



UDK: 629.57

ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПЦИ ПРИМЕНЕ ПЛОВНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ ЗА ОДРЖАВАЊЕ АКВАСИСТЕМА САВСКОГ ЈЕЗЕРА У БЕОГРАДУ

Мићо В. Ољача, Драган Игњатовић., Снежана Ољача,
Драгиша Раичевић, Коста Глигоревић

Пољопривредни факултет - Београд, Земун
www.agrifaculty.bg.ac.yu

Садржај: Без обзира да ли су у питању вештачки аквасистеми или аквасистеми као природна станишта под антропогеним утицајем (реке, језера-природна и вештачка, канали и баре), потребно је редовно одржавање ових система како би задржали своју функцију.

Одржавање аквасистема подразумева комплексну и редовну примену одређених техничко-технолошких поступака који омогућавају непрекидно и ефикасно функционисање аквасистема, према његовим наменама.

У раду је приказан комплексан преглед проблематике техничко-технолошких поступака примене пловне механизације у процесу уклањања вегетације из аквасистема Савског језера у Београду. Циљ рада је усмерен на утврђивање узрока и последица прекомерног раста акватичних биљака у Савском језеру, механичких начина уклањања акватичне вегетације, као и техничко-технолошких поступака примене пловне косачице Alpha Boats FX-6, на Савском језеру.

На основу теоријских истраживања у области сузбијања акватичних биљака и практичној примени специјализоване пловне механизације Alpha Boats FX-6, на Савском језеру у Београду, може се закључити:

- Механички начин сузбијања прекомерног раста акватичних биљака показао се као еколошки једно од најбољих решење овог проблема.

- Велике количине биљног материјала (дневно и до 35 m³) који се износи из језера и одвози на депонију, отвара и питање проналаска решења даље употребе покошене биљне масе.

Кључне речи: *Савско језеро, акватичне биљке, пловна механизација, одржавање аквасистема.*

УВОД

У настојању да прилагоди природно станиште својим потребама, човек некада свесно ремети природну равнотежу унутар станишта. Природа својим механизмима покушава да поврати природну равнотежу, међутим стално

присуство антропогеног фактора ремети тај процес, а често за последицу појављује се и прекомеран развој појединих животних заједница. Да би се природна равнотежа у неком станишту одржала у прихватљивом степену и поред утицаја антропогеног фактора, потребно је континуално надгледање и одржавање станишта мерама које се заснивају на научним и искуственим сазнањима.

Имајући у виду ширину и обим проблематике одржавања аквасистема, тежиште у раду је усмерено на *техничко-технолошке поступке примене пловне механизације за уклањање акватичне вегетације из аквасистема*.

1. КАРАКТЕРИСТИКЕ АКВАСИСТЕМА

1.1. Узроци и последице прекомерног раста акватичних биљака

Аквасистеми (језера-природна и вештачка, реке, канали, баре, ...) представљају сложене еколошке системе у којима је у већој или мањој мери усклађен живот различитих облика живота (риба, инсеката, биљака, алги,...) [3], [7]. Функционалност и усклађеност наведених заједница у великој мери зависи од утицаја антропогеног фактора. Утицај антропогеног фактора може бити позитиван, када човек на основу научних сазнања и дугогодишњег искуства успева да поново успостави нарушену природну равнотежу унутар екосистема. Са друге стране услед немарности и небриге, као и услед нестручног газдовања аквасистемима у великој мери се доприноси нарушавању природне равнотеже [3], [7].

При наведеним условима акватичне биљке у току вегетационог периода освајају велике водене површине, чиме прете да угрозе нормалан живот аквасистема.

Када постоје повољни услови временом акватична вегетација може потпуно да обрасте и прекрије водено огледало (сл. 1). Овај процес обрастања водене површине акватичном вегетацијом назива се *зараићивање*, [3]. Том приликом може се десити да на пример језерски тип екосистема прелази у барски или у мочварни тип екосистема. Процес зарастања неретко прати и непријатан мирис који може да траје и по неколико месеци, самим тим се нарушава естетски изглед тог језера као рекреационог центра.



Сл. 1. Последице зарастања језера

Нагомилавање органских и неорганских материја на дну акваторија, односно обогаћивање дна овим материјама представља процес *еутрофизације*, [3], [5]. Наведени материјал се таложи у великим количинама и доприноси развићу све дебљег и плоднијег слоја муља односно стварању за биљку најважнијег својства плодности.

