Manažérstvo životného prostredia • Management of Environment´2019
Recenzovaný zborník z XIX. medzinárodnej vedeckej konferencie, 2. - 3. máj 2019, Bratislava
Proceedings of the 19th International Conference, Bratislava, May 2 - 3, 2019
Žilina: Strix et SSŽP, Edition ESE-47, ISBN 978-80-89753-36-9

VARIANTNÉ NÁVRHY RIADENIA KATAMARANOVÉHO ZARIADENIA NA ZBER ZNEŠKODNENÝCH SINÍC Z POVRCHU STOJATÝCH VÔD

Tibor DZURO - Miroslava JÁMBOROVÁ

DESIGN VARIANTS CONTROL OF CATAMARAN DEVICE COLLECTION FACILITIES ON THE DISPOSAL OF CYANOBACTERIA FROM THE SURFACE OF STAGNANT WATER

ABSTRAKT
Cieľom daného článku bolo navrhnúť konštrukčné riešenie riadenia katamaranu na zber zneškodnených siníc z povrchu stojatých vôd. V prvej etape boli spracované jednotlivé komponenty z ktorých pozostáva samotný navrhnutý katamaran. Následne bol analyzovaný súčasný stav, v ktorom sa poukázalo na ďalšie využívanie katamaranu. Prostredníctvom softvéru boli skonštruované 4 rozličné varianty katamaranu na základe určitých kritérií. Vybranou metodikou bol následne zvolený nevhodnejší variant. Z technického-ekonomického vyhodnotenia boli analyzované určité parametre pomocou bodovej metódy.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ: *varianty, katamaran, diaľkové riadenie, stojatá voda, sinice*

ABSTRACT
The aim of this article was to design a catamaran steering design for collection disposed of cyanobacteriafrom the surface of standing water. In the first phase they were processed components constituting itself designed catamaran. Subsequent analysis of the current state of affairs was made, pointing to further use of the catamaran. Through the software, four variants of the catamaran were constructed based on certain criteria. The selected methodology was subsequently elected most suitable variant. From a technical and economic evaluation were analyzed certain parameters by point method.

KEY WORDS: *variants, catamaran, remote control, standing water, cyanobacteria*

ÚVOD

Návrh a výroba katamaránu na zber zneškodnených siníc zo stojacích vôd bola zastrešovaná na Katedre procesného a environmentálneho inžinierstva, Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Košiciach a na jeho koncepciu bola podaná patentová prihláška a v súčasnosti je chránená ako úžitkový vzor. Zariadenie bolo financované z projektu ITMS: (26220220028) „Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách“.

Konštrukcia zariadenia na zber nečistôt bola v súlade s cieľmi projektu ITMS: (26220220028) „Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách“ definovaná jeho funkciou na zber drobných nečistôt z povrchu vody, predovšetkým vyflotovaných siníc a rias po účinkoch elektrolytického zariadenia.

Technické parametre katamaránového zariadenia: dĺžka: 6 000 mm, šírka: šírka: 2 000 mm, výška: 2 000 mm.

NÁVRH RIADENIA

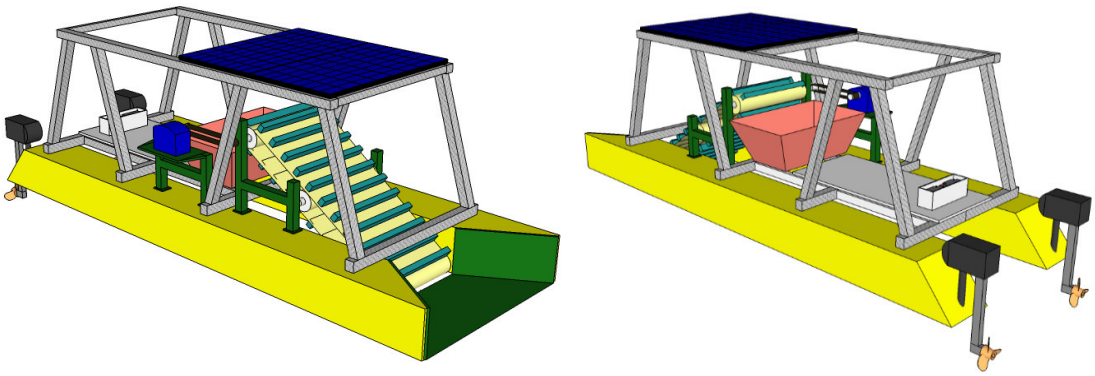
Riadiaci systém predstavuje dôležitý prvok katamaránového zariadenia na zber nečistôt zo stojatých vôd a preto boli navrhnuté štyri varianty.

