

METÓDY REVITALIZÁCIE EUTROFIZOVANÝCH VÔD

Kontakt: Dr.h.c. prof. Ing. Miroslav Badida, PhD., e-mail: miroslav.badida@tuke.sk, Tel.č.: +421 55 602 2716
prof. Ing. Dušan Šebo, PhD., e-mail: dusan.sebo@tuke.sk, Tel.č.: +421 55 602 2669
Ing. Tibor Dzuro, e-mail: tibor.dzuro@tuke.sk, Tel.č.: +421 55 602 2673
Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovensko

Abstrakt

Plagát prezentuje vedecko-výskumné aktivity riešiteľov projektu „Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách (ITMS: 26220220028)“, ktoré vyústili do podania prihlášok medzinárodného patentového úradu ako: "(ÚV C02F 1/461) Spôsob zneškodňovania siníc v stojatých vodách a zariadenie na jeho uskutočnenie" a "(ÚV B63B 35/32) Zariadenie na zber nečistôt v stojatých vodách". Ďalej sa v plagáte sa prezentuje autormi navrhnutá metóda revitalizácie eutrofizovaných vôd. Metóda využíva technické zariadenia patentovanej konštrukcie špeciálnych elektród hviezdicového tvaru a to v dvoch úrovniach nad sebou, spôsobujúcich tzv. quattrolýzu. Zdrojom energie je jednosmerný elektrický prúd. V plagáte sú tiež prezentované výsledky laboratorného experimentu rozrušenia plazmatickej membrány sinice elektrolytickým účinkom a tiež experimenty v exteriéri na jazere v MČ Košice/ Jazerom a Čaňa. Druhá časť príspevku je venovaná konštrukcii zariadenia na povrchový zber nečistôt na stojatých vodách, ktoré zozbiera vyflotované sinice a riasy a iné nečistoty z povrchu hladiny. Celý proces aplikácie metódy je v praxi riadený autormi navrhnutým elektronickým systémom a softvérom.

Definícia problému

V smerniciach Európskej únie a rôznych medzinárodných dohovoroch sa pojem eutrofizácia vzťahuje k zachovaniu ekologickej kvality vody a je definovaná ako nadmerný rast rias a siníc vo vode a na vyšších formách rastlín v dôsledku nadmernej prítomnosti živín vo vode, najmä zlúčenín dusíka a fosforu. Tento vysoký obsah živín vedie ku porušeniu rovnováhy prirodzeného prostredia vôd a k výraznému zafarbeniu vodnej hladiny (Obr. 1). Mechanizmy, ktoré vedú k eutrofizácii sú komplexné a vzájomne previazané. Jej hlavnou príčinou je vysoký prísun živín do vodného tela, čo vedie k porušeniu rovnováhy potravného reťazca a vysokej koncentrácie biomasy tvorenej fytoplanktónom v postihnutej vrstve vody. Tento stav môže viesť ku tvorbe vodného kvetu, ktorého priamym dôsledkom je nadmerná spotreba kyslíka v blízkosti dna vodného tela. Ďalšie podporné faktory tohto procesu sa dajú rozdeliť do dvoch kategórií v závislosti od toho, či sú spojené s disperziou živín a rastom fytoplanktónu, alebo s kolobehom kyslíka vo vrstvách vody v blízkosti dna (obmedzenie obehu kyslíka, svetla, pohybu vody) V závislosti od stupňa eutrofizácie sa dajú pozorovať aj iné nepriaznivé účinky.