2. ХИДРОБИОМОНИТОРИНГ

Хидробиомониторинг даје и одговор на кључно питање који од жељених крајњих резултата је остварен. Први корак хидробиомониторинга јесте класификација и распрострањеност акватичне вегетације пре него што се предузму било које мере сузбијања [5]. Хидробиомониторинг је по природи специфичан за различите услове, и за различите акваторије. Квалитет воде и остали облици живота су такође предмет хидробиомониторинга.

2.1. Методе сузбијања прекомерног раста акватичних биљака

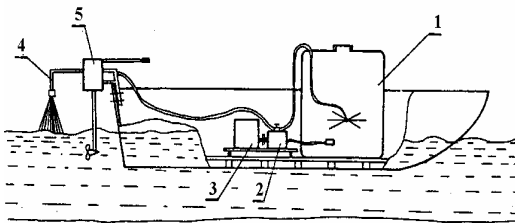
Постоје различити начини сузбијања прекомерног раста акватичних биљака: метода манипулације параметрима станишта, биолошке методе, хемијске и механичке методе.

Према светским трендовима у Србији, од 1973. године, код редовног одржавања аквасистема, уведена је метода хемијског третирања акватичне вегетације, [8]:

1. Сувог дна;
2. Банкина и косина канала;
3. Влажног дна (емерзне макрофите);
4. Третирање у сталним условима влажности (субмерзне макрофите).

Прве три фазе хемијске методе, изводе се механизацијом са обале канала или хидросистема. Сузбијање прекомерног раста акватичних биљака (односи се на четврту фазу) са хербицидима захтева примену специфичних уређаја за третирање који се постављају [5], на пловне објекте (сл. 2).

Ови уређаји којима се изводи механизована апликација течних хербицида представљају модификацију класичне прскалице са коришћењем разних додатака за специфичну примену на води, као што су хоризонтална крила, вертикална крила, и слично.



Сл. 2. Чамац са уређајем за апликацију хербицида



Сл. 3. Примена аеро-технике

Проблем је више изражен на већим површинама као што су рибњаци и језера, како због проблема око преклапања пролаза, тако и због знатно веће површине (за разлику од канала). Апликација хемијских средстава може бити употребом аеротехнике (сл. 3).

Хемијска метода је **искључена** у условима када аквасистем има спортско-рекреативну намену, и када су у непосредној близини изворишта воде која се користе за водоснабдевање, какав је на пример аквасистема Савског језера (Београд).

Механичка метода подразумева примену разних специјализованих машина и механичких алата или уређаја, којима се акватичне биљке секу, уситњавају, чупају, сакупљају и транспортују ван аквасистема. Ова метода [6], се може применити са копненом или пловном механизацијом са предностима: водено огледало се тренутно ослобађа од непожељних акватичних биљака; сакупљањем биљака и њихових делова присуство кисеоника у води неће бити умањено; механичка метода се може врло успешно применити локализовано; редуковањем количине биљне масе механичком методом у водотоцима побољшава се проток воде ; овом методом у аквасистем се не уносе никакве стране материје; у многим случајевима вишегодишњом применом механичке методе умањује се раст акватичних биљака. Ова метода [6], има и недостатке: велики трошкови набавке и одржавања са малим учинцима машина; примена ових машина може бити ограничена величином аквасистема, дубином или бројним препрекама (стабла, докови, мостови, ...); уклањањем биљака које су склоне прекомерном расту и биљака чија је распрострањеност умерена (пожељна) ствара се простор да прве угрозе даљи опстанак биљака са умерено развијеном популацијом; и неке ризомне акватичне биљке уситњавањем помоћу машине, водом могу доспети у неуgroжено подручје и тако се размножавати

3. ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПЦИ ПРИМЕНЕ ПЛОВНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ

У оквиру механичке методе постоји више начина сузбијања прекомерног раста акватичне вегетације применом пловне механизације.

3.1. Ротор за вађење акватичне вегетације

Овакав начин је коришћен између I и II Светског рата. Принцип рада се састојао у томе што је брод (реморкер) вукао радни орган - ротор, постављен на сплав на који се намотавају акватичне биљке. На сплаву је постојао и мањи простор за депоновање биљне масе. Биљна маса се након пристајања сплава уз обалу ручно износила на обалу. Ротор се могао подешавати на жељену дубину рада.