Variant A

Dva motory, ktoré slúžia na zmenu smeru plaváka ovládaním zmyslu otáčania motorov, zapojením obidvoch motorov na jeden regulátor. Motory sú zapojené paralelne, ale dôležité je si dať pozor na dimenzovanie regulátora a akumulátorov. Regulátor musí zniesť 2 krát väčší prúd, ako pri jednom motore. Je možné tiež použiť pre každý motor jeden regulátor, ale potom musíme použiť mix na vysielači, takže pri natáčaní sa bude diferencovať ťah motora a plavidlo bude lepšie zatáčať. Druhou možnosťou je, že na kanál plynu na prijímači dáme rozdvojku a obidva regulátory pripojiť na jeden kanál. To sa využíva pri jednosmerných motoroch. Tieto motory musia byť dobre odizolované a pred vodou chránené.

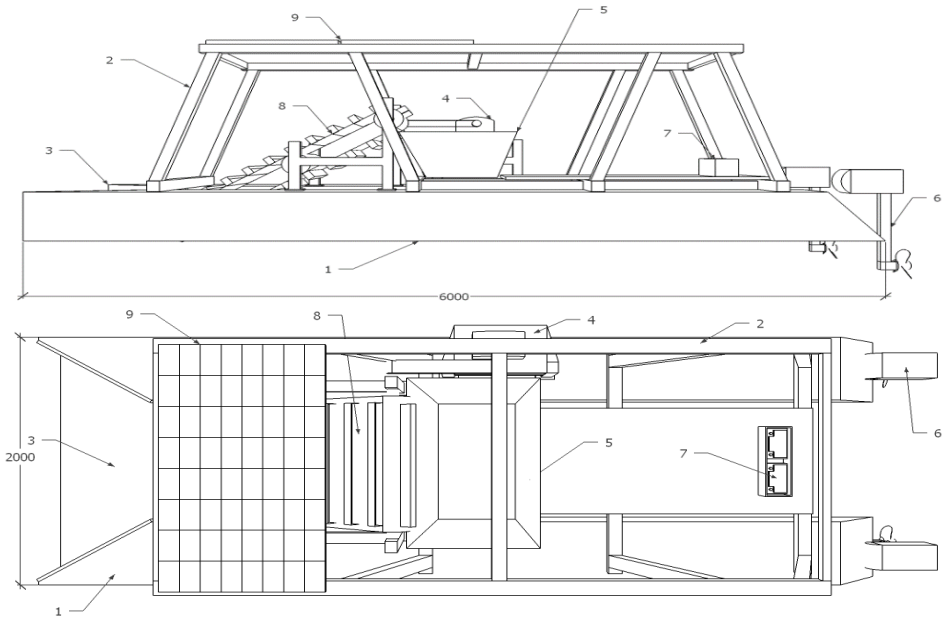
Dve vrtule znamenajú aj dvojnásobný efekt vynášania. Na odstránenie tohto javu navrhol konštruktér riešenie s dvomi vrtuľami opačného chodu. Najpoužívanejší spôsob je s dvomi od seba sa točiacimi vrtuľami. Pravá vrtuľa má pravý chod (rotácia v smere hodinových ručičiek), ľavá ľavý chod. Touto kombináciou sa dosahuje odstránenie efektu vynášania pravou vrtuľou (ktorá sa snaží posunúť kormu doprava) protipôsobením ľavej vrtule. Pri otáčaní na mieste doprava, pravý motor treba dať na chod vzad, ľavý na chod vpred. Obidve vrtule silno pohnú kormou doľava, lebo sa účinky oboch motorov znásobujú - plavidlo sa bude otáčať na mieste.

Motory budú umiestnené za plavákmi, ktoré budú prichytené o výčnelok plaváka pomocou upínacieho zariadenia. Manipulácia s motormi bude jednoduchšia z hľadiska údržby, kde sa motory budú dať jednoducho demontovať. Tento variant je z hľadiska náročnosti prevedenia najjednoduchšia a technicky dokonalá. Vzhľadom na to, že toto plavidlo nebude vyvíjať vysokú rýchlosť, ani prudko meniť smer jazdy, tak môže byť tento variant spoľahlivý (Obr. 1).



Obr. 13D návrh variantu A

V prednej časti katamaranu sa nachádzajú nábehové čeľuste, ktoré zbierajú a usmerňujú sinice z hladiny vody a navádzajú ich na pásový lis. Tieto sinice ďalej pokračujú po páse a padajú do zberného kontajnera. Voda prepadne cez pásový lis a zbavená siníc sa vracia do vody (Obr. 2) (Tab. 1).



