

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG ĐẢO NỔI THỰC VẬT GIẢM THIỂU SỰ Ô NHIỄM HỒ ĐÔ THỊ: THỰC NGHIỆM TẠI HỒ VINH TRUNG THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

RESEARCH ON APPLYING VEGETATED FLOATING ISLANDS TO THE REDUCTION OF POLLUTION IN URBAN LAKES: A CASE STUDY AT VINH TRUNG LAKE, DANANG CITY

Trần Văn Quang, Phan Thị Kim Thủy

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Email: tvquang@dut.udn.vn

Tóm tắt - Hồ đô thị được hình thành song song với quá trình phát triển đô thị và có vai trò điều hòa nước mưa, tạo cảnh quan. Với hệ thống thoát nước là hệ thống chung, điều kiện vệ sinh môi trường còn nhiều hạn chế, sự ô nhiễm chất hữu cơ và phú dưỡng đã làm giảm đáng kể giá trị sử dụng của hồ trong hệ sinh thái đô thị. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm công nghệ đảo nổi thực vật (VFIs) với cây Chuối hoa bằng ống "Lund" tại hồ Vinh Trung, thành phố Đà Nẵng cho thấy: (1) với diện tích VFI 15%, chất lượng hồ được phục hồi, nồng độ các chất ô nhiễm: TSS, BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄ đạt xấp xỉ cột B1, QCVN 08:2008/BTNM; (2) đây là hướng tiếp cận mới, đầy tiềm năng trong việc bảo vệ và phục hồi chất lượng nước hồ đô thị.

Từ khóa - chuối hoa; hồ đô thị; phú dưỡng; ô nhiễm; VFIs.

Abstract - Urban lakes, which are formed alongside the expanding process of cities, play an important role in regulating rainfall and creating landscapes. With the joint drainage system, poor environmental sanitation, the pollution of organic matters and eutrophication has considerably reduced the lake's usage. The results from the experimental research on Vegetated Floating Islands (VFIs) with *Canna Indica* via the "Lund" tube at Vinh Trung lake, Da Nang city, have showed that (1) with 15% of the VFI area, the water quality is restored, the concentration of pollutants namely TSS, BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄ approximately reached level B1 according to VN Standard 08:2008/BTNM; (2) this is a new, potential approach to the protection and restoration of water quality in urban lakes.

Key words - *canna Indica*; urban lakes; eutrophication; pollution; VFIs.

1. Đặt vấn đề

Hồ đô thị được hình thành cùng với sự phát triển đô thị, gắn liền với các yếu tố lịch sử, văn hóa của cộng đồng dân cư và mang lại nhiều lợi ích đối với chất lượng cuộc sống của người dân đô thị. Trong quy hoạch phát triển đô thị, hồ thường ở khu vực có địa hình thấp, được liên kết với nhau hoặc với các lưu vực nước bên ngoài bằng hệ thống kênh, mương thoát nước và có chức năng điều hòa, tiêu thoát nước mưa, tạo cảnh quan. Dưới áp lực của quá trình đô thị hóa, các hồ đô thị ở Việt Nam thường có diện tích mặt nước hẹp và nông, chế độ thủy lực - thủy văn hồ phụ thuộc vào điều kiện khí hậu và có sự thay đổi lớn theo mùa. Vào mùa khô, mực nước thấp, nước trong hồ không có sự trao đổi với các hệ thống bên ngoài và ngược lại, vào mùa mưa mực nước cao và có sự trao đổi liên tục do tiếp nhận một lượng lớn nước mưa chảy tràn trên lưu vực. [6;10]