3.2. Култивација дна аквасистема

Представља подводно култивирање-одсецање акватичне вегетације ротационим алатима. Машина се користи за дубине језера или река, од 1.5 до 4 m. Радни органи су ножеви савијени под правим углом, фиксирани за ротациони

бубањ, (сл. 4). Зависно од дубине рада постоји различит крајњи ефекат, где са већом дужином рада постоји интензивније дејство радних органа на акватичне биљке.



Сл. 4. Машина за култивирање дна аквасистема



Сл. 5. Изглед култивираниог дна језера

Недостатак овакве конструкције машине (сл. 4), је што током рада машине долази до подизања талога са дна и замућења воде, што има негативан утицај на флору и фауну аквасистема, и друге последице.

3.3. Просецање слоја акватичних биљака формираног на површини воде

Овакви типови машина (сл. 6), представљају идеално решење за аквасистеме у којима је дошло до потпуног или делимичног зарастања воденог огледала. Овако формиран слој често може бити велике чврстоће тако да га је немогуће уклонити пловним косачицама, [4], [6]. Постоје различита конструкциона решења ових машина, односно радних органа. Радни орган може бити у облику два звездаста ножа-секача великог пречника на предњем делу машине (сл. 6). Обртањем око своје осе и интензивним деловањем ови секачи просецају густ слој.

У деловима са малом дужином воде, где су углавном заступљене емерзне хидрофите у густом слоју, ова машина за разлику од пловних косачица без тешкоћа уситњава акватичне биљке, а поред тога сечива продиру и у талог чиме се уништава и корен ових биљака.



Сл. 6. Радни орган у облику два звездаста ножа-секача великог пречника

Машине које имају радни орган у облику бубња, где су зглобно везана радна тела- ножеви у облику слова "V", служи за сечење биљака велике густине (сл. 7).

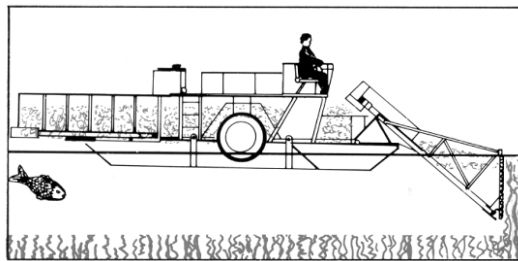


Сл. 7. Радни орган у облику бубња са зглобно везаним ножевима у облику слова "V" [18]

Проблем рада код ових типова машина је што уситњени делови ових биљака остају не покупљени, тако да се накнадно морају уклонити неким одговарајућим поступком.

3.4. Кошење са пловним косачицама

Кошење биљног материјала аквасистема са косачицама које се налазе на пловним објектима је врло ефикасна мера (поред биолошке) која се користи као решење проблема прекомерне распрострањености акватичних биљака. Савремени начин решавања овог проблема изводи се помоћу пловних косачица. За почетак кошења се одређен је период када просечна дневна температура воде достигне 20 °C, [4]. Ова температура би се могла очекивати сваке године после 20. маја на нашим просторима. Што се тиче завршетка сезоне кошења, то је период када температура поново опадне на 15 °C, што је појава карактеристична за месец септембар.



Сл. 8. Принцип рада пловне косачице

Процес кошења испод површине воде се састоји из: одсецања, сакупљања и изношења на обалу биљне масе. Максимална дубина до које се може изводити кошење овом механизацијом је до 2 m.

Велики број стручњака [3], [4], [5], [7], јединствен је у оцени да кошење и сакупљање акватичних биљака представља једно од најбољих еколошких решења.

4. САВСКО ЈЕЗЕРО – УЗРОЦИ И ПОСЛЕДИЦЕ ПРЕКОМЕРНОГ РАСТА АКВАТИЧНЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ

Језеро Ада Циганлија на реци Сави код Београда (или Савско језеро) представља вештачку акумулацију формирану 1966. године преграђивањем корита реке Саве између острва Ада Циганлија и десне обале Саве. Савско језеро (сл. 11), има дужину од 4.2 km, просечне ширине 200 m и просечне дубине 4 до 6 m (има места и са дубином од 12 m). Запремина воде у језеру је око $4 \cdot 10^7 \text{ m}^3$. Савско језеро је формирано за потребе водоснабдевања, спортова на води, рекреацију и одмор, па је на овај начин створен водени базен са свим карактеристикама једног барског биотопа. Овај систем се одликује присуством искључиво литоралне (обалне) зоне (нема профундалне-дубоке зоне) која је плитка, просветљена и трофогена (богата хранљивим материјама), [3].