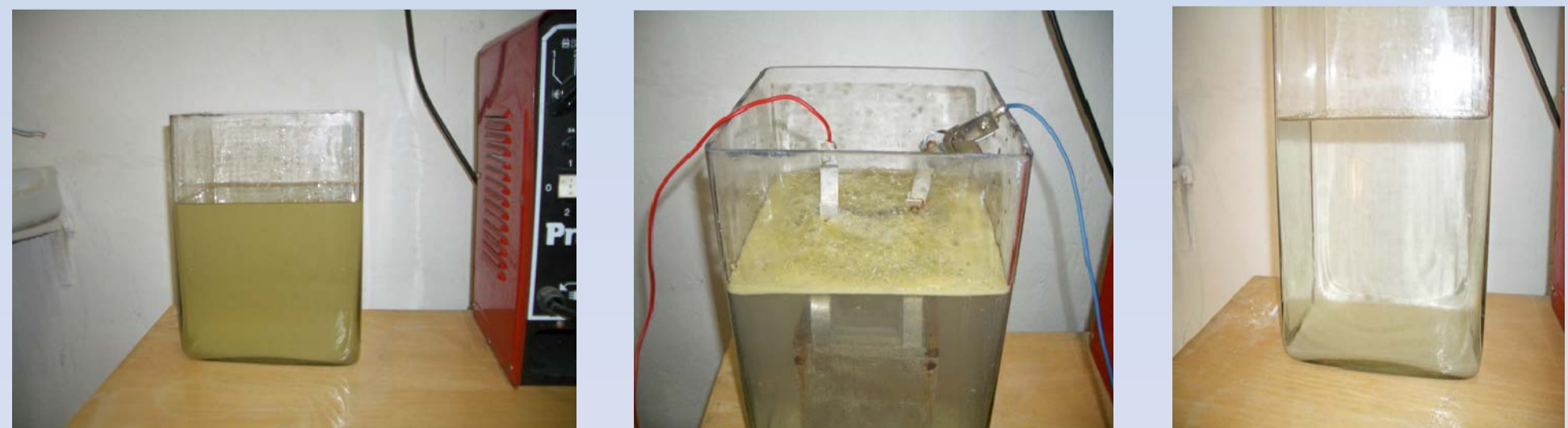


Obr. 1 Vodný kvet na malej vodnej nádrži Trstené (blízko Košíc)

Pri rozvrate ekosystému v dôsledku eutrofizácie dochádza nielen k ochudobneniu biodiverzity ale aj ku zníženiu kvality vody v dôsledku zvýšeného obsahu toxínov, nazývaných cyanotoxíny. V dôsledku eutrofizácia potom dochádza vo vodnom prostredí k trom nežiaducim javom:
1. deficitu kyslíka,
2. zníženiu biodiverzity,
3. produkciu cyanotoxínov.

Opis laboratórneho experimentu

Zariadenie na zneškodňovanie siníc pozostáva z priehľadnej 70 litrovej nádoby, elektród dvoch typov (Obr. 2) a zdroja jednosmerného elektrického prúdu. Plechové elektródy boli umiestnené v držiaku, ktorý umožňoval meniť druh materiálu elektród, ich vzdialenosti ako aj ich zapojenie. V experimente boli použité dva druhy materiálu elektród a to oceľové a hliníkové plechy. Plechové elektródy boli o rozmeroch 230 x 230 mm a hrúbke plechov Fe 2 mm a Al 3 mm. Rozostupy elektród boli v najužšom mieste 30 mm. Vzorky vody a flotátu na výstupe boli počas elektrolyzy odoberané priebežne, prvotná analýza sa vykonala v reálnom čase na experimentálnom pracovisku, vzorky OV a kalov boli v ďalšom analyzované v akreditovanom laboratóriu Ekolab Košice a na Univerzálnom emisnom spektrometri s indukčnou viazanou plazmou.- ICPE - 9000 na Katedre procesného a environmentálneho inžinierstva SJF TUKE.



Obr. 2 Laboratórne elektródy, vznik flotátu a čírenie vody

Opis exteriérového experimentu

V exteriéri boli pri prvých experimentoch použité hviezdicové elektródy, napájané zo stacionárneho zdroja jednosmerného elektrického prúdu o napätí 24 V po dobu jedného mesiaca. Sinice a riasy flotovali na povrch hladiny jazierka.