1 - Plavák, 2 - Rám solárnych panelov, 3 - Nábehové čeľuste, 4 - Elektromotor dopravníka, 5 - Kontajner, 6 - Elektromotor pohonu, 7 - Batérie, 8 - Dopravník s rámom, 9 - Fotovoltaický solárny panel

Obr. 2Schéma návrhu variantu A

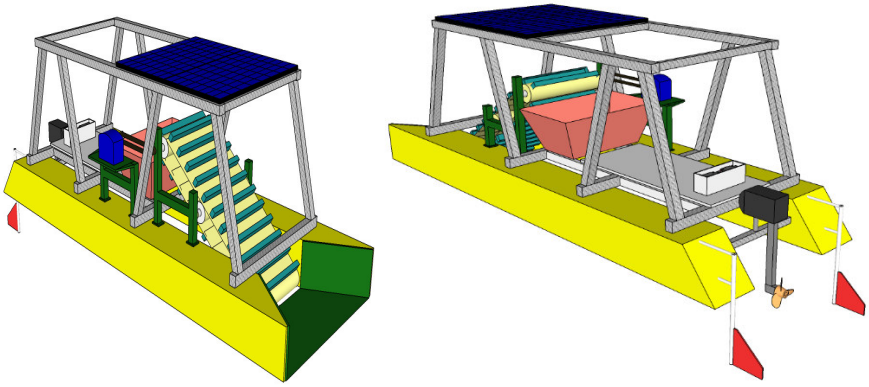
Tab. 1 Konštrukčné časti – variant A

Por.č.	Konštrukčná časť	Materiál	Počet	Hmotnosť spolu
1.	Plavák	Polyuretán	2 ks	420 kg
2.	Rám solárnych panelov	Nerezová oceľ	1 ks	148 kg
3.	Nábehové čeľuste	PVC	1 ks	35 kg
4.	Elektromotor dopravníka	Liatina	1 ks	40 kg
5.	Kontajner	Polyuretán	1 ks	50 kg
6.	Elektromotor pohonu	Nerezová oceľ, PVC, hliník	2 ks	40 kg
7.	Batérie	Olovený gél	3 ks	60 kg
8.	Dopravník s rámom	Guma, nerezová oceľ	1 ks	188 kg
9.	Fotovoltaický solárny panel	Kremík, hliník	2 ks	50 kg
				1031* kg

**celková hmotnosť zariadenia je 1 031 kg, bez uvažovanej váhy človeka (80 – 100 kg) a bez prázdneho zberného kontajnera (500 kg).*

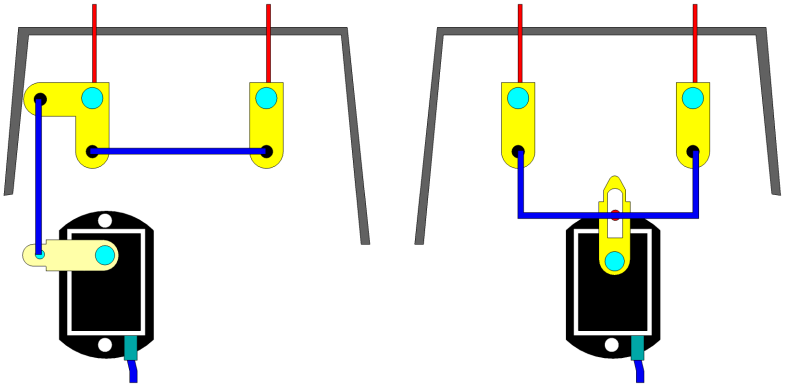
Variant B

Motor bude pripevnený o rám plavidla na pevno, v zadnej časti plavidla a kormidlá budú umiestnené za plavákmi. Páka kormidla musí byť pevne spojená s hriadeľom kormidla alebo iného ovládacieho prvku. Ovládanie kormidiel zabezpečíme pomocou servo motora, ktorý prenáša elektronické signály z prijímača na mechanickú silu. Tiahlo slúži k pevnému spojeniu medzi pákou serva a pákou kormidla. Pri použití dvoch kormidiel potrebujeme zabezpečiť, aby odchýlka "vôle" obidvoch kormidiel bola rovnaká (Obr. 3).



Obr. 33D návrh variantu B

Páky kormidiel sú spojené navzájom pomocou pevného tiahla. Jedna z týchto pák je pravouhlá a k druhému ramenu je pripojené tiahlo od serva (Obr. 4).



Obr. 4 Páka kormidla

Obidve páky kormidiel sú tiež spolu spojené pomocou pevného tiahla, kde tiahlo má uprostred zvislý čap, ktorý zapadá do kulisy v páke serva. Pohybom páky serva na jednu alebo na druhú stranu sa posúva čap a ten vychyľuje kormidlá. Treba dbať na to, aby čap nezadrhával a bol dobre natretý mazacím tukom.