Trong những năm gần đây, do hệ thống thu gom và xử lý nước thải đô thị chưa đáp ứng được với tốc độ đô thị hóa, với hệ thống thoát nước chung và điều kiện vệ sinh môi trường còn nhiều hạn chế. Vào mùa mưa một lượng lớn chất ô nhiễm đã theo nước mưa chảy tràn vào hồ, tích lũy dần theo thời gian và gây nên sự ô nhiễm nguồn nước hồ vào mùa khô. Các biện pháp bảo vệ nguồn nước hồ đô thị đã thực hiện bao gồm: xây dựng hệ thống cống thu gom nước thải, nạo vét bùn đáy và thả bèo tây làm sạch nước. Mặc dù đã đầu tư một lượng kinh phí không nhỏ cho các biện pháp kỹ thuật và quản lý vận hành, nhưng vấn đề ô nhiễm vẫn chưa được giải quyết. Phần lớn thời gian trong năm, nước hồ luôn có màu xanh lục đặc trưng của các loài tảo và vào các thời điểm nắng nóng, tảo phát triển "bùng nổ" gây nên sự tái ô nhiễm chất hữu cơ và phát sinh sự ô nhiễm mùi và chết cá. [9; 10]

Công nghệ sinh thái là các quá trình công nghệ được thiết lập dựa trên cơ sở các mối quan hệ giữa các thành phần trong

hệ sinh thái tự nhiên hoặc nhân tạo với các yếu tố điều khiển (giữa các sinh vật với các chất vô sinh và môi trường) và được áp dụng rất rộng rãi ở các nước phát triển trong việc kiểm soát sự phú dưỡng và bảo vệ nguồn nước. Kết quả áp dụng thực tiễn cho thấy, các quá trình công nghệ sinh thái như đất ướt nhân tạo với dòng chảy tràn, hồ sinh vật với các loài thực vật phù hợp... có khả năng hồi phục chất lượng và kiểm soát ổn định sự phú dưỡng nguồn nước với chi phí thấp hơn so với các quá trình công nghệ môi trường. Việc trồng, thả và duy trì một diện tích thực vật nổi ổn định trên bề mặt thoáng cùng với việc thu hoạch định kỳ lượng sinh khối gia tăng sẽ đồng thời làm giảm giảm lượng chất hữu cơ và chất dinh dưỡng trong nguồn nước [7].

Công nghệ thảm nổi thực vật (Floating Biofiltration Technology_FBFT) hay đảo nổi thực vật (Vegetated Floating Islands_VFIs) là một dạng công nghệ kết hợp giữa đất ướt và hồ sinh vật với quần thể thực vật ưa nước được cố định và phát triển trên bề mặt các lớp vật liệu nổi như xơ dừa hoặc các loại nhựa phế liệu có tỷ trọng thấp. Các nghiên cứu triển khai áp dụng công nghệ VFIs ở các nước phát triển trong 10 năm gần đây cho thấy, đây là một công nghệ có nhiều ưu điểm nổi bật trong việc nâng cao hiệu quả quá trình xử lý các chất dinh dưỡng, chất lơ lửng, kim loại nặng và các chất ô nhiễm khác từ các nguồn phân tán từ bên ngoài cũng như làm giảm nồng độ các chất dinh dưỡng trong nguồn nước.[3; 8]

Tương tự như công trình đất ướt nhân tạo với hệ thực vật lai hợp, hệ rễ cây bên dưới đảo nổi cung cấp một diện tích bề mặt lớn cho sự dính bám và tăng trưởng màng vi sinh vật tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chuyển hóa các chất hữu cơ. Các vi sinh vật, phù phiêu thực vật và thực vật cỡ lớn (macrophyte) hấp thụ và chuyển hóa các chất ô nhiễm vào chuỗi dinh dưỡng. Các chất hữu cơ ở dạng lơ lửng dính bám vào màng sinh học ở khu vực rễ cây và bị phân hủy, trở thành thức ăn cho các động vật phù du, sinh,

ấu trùng và cá. Chất rắn lơ lửng dạng phân tán nhỏ ở dạng lơ lửng bị kết tủa. VFIs cũng có khả năng tích trữ các bon nic, cho phép loại bỏ và chuyển hóa nitrat và amoniac thành Nitơ. Các quá trình này ngăn ngừa hoặc làm chậm lại hiện tượng phú dưỡng và giữ cho nguồn nước ở trạng thái cân bằng. [1;2;5;11]