Obr. 3 Hviezdicové elektródy a flotát v exteriéri jazera v Rozhanovciach

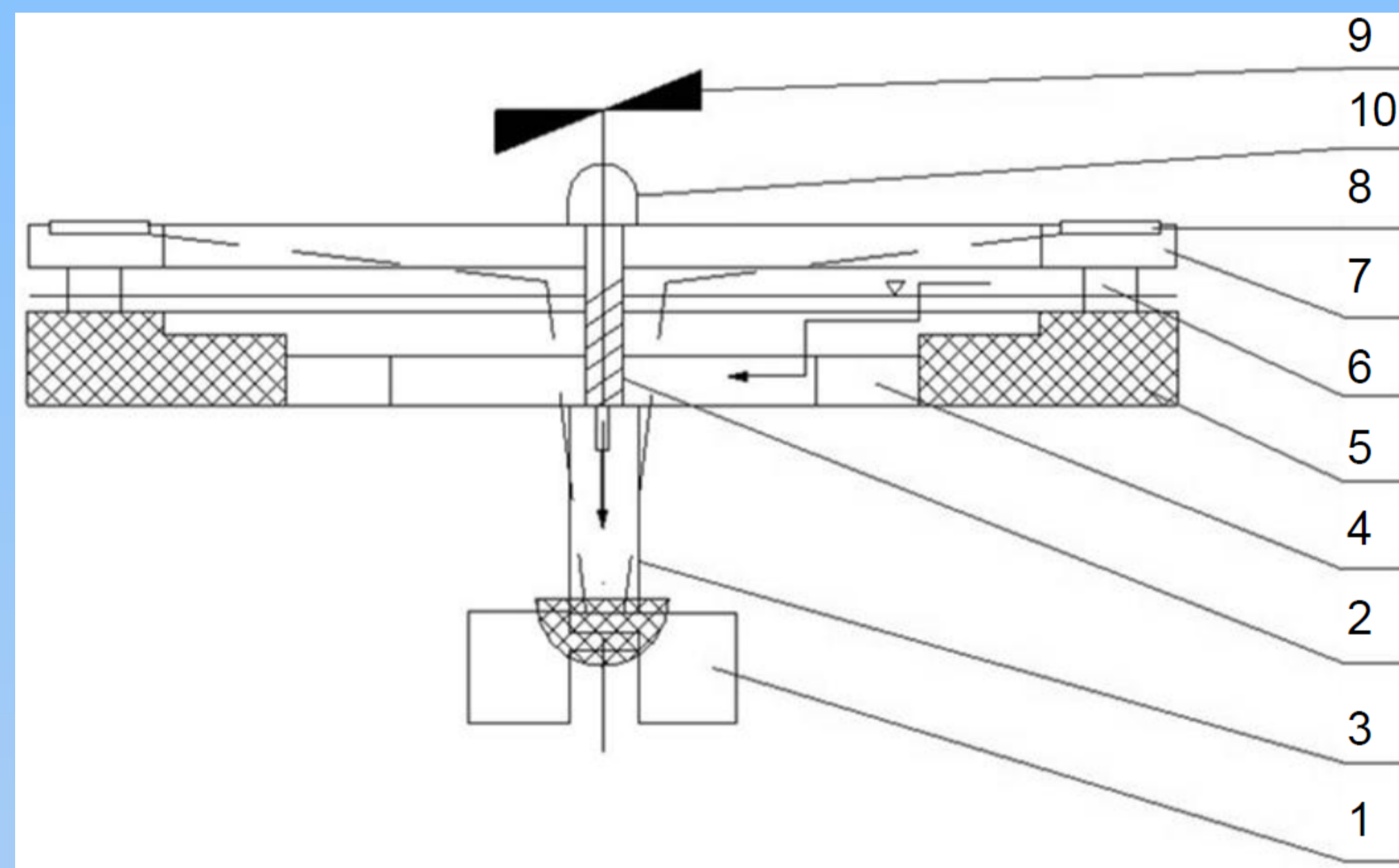
Patentovaná metóda zneškodňovania siníc v stojatých vodách