Pri tomto konštrukčnom prevedení je dôležité použiť maximálne spoľahlivé a dostatočne silné servo. Taktiež čapy, tiahla a spojovacie tyče by mali byť správne nadimenzované, aby dokázali preniesť silu serva na riadiaci prvok.

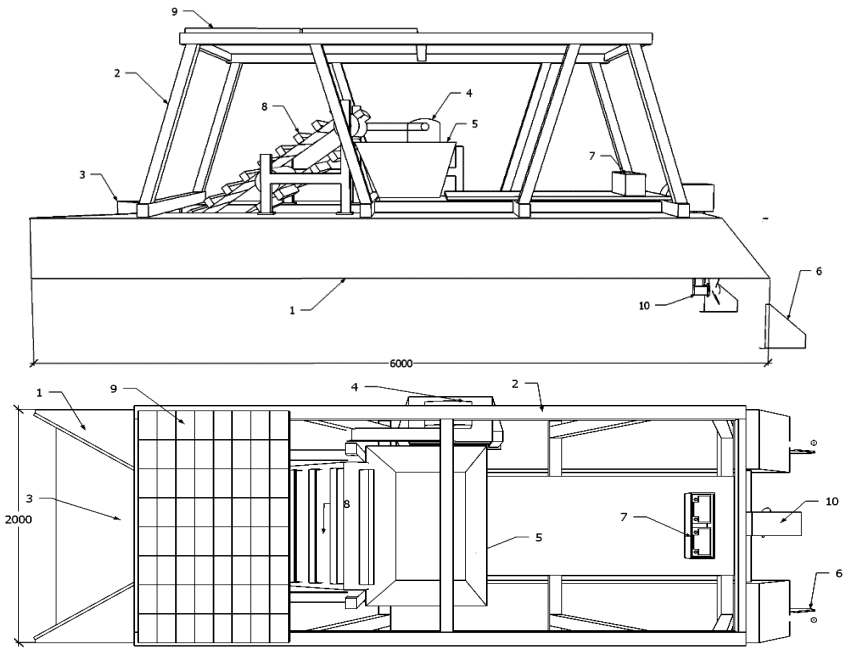
Nevýhody:

- zložitá konštrukcia ovládania,
- použitie prídavných zariadení,
- nespoľahlivosť mechanizmu,
- obtiažna údržba.

Výhody:

- dobrá manévrovateľnosť,
- menší odber prúdu.

Aj napriek dobrej manévrovateľnosti katamaranu sme sa nepriklonili k použitiu tohto variantu. Problém vidíme hlavne v zložitosti mechanizmu na ovládanie kormidiel (Obr. 5) (Tab. 2).



1 - Plavák, 2 - Rám solárnych panelov, 3 - Nábehové čeľuste, 4 - Elektromotor dopravníka, 5 - Kontajner, 6 - Páky kormidiel, 7 - Batérie, 8 - Dopravník s rámom, 9 - Fotovoltaický solárny panel, 10 - Elektromotor pohonu

Obr. 5 Schéma návrhu variantu B

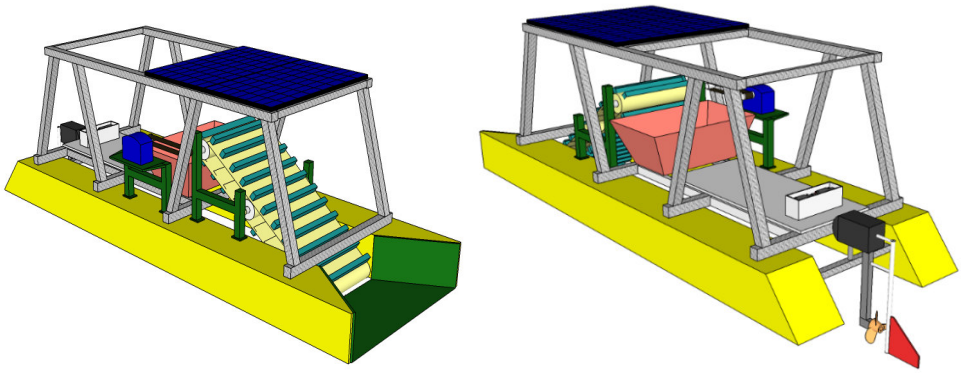
Tab. 2 Konštrukčné časti – variant B

Por.č.	Konštrukčná časť	Materiál	Počet	Hmotnosť spolu
1.	Plavák	Polyuretán	2 ks	420 kg
2.	Rám solárnych panelov	Nerezová oceľ	1 ks	148 kg
3.	Nábehové čeľuste	PVC	1 ks	35 kg
4.	Elektromotor dopravníka	Liatina	1 ks	40 kg
5.	Kontajner	Polyuretán	1 ks	50 kg
6.	Páky kormidiel	PVC	2 ks	10 kg
7.	Batérie	Olovený gél	3 ks	60 kg
8.	Dopravník s rámom	Guma, nerezová oceľ	1 ks	188 kg
9.	Fotovoltaický solárny panel	Kremík, hliník	2 ks	50 kg
10.	Elektromotor pohonu	Nerezová oceľ, PVC, hliník	2 ks	40 kg
				1041* kg

