezek a karbantartások első sorban a tároló tisztítására irányulnak, valamint a tisztítással egy időben történő állapotfelmérés is megtörténik. A feladat végrehajtását minden esetben a tároló tér leürítése előzte meg. A karbantartást végző szakemberek a leürítést követően a tárolóba belépve végezik el a tisztítási és az ellenőrzési feladatokat. Az ilyen esetben végzett felmérések alkalmával kerülnek megállapításra a tároló felületével kapcsolatos javítási, felújítási igények is. Mivel a feladat elsődleges célja nem a tároló felületének javítása, vagy komplex belső felületi rekonstrukciója, hanem a tároló belső terének mechanikai tisztítása, így kisebb, az ivóvíz minőségét nem befolyásoló felületi hibákkal kapcsolatban kizárólag állapotfelmérés valósul meg.

A karbantartás során felmerülő, az ivóvíz minőségét nem befolyásoló felületi hibákkal kapcsolatos javítási munkák előkészítése kizárólag a karbantartást követő időszakban valósulhat meg, a tároló üzembe helyezése, feltöltése után.

A projekt lehetőséget teremt a Szolgáltatónak, hogy a tervezett karbantartások idejére ütemezze a tároló felület javítását, rekonstrukcióját. Kettős cél valósul meg ezzel a lehetőséggel:

1. Pontos felmérés alapján a feladat előkészítése
2. Minimum egy tároló ürítés/feltöltés megtakarítható

A pontos felmérés elengedhetetlen a feladat szakszerű végrehajtása érdekében. Ez a felmérés szükséges a megfelelő felületkezelési technológia kiválasztásához, a megfelelő minőségű anyag meghatározásához. Továbbá a mennyiségi információk segítségével tervezhető a feladat időigénye, mely nagy mértékben befolyásolja a kezdési időpontot.

A tároló ürítésével/feltöltésével kapcsolatos megtakarítás nem pusztán gazdasági, hanem környezetvédelmi kérdés. Minden Víziközmű Szolgáltató küldetése, hogy a lehető legtakarékosabb módon használja a vízkészlet által biztosított vízmennyiségeket.”

**Költség és mennyiségi elemzés**

Elkészítettük a projekt teszt-medencéjének ürítésének/feltöltésének költség és mennyiségi elemzését.

1. ábra Egy víztározó medence

A medence 500 m3-es, tisztítási üzemállapotra történő leürítése 400 m3-e tisztított vizet jelent. Ezt a mennyiséget szükséges a tisztítómű vasiszapülepítő medencéjén keresztül a befogadóba szivattyúzni a személyzetnek. A felmérést 3 fő végzi, 1 fő a szivattyúkat, automatikát felügyeli, 2 fő a felmérést végzi, felvételt készít a tároló faláról. A felmérés kb. 1,5 órát vesz igénybe. A leürítés gravitációsan megy végbe, a visszatöltést a szűrőkön keresztül a nyersvíztermelő búvárszivattyúk végzik.

**Van-e megtakarítás?**

A szakemberekkel együtt egy valódi költségbecslést is végeztünk, a szükséges adatokat ők bocsátották rendelkezésünkre. A felmérés során 400 m3 már megtisztított ivóvíz kerül felhasználatlanul a befogadóba. 400 m3 kitermeléséhez 3 db mélyfúrású kút, összesen 21 kW teljesítményű elektromos búvárszivattyú, 1 650 l/perc vízhozam mellett, 4 óra alatt képes kitermelni. A vizsgált vízmű fajlagos önköltsége 172,3 Ft/m3, így a felhasználásra nem kerülő vízmennyiség költsége: 68 920 Ft. A felmérést 3 fő végezte, előkészületekkel, a felvételek tárolásával együtt kb. 2 órán keresztül. Az élőmunka kalkulált költsége: 22 500 Ft.

**Az eredmény - bíztató**

500 m3-es tároló esetén, egy felület rekonstrukció műszaki előkészítése, helyszíni felmérése **400 m3 fel nem használt ivóvíz**, továbbá **kb. 91 420 Ft költség.**

*A NYÍRSÉGVÍZ Zrt. mindösszesen 15 400 m3 magastárolót, és 22 450 m3 alacsonytárolót üzemeltet, így biztos, hogy hatalmas ivóvíz veszteség kerülhető el.*

**A projekttel szemben támasztott Szolgáltató követelmények**

A MOSATFERTUT alapján készült egy rövid változat, amely a mi tevékenységünket befolyásolja. Ez további fejlesztéseket tett szükségessé.