Princíp patentovanej technológie "quattrolýza" je založený na elektrolyze pomocou elektród patentovanej konštrukcie, účinkom ktorej dochádza k oxidačno-redukčným reakciám, flotácii organických látok a tiež k sedimentácii účinkom flokulantov z materiálov elektród a tým dochádza spravidla k zníženiu rozpustných a nerozpustných látok vo vode a zníženiu chemickej a biologickej spotreby kyslíka. Pri experimentoch boli použité dva druhy elektród:

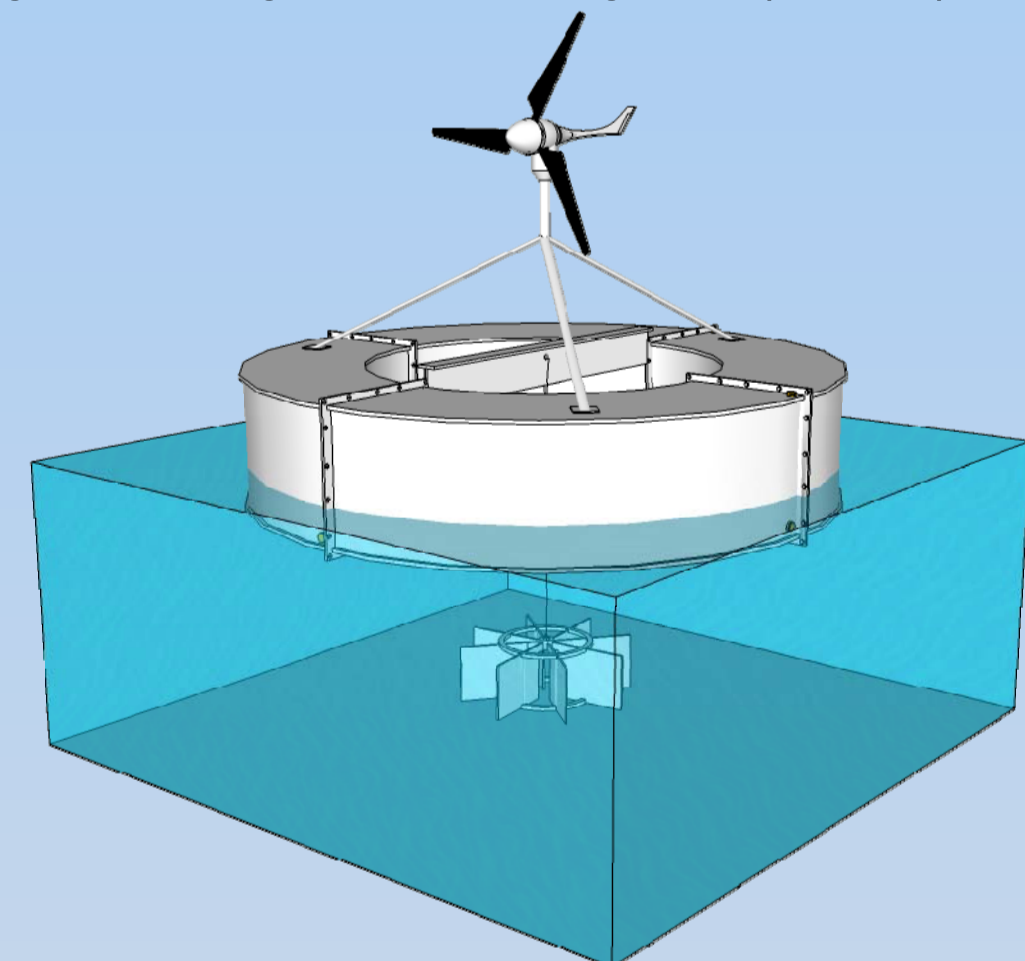
- vrchná sada elektród, pozostávajúca z plochých (plechových) elektród, usporiadaných podľa (Obr. 3), kolmo na horizontálnu rovinu a orientovaných na vertikálnu os plaváku, pričom počet plechov je párny a prepojenie striedavo na kladný a záporný pól (viď model).
- spodná sada elektród je hviezdicového tvaru, tiež pozostávajúca z plochých (plechových) elektród, usporiadaných podľa (Obr. 4), kolmo na horizontálnu rovinu a orientovaných na vertikálnu os plaváku, pričom počet plechov je párny a prepojenie striedavo na kladný a záporný pól (viď model a obrázok z montáže).