У овако плитком акваторијуму има довољно сунчеве светлости и топлоте, а обзиром на географски положај језера (јужни у југоисточној Европи) и особине климе (топла континентално-субсредоземна са дугим вегетационим периодом и високом просечном температуром током године), заступљен је дугачак дан у језерској води, односно веома дуг вегетациони период, [3]. Управо ова околност заједно са високом температуром и изванредном виталношћу и агресивношћу акватичних биљака омогућује да се биомаса, пре свега акватичних биљака, ствара током године веома дуго, како у току дана тако и у току вегетационог периода.

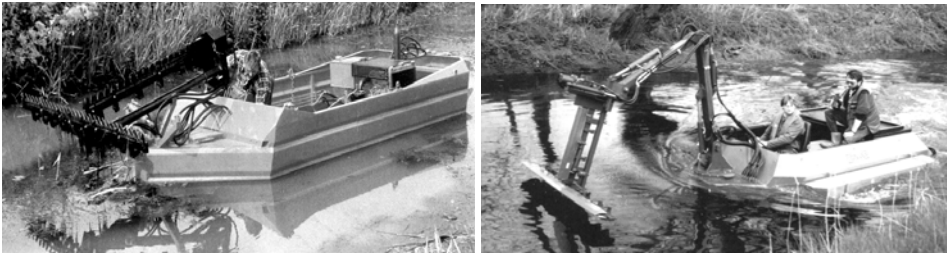
4.1. Распрострањеност акватичних биљака у Савском језеру

У Савском језеру [5], [7], начелно су могуће појаве субмерзне, флотантне и емерзне врсте акватичних биљака-макрофита које образују одговарајуће типове вегетационих зона. На основу истраживања [3], [5], добро је развијена само зона субмерзних биљака. Остале две зоне су слабо развијене и налазе се само на местима која нису под директним антропогеним утицајем. Субмерзне врсте акватичних биљака које су заступљене у Савском језеру односно које доминирају у погледу бројности односно покривности су: *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton fluitans* и *P. crispus*. [3], [5], [7]

4.2. Начини сузбијања акватичних биљака на Савском језеру

Развој макрофитске вегетације угрозио је спортско-рекреативну функцију Савског језера. У првом реду била је угрожена функција плаже на језеру. Ранијих година борба против еутрофизације и зарашћивања Савског језера сводила се на механичку методу кошења. Уређај за кошење (сл. 9) налазио се на предњем делу чамца.

На овај начин акватичне биљке су само кошене док је сакупљање покошене биљне масе извођено ручним путем. Велики недостатак, овог начина, био је у томе што већа количина покошене биљне масе није могла бити сакупљена, а самим тим је представљала опасност размножавања биљака, са угрожавањем и других делова језера.



Сл. 9. Уређај за кошење: облик слова "Т" непосредно на чамцу, и на хидрауличној руци

4.3. Потреба за пловном косачицом на Савском језеру

На основу дугогодишњег истраживачког рада, у многобројним пројектима, као и познавању прилика и проблема око квалитета воде и функционисања Савског језера, истраживања [3], [7], [5], су потврдила, да је механичка метода сузбијања акватичне вегетације, применом пловне косачице, оправдана.

4.4. Техничко-технолошки поступци примене пловне косачице на Савском језеру

Таб. 2. Техничке карактеристике пловне косачице Alpha Boats модел FX-6

Година производње	2002.	
Тежина (неоптерећене) пловне косачице (kg)	3992	
Димензије (дужина x ширина x висина) (m)	11.43 x 2.60 x 2.34	
Тип контролне платформе	отворена	
Максимална дубина кошења (m)	1.83	
Ширина кошења (m)	1.83	
Капацитет складишног простора (kg)	2040	
Запремина складишног простора (m ³)	8.5	
Газ неоптерећене пловне косачице (cm)	46	
Газ оптерећене пловне косачице (cm)	31	
Запремина резервоара за гориво (l)	75	
Пропулзија	два точка са лопатицама	
Погон пропулзора	два хидромотора са независном контролом	
Димензије пропулзора	ширина (cm)	86
	полупречник (cm)	127
Погонска јединица	Detz - FZL-1011 дизел мотор	

Процес кошења акватичне вегетације се у току године, понавља 2 до 3 пута. Први пут се обавља, пре почетка сезоне купања (мај), а други пут (јули, август) на местима где се за то јавља потреба. Треће кошење је на крају сезоне, када су повољни временски услови (октобар). Обавезно кошење је пред цветање и формирање семена акватичних биљака. Када постоје потребе, сезона кошења почиње и раније.