**Fertőtlenítés**

Annak érdekében, hogy a projekt elérje célját, a kiválasztott tárolóba üzemi körülmények mellett szükséges a robotot útjára bocsájtani. Ez azt jelenti, hogy a tárolóba folyamatos a víztisztító-műről történő tisztított víz érkezés, valamint a hálózati szivattyúk segítségével történő elosztó rendszerbe történő átadás. Ezen üzemi jellemzők esetén kizárólag tökéletesen fertőtlenített eszközt lehet a tárolóba engedni. Nem csupán a robotot, hanem a robot irányítását, valamint a jeltovábbítást megvalósító kábel fertőtlenítéséről is gondoskodni szükséges. 2. ábra Fertőtlenítő láda

Ezen követelmények megteremtése érdekében az alább feltételeknek meg kell felelni:

* a tárolóba belépő személyeknek érvényes egészségügyi alkalmassági vizsgával kell rendelkezniük
* a személyeknek a Szolgáltatónál alkalmazott védőöltözetet szükséges viselniük
* 30 %-os hypokloritos oldatot készítése
* a robotot az oldat permetével szükséges ellátni
* a behatási idő 5 perc legyen
* az irányító kábelt az erre a célra készített oldat-tároló edényen szükséges a robot működése közben átvezetni

**A következő műszaki információk megjelenítését várják el a szakemberek**

A robot által készített képek minőségének meg kell felelni annak az elvárásnak, hogy az így kinyerhető információk használhatóak legyenek a tároló állapotának meghatározására. Ehhez precíz mozgatásra, zoom lehetőségre, megfelelő megvilágításra van szükség. A hajtóművek alacsony szintű turbulencia-keltő képességűek legyenek. Ennek az igénynek azért van különösen nagy jelentősége, mivel a tárolóban üzemi körülmények uralkodnak a vizsgálat alatt, nem kerülhet zavaros víz az elosztó rendszerbe. A készített felvételek tárolhatóak, a későbbiekben bármikor előhívhatóak, megoszthatóak legyenek.

**1.0 Az Underwater Cyclops főbb adatai**

Merülési mélység: néhány 10 méter (tervezett)

Nyomás tűrés: 0,6 MPa

Össztömeg: kb 7 kg (kábeltömege nélkül)

Kommunikáció típusa: vezetékes

Üzemidő: 1 óra (folyamatos motorforgás esetén)

**A fejlesztés menete**

A fejlesztések fő részét ketten végeztük, de ha megakadtunk akkor szakemberektől kértünk segítséget. A NYSC Bánki Donát Műszaki Középiskolájának gépész és villamosmérnök tanárai hasznos tanácsokat adtak, és ha szükséges volt segítettek a robot alapelemeinek elkészítésében. Ennek balesetvédelmi okai is voltak, ugyanis mi önállóan nem üzemeltethetünk ilyen gépeket. A tervezés AutoDesk Inventorban történt, amelyben a gyártáshoz és a szereléshez szükséges rajzokat készítettük. A nyomtatott áramkörök tervezéséhez Eagle CAD szoftvert használtuk. A teszteléshez a viziközmű szolgáltató rendelkezésünkre bocsátott egy tartályt, amelyet csak kültéren tudtunk elhelyezni, és a nagyon rossz időjárási viszonyok miatt kevés tesztidőnk volt. Egy alkalommal tudtunk üzemi körülmények között tesztelni, erre a későbbiekben kapunk még lehetőséget. (3. ábra)

**1.1 Szerkezet felépítése**

* Géptest, hajtómű tartóval:

4mm vastag alumínium vagy POM műanyag, átmérője 140mm hossza 370mm. Hajtómű tartók 10mm-es alumínium vagy POM anyag, csavarkötéssel a géptesthez csatlakoztatva. A hajtómű tartók 3D nyomtatottak. 10-10 db csavarkötés a hát és homlokfalon végzáróval. M6 csavar és önzáró anya az összeszorításhoz (4. ábra). Géptestben elhelyezett sínbe lehet helyezni a vezérlő panelt, ami könnyedén kivehető, megkönnyítve a szerelést (5. ábra). A sín, a vezérlő panel tálca és a kamera ablak (kupola) szintén 3D nyomtatás segítségével készült.