Jedinečnosť a inovatívnosť navrhovaného zariadenia je v tom, že takto uložené elektródy ovplyvňujú veľký objem stojacej vody, rozširia elektromagnetické pole (Huygensov princíp) na veľké vzdialenosti, vzájomným natáčaním ho ešte umocňujú.

Zariadenie na zneškodňovanie siníc v stojatých vodách v patentovanom riešení má plavákovú konštrukciu, ktorá slúži na udržanie dvoch druhov bipolárnych elektród (1 a 6) pod hladinou vody a pozostáva z nosného plaváka (5), rebra (4), zariadenia na využitie veternej energie (9), vodného čerpadla (2), výtláčnej rúrky (3), vrchného plaváka (7), mriežkovej elektródy (6), fotovoltaických článkov (8), závesnej elektródy (1) a zdroja elektrického prúdu - alternátora (10). Nosný plavák (5) je tvaru dutého telesa, v ktorom sa v spodnej časti nachádzajú kaskádové stupne na zachytávanie nečistôt. Spôsob zneškodňovania siníc v stojatých vodách je založený na quattrolýtickom zneškodňovaní siníc elektrolytickou metódou.



Reálne konštrukčné riešenie sa čiastočne líši od patentovanej konštrukcie, je jednoduchšie, vrchná sada elektród má dva páry elektród z oceľových plechov a spodná je hviezdicová, zavesená do reálnej vzdialenosti v závislosti od hĺbky vody v jazere. Jej 3D riešenie je na (Obr. 4).