Углавном се косе делови поред саме обале у ширини 15 до 20 m, док се у делу који је забрањен за купање акватичне биљке косе са захватом мањег дела биљке испод површине воде из естетских разлога. Процес кошења је организован тако да када се напуни складишни простор, пловна косачица одлази до места истовара биљне масе на обали. Биљна маса се утовара у камион помоћу хидрауличне руке

са грабилицом и одвози на депонију. Подаци за 2004. годину [7], показују да се кошењем (сл. 10) у току јуна-јула, дневно износило око 35 m^3 биомасе акватичних биљака из Савског језера (сл. 11), док је у августу то износило око 10 m^3 .



Сл. 10. Пловна косачица
Alpha Boats FX-6



Сл. 11. Аеро-фото снимак Савског језера [5]

Подаци (таб. 3) приказују количину биљне масе која се покоси и изнесе на обалу у току пет радних циклуса (I-V). Услед неравномерне густине односно распрострањености акватичне вегетације и неправилних прохода машине, површина са које је биљна маса покосена, је одређена реперима који су се налазили на обали језера.

Подаци (таб. 3) су прикупљени за истраживања 2004. године у јуну месецу [2], а односе се на кошење дела Савског језера у коме је забрањено купање, са прихватом биљне масе на делу обале на месту где почиње плажа (са стране Аде Циганлије).

Таб. 3. Преглед трајања основних операција процеса кошења [2]

Радни циклус	I	II	III	IV	V
Долазак на место рада (min.)	3.10	5.30	6.21	5.56	5.45
Радни процес (min.)	15.39	17.41	18.52	21.16	16.43
Одлазак до места пражњења (min.)	7.31	7.56	8.19	7.21	7.34
Време постављања у позицију за пражњење (min.)	0.39	0.45	0.51	0.36	0.40
Непосредно време пражњења складишног простора (min.)	0.16	0.19	0.17	0.19	0.20
Укупно време Р.Ц. (min.)	27.15	32.11	34.40	35.28	31.02
Количина покосене биљне масе (m^3)	6.3	6.6	6.9	7.5	6.5

На основу података [2], и (таб. 3), измерено време радног циклуса кошења, у овом случају просечно има вредност од 17,58 минута, у зависности од густине акватичне вегетације. Услед оптерећености пловне косачице теретом просечно време одласка до места пражњења је 7,50 минута и знатно је веће (46,71%) од времена потребног за долазак до места рада, које просечно износи 5,13 минута. Међутим, треба нагласити да је у овом случају, место кошења и место прихвата биљне масе, имају, релативно малу удаљеност. Просечно укупно време рада по радном циклусу машине је било 29,99 минута. Просечна количина покосене биљне масе за укупно време по радном циклусу је $6,76 \text{ m}^3$. Учинак по радном дану је варирао од $33,80 \text{ m}^3$ до $54,04 \text{ m}^3$ у зависности од густине акватичних биљака.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу истраживања у области раста и сузбијања акватичних биљака и практичној примени специјализоване пловне косачице Alpha Boats FX-6, на Савском језеру, може се закључити:

- Неконтролисан раст и прекомерна распрострањеност акватичних биљака у аквасистему могу озбиљно да угрозе неке од основних намена аквасистема (спорт, рекреација, наводњавање, одводњавање, пловидба).

- Намена Савског језера, је спортско-рекреативна и водоснабдевање, па је механички начин (пловна косачица Alpha Boats FX-6), сузбијања прекомерног раста акватичних биљака, једно од еколошки задовољавајућих решења.

- Недостатак начина на који се обавља процес кошења на Савском језеру јесте то што не постоје прецизни подаци о укупној продукцији акватичних биљака и њиховој распрострањености у језеру. Самим тим доводи се у питање квалитет кошења, а постоји и опасност од нарушавања еколошке равнотеже између животних заједница.

- Мали обим искоришћености пловне косачице на Савском језеру (приближно 250 h годишње), треба повећати употребом на другим локацијама.