**celková hmotnosť zariadenia je 1 041 kg, bez uvažovanej váhy človeka (80 – 100 kg) a bez prázdneho zberného kontajnera (500 kg).*

Variant C

Pri tomto konštrukčnom prevedení je využitý nábeh prúdu vody na kormidlo, ktoré bude umiestnené za elektromotorom v osi plaváka. Motor bude upevnený o rám katamaranu a pomocou servo motora budeme otáčať kormidlo. Pred elektromotor umiestnime sito proti namotaniu nečistôt na vrtuľu. V tomto variante môžeme použiť výklopné uchytenie motora, kde vybratím zarážky môžeme motor aj s kormidlom vyklopiť (Obr. 6).



Obr. 6 3D návrh variantu C

Páky sú medzi sebou prepojené pomocou lanka,struny alebo drôtu. Lanká musia byť dostatočne napnuté a spojenie pák na obidvoch koncoch zvyšuje spoľahlivosť mechanizmu.

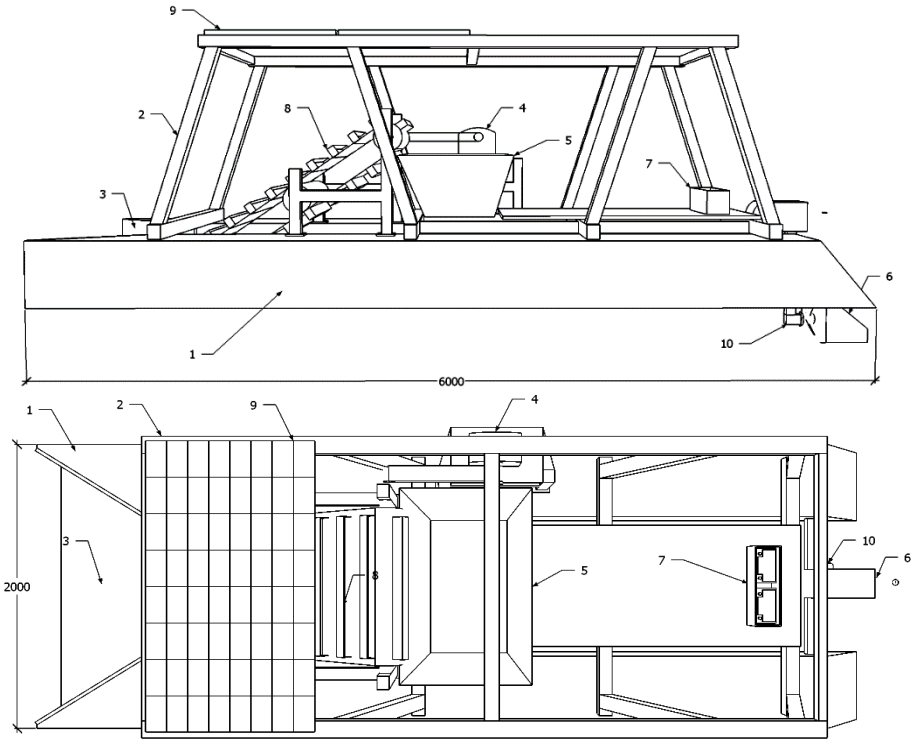
B/ páky sú medzi sebou prepojené pomocou drôtového "tyčového" tiahla. Tento spôsob sa používa pokiaľ sú páky v približne rovnakej výške (Obr. 7) (Tab. 3).

Nevýhody:

- zložitosť ovládania kormidla,
- spoľahlivosť prevádzky,
- náročnosť konštrukcie.

Výhody:

- manipulácia a údržba,
- ovládateľnosť (manévrovateľnosť).