Các phân tích trên cho thấy, công nghệ VFIs là một hướng tiếp cận sinh thái có tính khả thi cao, có khả năng khắc phục được các tồn tại của biện pháp kỹ thuật kiểm soát ô nhiễm hồ đô thị đã thực hiện và triển khai nghiên cứu áp dụng công nghệ này vào điều kiện thực tiễn để bảo vệ và phục hồi chức năng của các hồ trong khu vực đô thị là việc làm rất cần thiết.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vật liệu và các mô hình thực nghiệm

Đảo nổi thực vật sử dụng trong các nghiên cứu thực nghiệm là tấm đệm nổi chuyên dụng của công ty Shingang Hi-Tech, Korea có kích thước là 100 x 100 cm với các lớp

vật liệu: lưới nhựa polyester với bước lưới 5 x 5 cm, lớp sợi PE xốp thấm nước dày 5cm, lớp cao su xốp thấm nước dày 3cm, khung đỡ inox đan ô vuông 10 x 10 cm và 9 giá thể rễ nhân tạo có chiều dài 100 cm. Thực vật nổi sử dụng trong nghiên cứu là cây chuối hoa (*Canna Indica*) được trồng bằng cách cố định trực tiếp trong các lỗ đã có sẵn trên các tấm đệm và được neo thả trên bề mặt thoáng của hồ (Hình 1a, b).

Với mục đích đánh giá khả năng áp dụng công nghệ VFIs trong điều kiện thực tiễn, hai modul đảo nổi với cây Chuối hoa cùng với Bèo tây, được đặt tại hồ Vĩnh trung trong khoảng thời gian một năm, từ tháng 12/2012 đến tháng 1/2014 (Hình 1c). Và để có cơ sở xác định hiệu quả làm sạch nước của quá trình công nghệ, một phần nhỏ của hồ Vĩnh trung được giới hạn bằng ống “Lund” hình trụ có đường kính 4,5m bằng nhựa PVC trong suốt, phía dưới có vòng thép và phía trên có ống nhựa và phao nổi để cô lập hoàn toàn khối nước bên trong với bên ngoài hồ.[4]



Hình 1. Các thực nghiệm tại hồ Vĩnh Trung: (a) tấm đệm nổi; (b) trồng Chuối hoa, (c) modul VFI với Chuối hoa và Bèo tây (d) VFI với Chuối hoa trong ống thực nghiệm

Tương tự như thực nghiệm đầu, hai modul đảo nổi với cây chuối hoa được trồng và khi cây Chuối hoa đã phát triển ổn định (sau 6 tuần), được cố định vào ống và tiến hành thay nước trong ống bằng cách tháo phao nổi để nước bên trong xáo trộn hoàn toàn với bên ngoài, tia các nhánh cây đã ra hoa để giảm tải trọng và kích thích sự ra hoa của các cây con (Hình 1d).

Việc quan trắc được tiến hành với tần suất 1 lần/ngày tại một điểm trong mô hình và một điểm đối chứng bên ngoài với mẫu nước được lấy ở độ sâu 20 và 100cm. Khi các thông số chất lượng nước trong ống ít có sự thay đổi đáng kể theo thời gian, quá trình thay nước, thu dọn sinh khối và quan trắc được tiến hành lặp lại.

2.2. Phương pháp

Các thông số: nhiệt độ, pH, độ trong, DO và ORP được xác định trực tiếp tại hiện trường và các thông số chất lượng nước: TSS, BOD₅, COD, N-NH₄ và P-PO₄, được lấy mẫu, bảo quản, vận chuyển và xác định tại phòng thí nghiệm. Các dụng cụ lấy mẫu, thiết bị đo nhanh tại hiện trường và các phương pháp sử dụng trong quá trình phân tích các thông số chất lượng nước tại phòng thí nghiệm là các thiết bị đã được kiểm tra, hiệu chỉnh và quy trình phân tích tại phòng thí nghiệm được thực hiện theo các phương pháp tiêu chuẩn.