- Начин садашње манипулације са биљном масом из Савског језера, где постоји само истовар на обалу, а затим утовар у транспортна средства са приручном механизацијом, треба заменити адекватнијим поступком, поготову ако биљна маса буде намењена процесу прераде или дораве

- Велике количине биљног материјала (дневно и до 35 m³) који се износи из језера и одвози на депонију, указују да треба пронаћи адекватно решење којим се биљна маса може употребити у друге сврхе, (производња компоста и слично).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Alpha Boats Unlimited: *Operations and parts manual for aquatic weed harvester model FX-6*, N. York, 2002.
- [2] Игњатовић Д.: *Фотодокументација, и истраживања Савског језера*, Београд, 2004.
- [2] Игњатовић Д. (2005): *Tehničko-tehnološko postupci primene plovne mehanizacije u održavanju akva sistema*, Дипломски рад, Пољопривредни факултет, Београд.
- [3] Јанковић М. (1987): *Прилог познавању и решавању проблема еутрофизације и зарашћивања Савског језера (Ада Циганлија) код Београда*, стр. 1-41, Гласник Ботаничког завода и баште, Београд.
- [4] Келић В., Малешев П. (1990): *Пловна косачица за одржавање каналске мреже*, СПТ бр. 4, стр. 99-103, Нови Сад.
- [5] Мартиновић-Витановић В. (2004): Предлог пројекта *"Еколошки статус Савског језера у 2005. години"*, Институт за биолошка истраживања "Синиша Станковић" Београд.
- [6] Ољача М., Раичевић Д. (1999): *Механизација у мелиорацијама земљишта*, Уџбеник, Универзитет у Београду, стр. 246-273, Београд.
- [7] Танасковић М., Мартиновић-Витановић В., Калафатић В. (2004): *Квалитет воде језера на Ади Циганлији, купалишта "Лидо", и подавалских акумулација - Паригуз, -Бела Река", -Дубоки поток, у 2004. г., стр. 23-30, Београд.*
- [8] Шовљански Р., Константиновић Б., Клокочар-Шмит З. (2003): *Акватични корови*, стр. 8-13, Нови Сад.
- [9] www.alphaboats.com
- [10] www.awc-america.com
- [11] www.niwa.co.nz

- [12] www.pmcproduction.com
[14] www.weedharvesters.com
[15] www.kingcombe.com
[16] www.conver.com
[17] www.ada-ciganlija.com
[18] www.aquat1.ifas.ufl.edu/guide/mechcons.html

THE TECHNICAL AND TECHNOLOGIC ACTIONS FOR THE APPLYMENT OF THE NAUTICAL MECHANIZATION FOR WATER SYSTEM MAINTENANCE OF THE SAVSKO JEZERO LAKE IN BELGRADE

Mičo V. Oljača, Dragan Ignjatović., Snežana Oljača,
Dragiša Raičević, Kosta Gligorević

Faculty of Agriculture - Belgrade, Zemun
www.agrifaculty.bg.ac.yu

Abstract: Whether a water system is artificially created, or a water system is a natural habitat created by man's influence (rivers, lakes – both artificial and natural, channels and ponds), a constant maintenance of these systems is required, in order for them to fulfill their function.

Maintenance of a water system implies a complex and regular appliance of certain technical and technologic actions which enable a constant and efficient functioning of the water system, according to its functionality.

The work shows a complex overview of the problems during technical and technologic actions of the nautical mechanization during the process of vegetation removal from the Savsko Jezero Lake's water system. The objective of the work is aimed at determining the causes and consequences of the excessive growth of the aquatic plants in the Savsko Jezero Lake, mechanical ways of vegetation removal, as well as technical and technologic actions of the applyment of an Alpha Boats FX-6 nautical mower at the Savsko Jezero Lake.

Based on theoretic researches in the field of aquatic plant repression and a practical appliance of the specialized nautical mechanization Alpha Boats FX-6 at the Savsko Jezero Lake in Belgrade, it could be concluded that:

- Mechanical ways of repression of the excessive aquatic plant growth has proved to be one of the ecologically best solutions for the problem,
- Large quantities of the plant material (up to 35 m³ daily) which is extracted from the lake and driven to a dump site, generates a question for the further use of the mowed plant mass.

Key words: *Savsko Jezero Lake, aquatic plants, nautical mechanization, water system maintenance.*