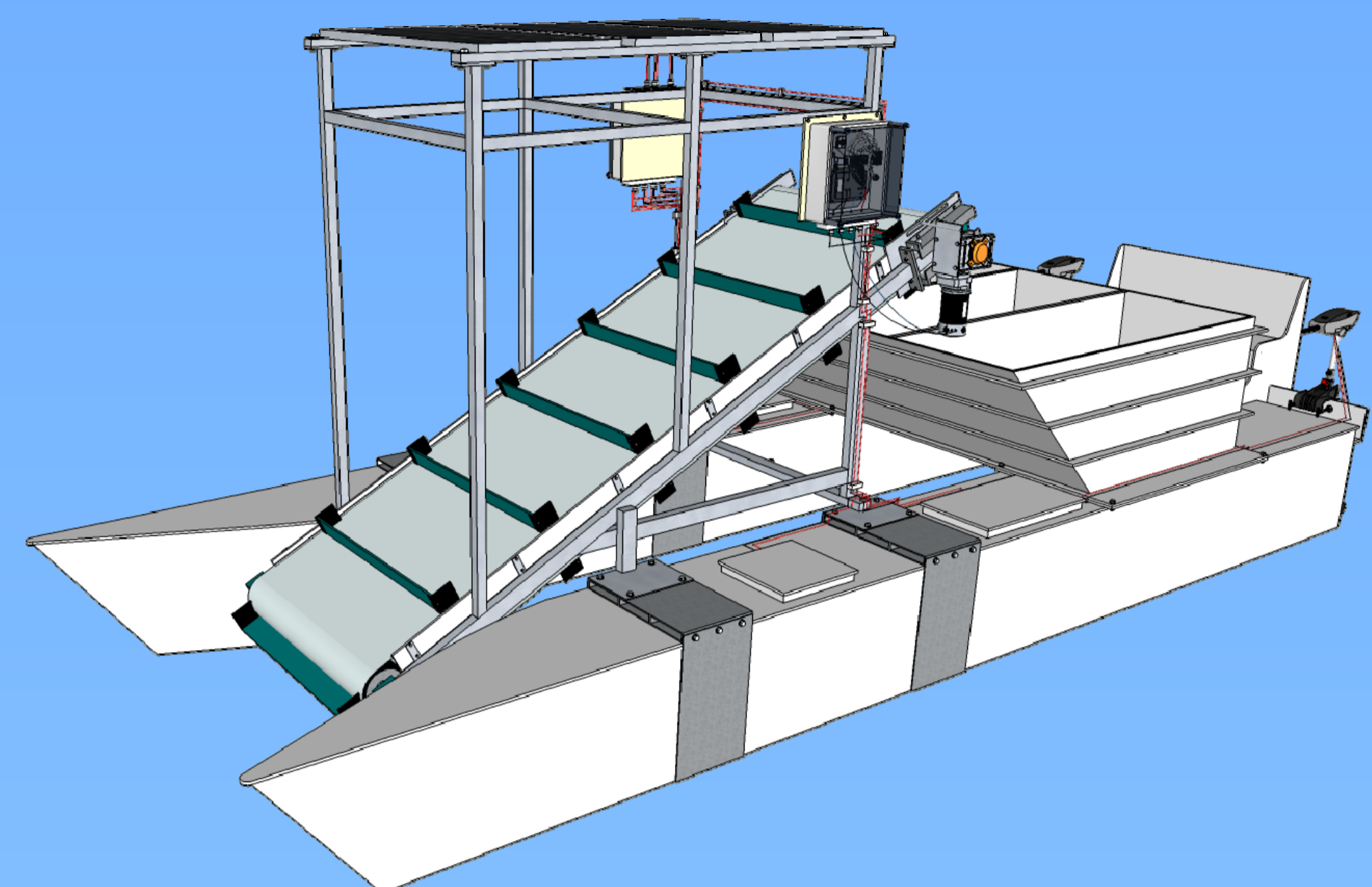
Obr. 4 Návrh konštrukčného riešenia plaváka a patentovaný tvar

Reálne riešenie plaváka a účinok elektród je na (Obr. 5). Vyflotované riasy a sinice sa udržia predovšetkým v stredovej časti plaváka, v okolí plaváka často miznú vplyvom vetra a pohybu zvlnenej vodnej plochy, sedimentujú a voda sa číri.



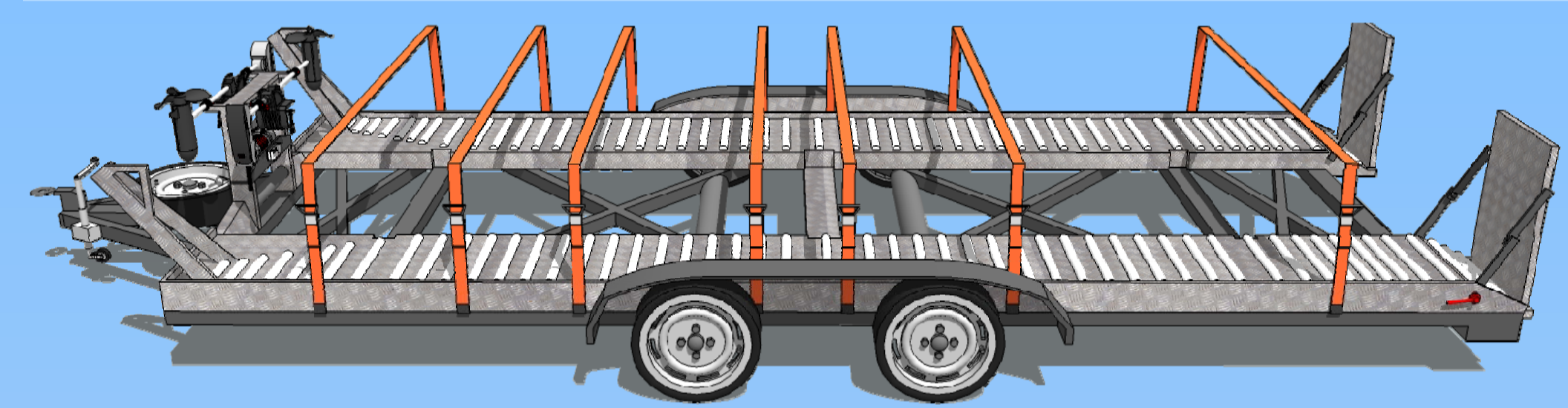
Obr. 5 Reálne riešenie plaváka a flotát nad elektródami