Khả năng áp dụng công nghệ đảo nổi thực vật trong điều kiện khí hậu thời tiết Miền Trung được xem xét trên cơ sở sự sinh trưởng và phát triển của cây Chuối hoa và khả năng thích ứng, chống chịu của các mô hình sau các hiện tượng cực đoan của thời tiết trong mùa mưa, bão.

Mức độ giảm thiểu sự ô nhiễm các chất hữu cơ và dinh

dưỡng trong nguồn nước khi áp dụng công nghệ VFIs với cây Chuối hoa được đánh giá trên cơ sở so sánh các số liệu quan trắc các thông số chất lượng nước trong ống thực nghiệm và điểm đối chứng bên ngoài. Hiệu suất làm sạch các chất lơ lửng (TSS), chất hữu cơ (BOD₅ và COD) và chuyển hóa các chất dinh dưỡng (N-NH₄ và P-PO₄) được tính toán trên cơ sở các số liệu quan trắc các thông số chất lượng nước tương ứng ở thời điểm bắt đầu và kết thúc một chu kỳ thực nghiệm.

Hiệu quả của công nghệ VFIs được đánh giá trên cơ sở: so sánh các thông số chất lượng nước trong ống thực nghiệm sau một chu kỳ với QCVN 08:2008/BTNMT (Quy chuẩn quốc gia về chất lượng nước mặt) và kết quả tham vấn cộng đồng về khả năng tạo cảnh quan cho khu vực công cộng của VFIs.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự phù hợp của công nghệ VFIs

Sự thích nghi và phát triển của Chuối hoa trên hai modul đảo nổi thực vật được trình bày trong các hình 2a,b và chất lượng tấm đệm sau hơn một năm sử dụng được trình bày trong các Hình 2c và 2d.

Các hình ảnh thử nghiệm VFIs với cây Chuối hoa trong hơn một năm cho thấy, trong môi trường nước hồ Vĩnh Trung đã bị ô nhiễm chất hữu cơ và phú dưỡng, sự phát triển của Chuối hoa nhanh và ổn định, đường kính thân, kích thước lá và chiều cao hoàn toàn tương tự như trong điều kiện trồng trên đất. Tuy nhiên do trong môi trường nước giàu chất dinh dưỡng nên bộ rễ kém phát triển về

chiều dài, lượng sinh khối tăng và phát triển mạnh về chiều cao (2d) đã ảnh hưởng đến trạng thái cân bằng của tấm đệm và cộng với ảnh hưởng của gió lớn trong mùa bão nên cấu trúc của đảo nổi đã bị phá vỡ (Hình 2c). Để đảm bảo sự ổn

định của các tấm đệm, cần cắt tia cây định kỳ và bổ sung vật liệu nổi để giảm tải trọng và sau một mùa cần loại bỏ gốc già, thay thế cây mới cũng như các biện pháp kỹ thuật neo đậu để trong mùa mưa bão.