1 - Plavák, 2 - Rám solárnych panelov, 3 - Nábehové čeľuste, 4 - Elektromotor dopravníka, 5 - Kontajner, 6 - Páky kormidiel, 7 - Batérie, 8 - Dopravník s rámom, 9 - Fotovoltaický solárny panel, 10 - Elektromotor pohonu

Obr. 7Schéma návrhu variantu C

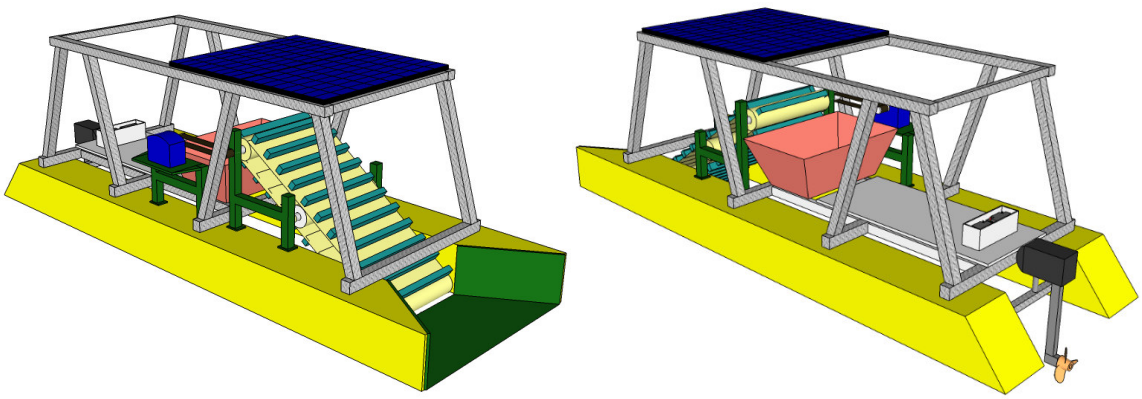
Tab. 3 Konštrukčné časti – variant C

Por.č.	Konštrukčná časť	Materiál	Počet	Hmotnosť spolu
1.	Plavák	Polyuretán	2 ks	420 kg
2.	Rám solárnych panelov	Nerezová oceľ	1 ks	148 kg
3.	Nábehové čeľuste	PVC	1 ks	35 kg
4.	Elektromotor dopravníka	Liatina	1 ks	40 kg
5.	Kontajner	Polyuretán	1 ks	50 kg
6.	Páky kormidiel	PVC	1 ks	5 kg
7.	Batérie	Olovený gél	3 ks	60 kg
8.	Dopravník s rámom	Guma, nerezová oceľ	1 ks	188 kg
9.	Fotovoltaický solárny panel	Kremík, hliník	2 ks	50 kg
10.	Elektromotor pohonu	Nerezová oceľ, PVC, hliník	2 ks	40 kg
				1 036* kg

**celková hmotnosť zariadenia je 1 036 kg, bez uvažovanej váhy človeka (80 – 100 kg) a bez prázdneho zberného kontajnera (500 kg).*