Na zber povrchového flotátu po quattrolýtickom účinku elektród bolo skonštruované katamaránové zariadenie (Obr. 6). Konštrukcia katamaránu pozostáva z: plavákov, pásového lisu, rámu pásového lisu a solárnych panelov, kaziet na akumulátory, riadiacej jednotky elektromotora, elektromotora pásového lisu, zberného kontajnera, sedadla a elektromotorov pohonu katamaránu.



Obr. 6 Katamaránové zariadenie

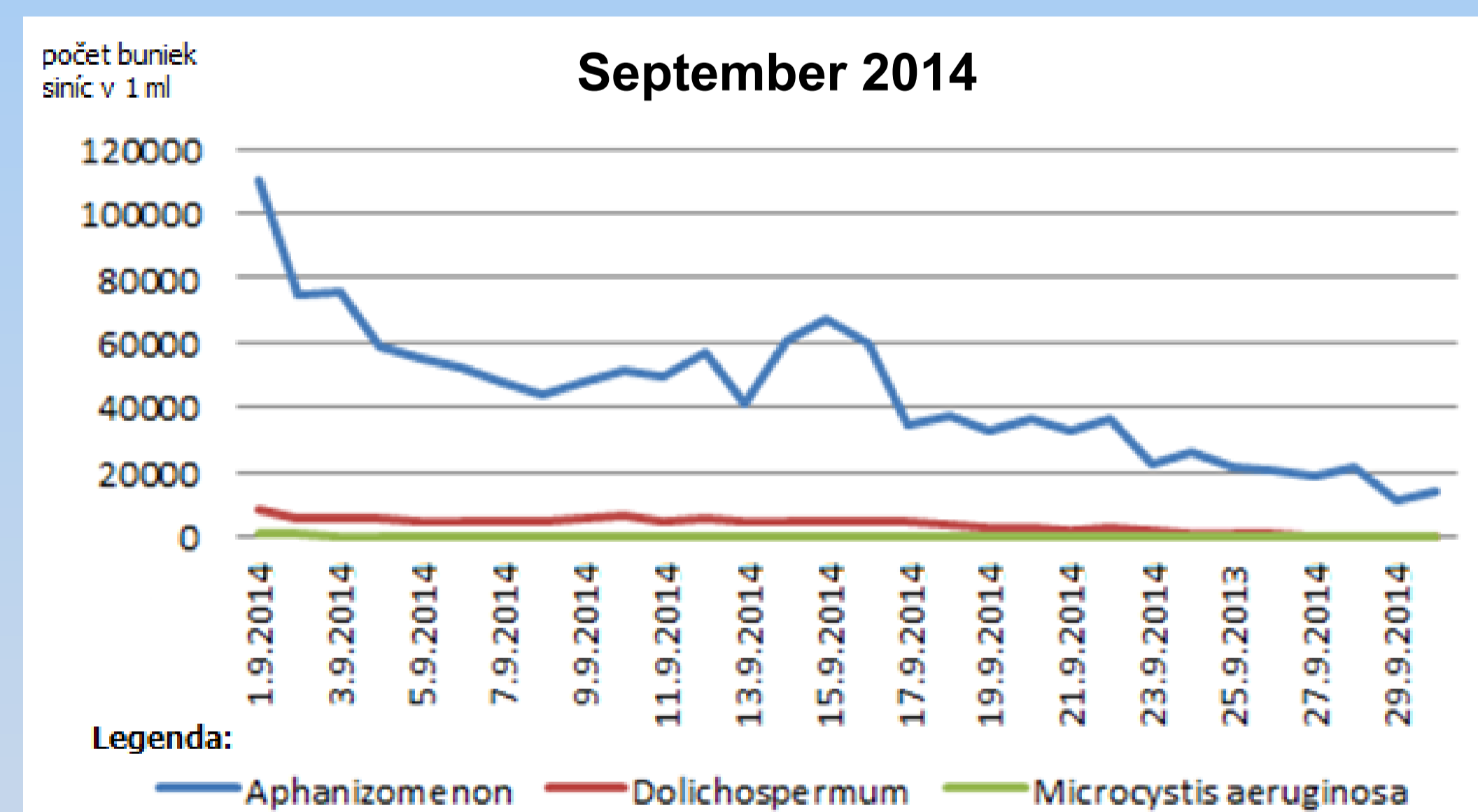
Na prevoz katamaránov bol skonštruovaný špeciálny príviesny vozík (Obr. 7), s konštrukčnými prvkami: príviesový kĺb, oporné koliesko s držiakom, rezervné koliesko, držiak čelustí, držiak elektromotorov, navijak, valčeky, blatníky, 14" - koliesá, úchyty upínacích pásov, rám príviesu, nápravy, brzda valčekov a nájazdy.