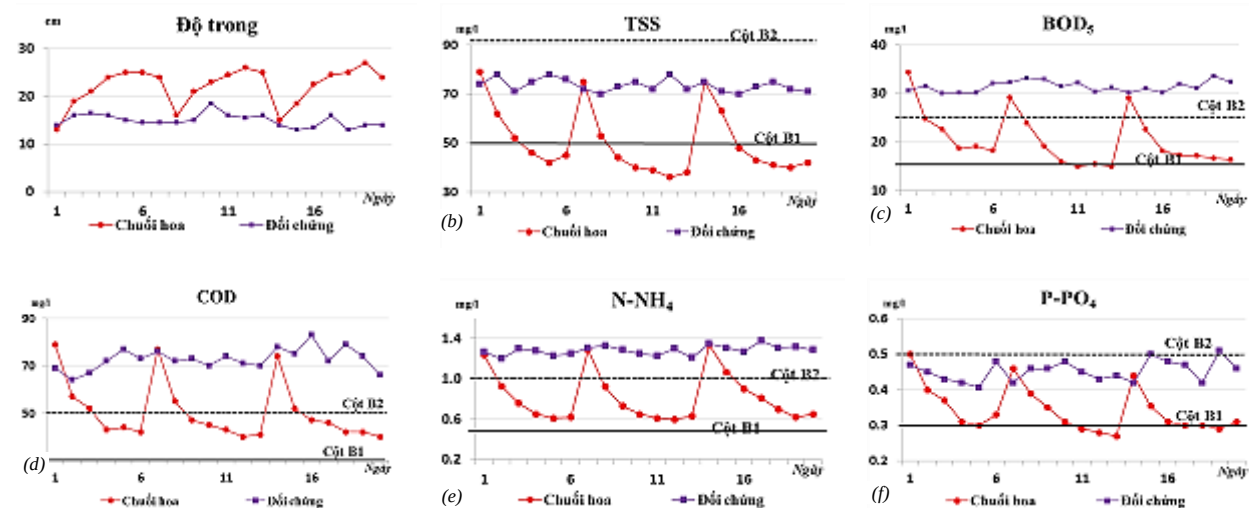


Hình 2. Các hình ảnh thử nghiệm VFIs tại hồ Vĩnh Trung ở các thời điểm: (a) 6/2013; (b) 12/2013; (c và d) 1/2014

3.2. Khả năng giảm thiểu ô nhiễm

Các kết quả quan trắc sự thay đổi các thông số chất lượng nước trong ống thực nghiệm VFIs với Chuối hoa, điểm đối chứng bên ngoài theo thời gian và các mức quy định (cột B1 và B2) của QCVN 08:2008/BTNMT được trình bày trong Hình 3.

Các kết quả quan trắc cho thấy: chất lượng nước trong cả 3 đợt thử nghiệm, đều có sự thay đổi theo chiều hướng tốt hơn. Sau khoảng gần 1 tuần, độ trong của nước tăng dần và nồng độ TSS, các chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng giảm dần và sau khoảng từ 4 đến 5 ngày, sự thay đổi là không đáng kể.



Hình 3. Sự thay đổi các thông số trong nước trong hai cột thử nghiệm và với điểm đối chứng bên ngoài theo thời gian. (a) độ trong, (b) TSS, (c) BOD₅, (d) COD, (e) N-NH₄ và (f) P-PO₄ và so với các mức quy định của QCVN 01:2008

Nồng độ các chất trong khối nước thử nghiệm giảm là do VFIs với hệ thực vật đã phát triển ổn định đã phá vỡ trạng thái cân bằng của các quá trình sinh thái - chất lượng nước trong khối nước, các khoáng chất vô cơ và các chất dinh dưỡng trong nước đã có sự dịch chuyển dần vào sinh khối của hệ thực vật. Trạng thái ổn định, cân bằng của quá trình sinh thái - chất lượng nước mới sẽ được thiết lập. Nếu tiếp tục kéo dài thời gian, nồng độ các chất ô nhiễm sẽ tiếp tục giảm nhưng mức giảm là không đáng kể.

Với độ trong của nước hồ thay đổi trong khoảng từ 13,5

đến 18,5 cm (trung bình 15 cm), TSS: 71 - 78 mg/l (73,5 mg/l), BOD₅: 30-33,6 mg/l (31,4 mg/l), COD: 64-83 mg/l (72,8mg/l), N-NH₄: 1,2-1,38 mg/l (1,28 mg/l) và P-PO₄: 1,02-1,2 mg/l (0,45 mg/l), sau 5 đến 6 ngày, độ trong của nước trong ống thực nghiệm với VFI tăng thêm với mức tăng trung bình là 7,15 cm, TSS còn lại là 36 - 46 mg/l (trung bình 41mg/l), BOD₅: 15-19,1mg/l (16,9 mg/l), COD: 40 - 44mg/l (42,8 mg/l), N-NH₄: 0,61 - 0,81mg/l (0,65 mg/l) và P-PO₄: 0,27 - 0,3mg/l (0,3 mg/l).