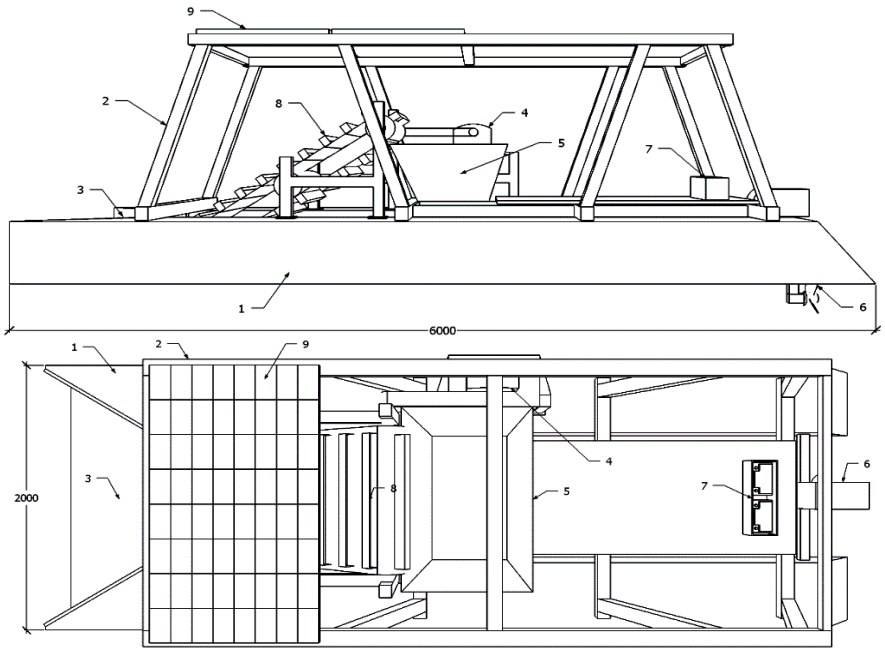
Variant D

V tomto konštrukčnom prevedení sme zanedbali kormidlo a využili sme natáčací motor, ktorý slúži na samotný pohon aj na ovládanie smeru plaváka. Motor je pripevnený o hriadeľ, ktorý je uložený v dvoch klzných púzdrach. Tento hriadeľ je zabezpečený proti axiálnemu a radiálnemu posunutiu. Hriadeľ je pripevnený k platni pomocou puzdrových objímok skrutkami. Na obidvoch koncoch je hriadeľ poistený KM maticou proti radiálnemu posunutiu. Mechanizmus natáčania elektromotora je buď pomocou ozubeného prevodu, alebo pomocou šnekového mechanizmu prevodovky. Vzhľadom na vlhké prostredie je lepšie zvoliť materiál hriadeľa z nerezu (Obr. 8).



Obr. 8 3D návrh variantu D

Na otáčanie motorom môžeme tiež použiť pákový mechanizmus, ktorý bude pripojený k servomotoru. Ako servo motor sa použil proporciálny servomotor pred krokovým, kde by bolo jednoduchšie konštrukčné prevedenie a presnejšie nastavenie (Obr. 9).



1 - Plavák, 2 - Rám solárnych panelov, 3 - Nábehové čeľuste, 4 - Elektromotor dopravníka, 5 - Kontajner, 6 - Elektromotor pohonu, 7 - Batérie, 8 - Dopravník s rámom, 9 - Fotovoltaický solárny panel

Obr. 9 Schéma návrhu variantu D

Výhoda tohto návrhu je v jednoduchosti ovládania s minimálnym počtom konštrukčných častí. Výhodou je aj dobrý prístup k motoru a údržba ovládania. Vzhľadom k tomu, že funkčný celok vieme odklápať, tak nehrozí nebezpečenstvo poškodenia motora, buď pri jeho spúšťaní na vodu, alebo pri manipulácii a premiestňovaní.

Vzhľadom na funkciu, ktorú má plniť katamaran, sme použili ovládanie pohonu pomocou šnekového, alebo ozubeného prevodu.

- Použili sme lodnú vrtuľu s 3 lopatkami a usmerňovacím kruhom.
- Elektromotor bude uložený vertikálne v dvoch ložiskách.
- Rozhodli sme sa použiť iba jeden motor, ktorým budeme tiež ovládať smer a rýchlosť katamaranu.

Z hľadiska menšieho odberu prúdu sme použili len jeden motor (Tab. 4).

Tab. 4 Konštrukčné časti – variant D

Por.č.	Konštrukčná časť	Materiál	Počet	Hmotnosť spolu
1.	Plavák	Polyuretán	2 ks	420 kg
2.	Rám solárnych panelov	Nerezová oceľ	1 ks	148 kg
3.	Nábehové čeľuste	PVC	1 ks	35 kg
4.	Elektromotor dopravníka	Liatina	1 ks	40 kg
5.	Kontajner	Polyuretán	1 ks	50 kg
6.	Elektromotor pohonu	Nerezová oceľ, PVC, hliník	2 ks	40 kg
7.	Batérie	Olovený gél	3 ks	60 kg
8.	Dopravník s rámom	Guma, nerezová oceľ	1 ks	188 kg
9.	Fotovoltaický solárny panel	Kremík, hliník	2 ks	50 kg
				1 031* kg

*celková hmotnosť zariadenia je 1 031 kg, bez uvažovanej váhy človeka (80 – 100 kg) a bez prázdneho zberného kontajnera (500 kg).

TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOTNIE

Na základe uvedených variantov je pomocou bodovacej metódy možné zhodnotiť a vybrať optimálny variant. Výsledky metódy sú zapísané v nasledujúcej tabuľke.Pridelené hodnoty váhy a hodnoty kritérií sú v rozmedzí 0 až 1, pričom hodnota 1 predstavuje najlepší dosiahnutý výsledok (Tab. 5).

Tab. 5Bodová metóda

Variant riešenia						Čiastkové výsledky			
Kritéria výberu	Váhy	A	B	C	D	A	B	C	D
Spoľahlivosť pohonu	1	0,8	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,5	0,3
Manipulácia, údržbovosť	0,8	0,8	0,5	0,7	0,4	0,64	0,4	0,56	0,32
Konštrukčná zložitosť ovládania	0,7	0,7	0,5	0,4	0,2	0,49	0,35	0,28	0,14
Ovládateľnosť, manévrovateľnosť	0,7	0,8	0,6	0,6	0,5	0,56	0,42	0,42	0,35
Možnosť využitia	0,6	0,7	0,5	0,4	0,2	0,42	0,30	0,24	0,12
Jednoduchosť montáže	0,5	0,7	0,5	0,4	0,6	0,35	0,25	0,20	0,30
Zaťaženie životného prostredia	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,32	0,32	0,32	0,32
Výrobná cena	0,3	0,5	0,6	0,5	0,6	0,15	0,18	0,15	0,18
Hmotnosť	0,2	0,7	0,6	0,6	0,6	0,14	0,12	0,12	0,12
Spolu						3,87	2,94	2,79	2,15

Na základe vypočítaných údajov z predošlej matice je zrejmé, že najvyššie hodnotenie dosiahol variant 1, preto sa vyberá pre konštrukčné riešenie (Tab. 6).