* Talpak: 10x20mm-es alumínium rúdból hajtott és forgácsolt elemekből áll össze, 4db M8-as csavarkötéssel (6. ábra).
* Kamera ablak: 5 mm-es Plexi anyagból készült, amelyben szintén megtalálható a tömítéshez szükséges horony és összeszorító csavarok furatai. Átmérője 190mm. (7. ábra).
* Végelzáró: Saválló acélból készített 5mm vastag végelzáró elem. Átmérője 190 mm.

**1.2 Vízhatlanítás**

* A kamera ablak és a végelzáró 3mm vastag O gyűrűvel van tömítve (8. ábra).
* A motorok gyári kialakításuk miatt vízhatlanok
* A LED világítás akril tömítővel lett kiöntve.
* A testen lévő furatok szaniter szilikonnal lettek kitömítve

**1.3 Elektronika**

* Motorok és a motorvezérlő:

5 fenékszivattyúból átalakított motor végzi a test mozgatását. ezek közül 3 a fel-le és 2 az előre-hátra mozgásért, valamint a fordulásért felelős. A motorok áramfelvétele terheletlen állapotban 5-6A. Üzemi feszültségük 12V. A forgatónyomaték Nm. Minden motorvezérlőhöz 2 motor csatlakozik, a motorvezérlőket az ábrának megfelelő módon lehet PWM ( Power Width Modulation) valamint digitális I/O jellel vezérelni (9. ábra). A motorvezérlő FET-jei teljes H hídba vannak kapcsolva.

* *A vezérlő főbb adatai:*

- Üzemi feszültség 12v

- Üzemi áram 30A

- Csúcsáram 60A (2-3mp)

- FET típusa P75NF75 N channel

* *Világítás:*

A világításért 6 db 1.7W-os 12V-os LED felelős. Fényárama 1000 lm (10. ábra).

A LED-eket egy relé kapcsolja a vezérlő panelen.

* Tápellátás

Az eszköz tápellátásáért 12 db Li-Ion ipari akkumulátor cellából készült egy akkupakk.

A cella adatai:

-Névleges feszültség: 3.6V

-Maximális feszültség: 4.2V

-Névleges Kapacitás: 2500mAh

-Folyamatos áramerősség: 30C

Az akkumulátorok négyesével vannak sorba kapcsolva. A 4 sorba kapcsolt pakk pedig párhuzamosan van kötve. Így az összkapacitás 7500mAh.

* Kamera

Az eszközön 2 db kamera kapott helyet. Az első egy real-time ip kamera mely a tájékozódásért felelős. Az ip kamera 360 fokban forgatható, valamint infra LED-ekkel van felszerelve így sötétben is jobban látható minden. Azonban a víztározókban szinte alig van fény, így szükséges volt külső megvilágítást is alkalmazni. A kamera felbontása 480p Felbontása 720p. Ez a kamera már kellően tiszta felvételt tud készíteni a víz alatt, így használható dokumentálásra.

* Egyszerűsített kapcsolási rajz:

**1.4 Vezérlés**

* Irányítás

Az irányítás egy joy-stick segítségével történik, amelyet a laptophoz kell csatlakoztatni.

A kommunikáció vezetékesen történek. Egy 8 eres UTP kábelen keresztül zajlik az irányítás, mely a vezérlő panelen 4-4 vezetékre van osztva így lehetővé téve a kamera és az Arduino egyidejű használatát. Az eszköz offline környezetben is irányítható, valamint a kamera kép is elérhető. Azonban így egy hálózati switchre van szükségünk, hogy újra,,egyesítsük” a szétválasztott vezetékeket (11. ábra).

Az ábrán jól látható, hogy a szervertől két 4 eres vezeték csatlakozik a switchez, azonban a 8 eres UTP kábel csak a vezérlőn belül van szétválasztva és a felszínen a switch előtt, így a vízben elegendő egy 8 eres kábel használata.