Obr. 7 Grafický 3D pohľad príviesu na prepravu katamaránového zariadenia

Výsledky meraní

Obr. 8 znázorňuje pokles jednotlivých siníc v stojatej vode Jazero—MČ Nad jazerom Košice po mesačnom pôsobení quattrolýtickej metódy na jazere v MČ Košice nad Jazerom. Pri mikroskopickom rozbere životných funkcií siníc bolo zistené výrazné poškodenie membrány jednobunkovej sinice (Obr. 10) a pretrhávajúce vlákniť siníc (Obr. 9). Meranie elektrického potenciálu bolo pri stacionárnom zdroji jednosmerného elektrického prúdu vyhodnocované v rôznych vzdialenostiach od elektród. Hodnoty tesne pri elektródach vykazovali pokles zo 40 V nominálneho napätia na zdroji na 12 V, avšak pri vzdialenosti až 88 metrov bol pokles napätia znížený len na hodnotu 10,8 V. Uvedené skutočnosti dávajú predpoklad aplikácie quattrolýtickej metódy aj na väčších vodných plochách, pri bezpečnom napätí a dlhodobom účinku, rádovo niekoľko mesiacov.



Obr. 8 Grafické zobrazenie jednotlivých druhov siníc



Obr. 9 Pretrhnutá bunka vlákniť sinice

Obr. 10 Pretrhnutá membrána bunkovej riasy

Pod'akovanie

Tento plagát vznikol v rámci projektu 10_PA04-C1 Revitalization of Eutrophic Waters for Different Degrees of Pollution and the Size of Water Areas a projektu ITMS 26220220174 Zlepšenie efektívnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie.

Závery

Uvedené laboratórne experimenty a exteriérové merania dávajú sľubné podklady pre realizáciu quattrolýtickej metódy zneškodňovania siníc v rôznych podmienkach eutrofizovaných vôd. Veľkosť, konštrukčné riešenie zariadení a ich počet pri rozmiestňovaní po vodnej ploche je predmetom ďalšieho skúmania, ako aj ich vplyvu na celkový mikroživot vo vode. Z doterajších poznatkov sa uvedená metóda javí ako neinvazívna, bez chemických či biologických následkov, ktorá dlhodobým účinkom znižuje historické záťaž a eliminuje škody na životnom prostredí. V súčasnosti sa experimentálne sledujú ekonomické aspekty a dlhodobý vplyv metódy na život vo vodných nádržiach.