Tab. 6Kalkulácia

Názov komponentov (zariadenie)	Množstvo	Cena za jeden kus	Cena spolu
Vysielač s prijímačom AURORA 9	1 ks	480,- €	480,- €
Elektromotor E-thrust 55 LBS	2 ks	215,- €	430,- €
Regulátor TRAXXAS EVX-2	2 ks	93,50 €	187,- €
Batérie FG 12v-75Ah	3 ks	57,- €	171,- €
Telemetrická ústredňa	1 ks	23,- €	23,- €
GPS senzor 5836 HTS	1 ks	72,- €	72,- €
Menič napätia	1 ks	140,- €	140,- €
Fotovoltaickésolárne panely 90WP EU	2 ks	199,50 €	398,- €
Solárny nabíjač TPS-946	1 ks	20,- €	20,- €
Spínací zdroj DIN JS-150-120/DIN	1 ks	47,- €	47,- €
Spolu		1 347,- €	1 968,- €

ZÁVER

V tomto hodnotení sme vychádzali z tabuľky bodovacej metódy, kde sme nastavili váhy z hľadiska dôležitosti kritérií výberu a použili sme bodové hodnotenie na porovnanie navrhnutých variantov.Z hľadiska spoľahlivosti použitého systému je najvhodnejším riešením variant A,kde pri použití dvoch motorov zabezpečíme pohon aj natáčanie katamaranu. Z environmentálneho hľadiska sú vyhovujúce všetky navrhnuté varianty pričom ani v jednom z nich nedochádza k narušaniu životného prostredia.Z hľadiska manipulácie a údržbovosti je najvhodnejší variant A,kde výhodou je aj

jednoduchá demontáž motorov.Najmenej vyhovujúcim je variant B, kde ovládanie katamaranu je konštrukčne zložitejšie.Z ekonomického hľadiska sú náklady použité na variante D najnižšie a na variante A najvyššie z dôvodu použitia dvoch motorov.

Poďakovanie [zaradenie príspevku]
Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0327 „Vývoj a výskum metodík optimalizácie akustických vlastností a akustickej kvality zariadení emitujúcich hluk“. Tento príspevok vznikol v rámci projektu KEGA 041 TUKE-4/2018 „Transfer poznatkov z vedecko - výskumnej činnosti z oblasti demontáže a recyklácie výrobkov do spracovania VŠ učebnice“ a projektu ITMS 26220220028 „Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách“.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

[1] PCT prihláška A method of combating cyanobacteria in stagnant waters and device for carrying out the Application: 48-2012 / 16.03.2012 Registration Number: 6569 Legal Status: Valid MPT: C02F 1/461 Owner: Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering; Summer 9; 040 01 Košice; SK Inventors: ŠEBO, Dušan; (SK). BADIDA, Miroslav; (SK). ŠEBO, Juraj; (SK). FEDORČÁKOVÁ, Monika; (SK).
[2] DZURO, T.: Vývoj a verifikácia katamaránového zariadenia na zber nečistôt zo stojatých vôd.Doktorandská dizertačná práca - Košice: 2015. 133 s.
[3] KAPPEL, V.: Návrh diaľkového ovládania katamaranu na zber siníc. Diplomová práca - Košice: 2012 - 64 s.
[4] STAVNIKOVIČOVÁ, D.: Návrh a overenie technických zariadení na zneškodňovanie siníc v stojatých vodách. Doktorandská dizertačná práca - Košice: 2008. 96 s.
[5] BADIDA, M. - DZURO, T.: The patented methods of disposal of blue-green algae and cyanobacteria in the standing waters. In: Ukraine - EU. Modern Technology, Business and Law. - Chernihiv : Chernihiv National University of Technology, 2016 P. 281-284. - ISBN 978-966-7496-71-5.

ADRESY AUTOROV

Ing. Tibor DZURO, PhD.
TUKE, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Park Komenského 5, 042 00 Košice, tibor.dzuro@tuke.sk.

Ing. Miroslava JÁMBROVÁ
TUKE, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Park Komenského 5, 042 00 Košice,miroslava.jamborova@tuke.sk.

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU
Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS
Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.