* A ponton

Egy zárt tartályban, vagy akadásmentes szabad vízben a ROV könnyebben irányítható, ha nincs összekötve közvetlenül a parton található diszpécserrel. A pontonon egy wifi routher kerül elhelyezésre, amely vezeték nélküli összeköttetésben (WDS kapcsolatban) van a szárazföldön lévő vezérlővel, amely szintén tartalmaz egy rotuthert. Az antenna egy UTP kábellel csatlakozik a vízben úszó ROV-hoz, így a ponton mindig a víz tetején együtt mozog a ROV-val. Hátránya azonban, hogy ismeretlen vízmélység esetén nem tudjuk mennyi vezeték elegendő ahhoz, hogy az eszköz szabadon mozoghasson a víz alatt. Így a ponton egy Plug and Play alkatrész, melyet olyan helyeken szerelnénk fel ahol ismert a víz mélysége.

Az eszköz programozásához kétféle nyelvet használtunk. A vezérlő panelen található Arduino MEGA-t c++ nyelven míg a PC-n található felület Python nyelven íródott. A Python kód felelős a joy-stick kezeléséért, valamint a vezetékes kapcsolat létrehozásáért, és a ROV-tól érkező adatok (szenzor értékek) feldolgozásáért. Ezután az adatokat egy .csv fájlba mentjük melyet megnyitva már könnyen kiértékelhetők egy grafikon készítésével az eddig kapott adatok(12. ábra).

A szenzorok csak akkor végeznek méréseket, ha azt beaktiváljuk paranccsal. pl. (TEMPON, hőmérséklet mérés kezdete. TEMPOFF, hőmérséklet mérés vége).

**1.5 Alkalmazott szenzorok**

Az eszközön jelenleg megtalálható egy DS18B20 digitális hőmérséklet mérő szenzor, mely a víz hőmérsékletét méri. Az eszközön megtalálható egy fénymennyiség mérő cső is, mely egy konstans fényforrást és egy Fény ellenállást tartalmaz (13. ábra). A cső a eszköz aljára van rögzítve, hogy a lehető legkevesebb turbulencia érje a szenzort.

**Konklúzió**

A NYÍRSÉGVÍZ Zrt. mindösszesen 37 850 m3 ivóvíztárló medencét üzemeltet. Üzemi körülmények közötti, 90 %-os töltöttség melletti vizsgálat esetén ~ 34 em3 ivóvíz szükségtelen kieresztését takaríthatjuk meg. Ez a mennyiség kb. egy 2 000 lelkes település egész éves vízfelhasználást jelenti. Országos viszonylatban a tárolómedencék tárolókapacitása 950 000 m3. A KSH szerint az egy főre jutó éves vízfogyasztás hazánkban 34 m3 (2015), így az eljárás alkalmazásával egy 30 000 fős kisváros (Szekszárd, Gödöllő, Orosháza) éves vízfogyasztása takarítható meg.

A robot fogókarral, mintavételező egységgel felszerelve a kutatók, barlangi búvárok, vagy akár a katasztrófavédelemben dolgozók munkáját is segítheti.

Videó az első tesztelésről: <https://www.youtube.com/watch?v=yOZeYFjKFR0&authuser=0>

**Felhasznált irodalom**

Vízügyi Elnöki Testület jelentése (2018. 03. 14.)

<http://www.keh.hu/index.php?submenu=sajtokozlemenyek&id=2493&cat=37&details=1>

Távlati vízigények elemzése
<http://www.kvvm.hu/cimg/documents/3_tanulmany.pdf>

Meddig elég a Föld vízkészlete?
<http://www.maviz.org/meddig_eleg_a_fold_vizkeszlete>

Vízellátás és szennyvízkezelés
<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Vizellatas_es_szennyvizkezeles/ch06s03.html>

Arduino <https://www.arduino.cc/>

Truly Portable Submersible Robots <https://www.deeptrekker.com/>

Build an Underwater Robot
<http://www.instructables.com/id/Build-an-Underwater-robot/>

My undervater robot
<https://www.ted.com/talks/david_lang_my_underwater_robot>