So sánh với các kết quả nghiên cứu tương tự với cùng

mẫu nước hồ ở điều kiện phòng thí nghiệm [8], nồng độ các chất ô nhiễm còn lại cao hơn với TSS cao hơn khoảng 5-9mg/l, BOD₅ 2-4mg/l, COD: 6-12mg/l, N-NH₄: 0,12-0,15mg/l và ngược lại với P-PO₄ thấp hơn 0,12-0,17mg/l và với nghiên cứu tại hồ Đầm rong trong năm 2010, các thông số: TSS, BOD₅, COD là xấp xỉ, N-NH₄ và P-PO₄ có giá trị thấp hơn.

Quan sát nước trong ống cho thấy, sau khoảng thời gian vài ngày, các chất dạng lơ lửng (mảnh vụn hữu cơ và phù du thực vật) giảm đáng kể và hình thành các mảng huyền phù màu xanh, dính bám vào thành ống, tấm đệm và ở khu vực rễ cây. Quá trình này tương tự như quá trình keo tụ sinh học với tác nhân là sinh khối (màng) vi sinh vật được hình thành từ quá trình sinh hóa hiếu khí ở khu vực rễ cây và sau đó quá trình chuyển hóa tiếp tục xảy ra với lượng vật chất đã được đông tụ, dẫn đến nồng độ các chất trong nước có tốc độ giảm không đáng kể. Tham khảo các kết quả nghiên cứu tương tự trong tài liệu [3] cho thấy, nhận định trên là hợp lý.

So với mức quy định về chất lượng nước trong QCVN 08:2008/BTNMT, ở trạng thái cân bằng mới, các thông số TSS, BOD₅, COD và P-PO₄ xấp xỉ và thấp hơn mức quy định cột B1, riêng N-NH₄ còn lại có giá trị xấp xỉ cao hơn cột B1. Điều đó cho thấy, để có thể làm giảm lượng Nitơ xuống thấp hơn cần sử dụng thêm các loài thực vật khác cũng như có biện pháp thu hoạch sinh khối kịp thời để làm tăng tốc độ chuyển hóa các hợp chất có chứa Nitơ trong nước.

Từ các số liệu thực nghiệm, các thông số của công nghệ VFIs với Chuối hoa: hiệu suất làm giảm TSS (E_{TSS}) là 46% tương ứng với tải trọng (L_{TSS}) 14,1 g/m².ngđ, sự chuyển hóa các chất hữu cơ: E_{BOD5} 43%, L_{BOD}: 5,6g/m².ngđ., E_{COD} 43%, L_{COD} 12,4g/m².ngđ. và chất dinh dưỡng: E_{N-NH4} 53% và L_{N-NH4} 0,26g/m².ngđ., E_{P-PO4} 41% và L_{P-PO4} 0,07 g/m².ngđ. So với công nghệ đất ướt nhân tạo với Chuối hoa trong nghiên cứu [10] cho thấy, tải trọng xử lý các chất ô nhiễm cao hơn. Cụ thể với TSS cao hơn 2,7 lần, BOD₅ 3,6 lần, COD 3,7 lần, N-NH₄ 9,3 lần và P-PO₄ là 1,4 lần.

So sánh trên cho thấy, quá trình chuyển hóa vật chất trong công nghệ đảo nổi thực vật không có cùng ý nghĩa là quá trình làm sạch nước như trong công nghệ đất ướt nhân tạo. Trong công nghệ đất ướt nhân tạo, lượng vật chất chuyển hóa được tách hoàn toàn ra khỏi nước và ngược lại, lượng vật chất được chuyển hóa vẫn còn ở trong nước. Cụ thể: lượng TSS (sinh khối từ quá trình sinh hóa hiếu khí và tảo) được dính bám trong bộ rễ cây hoặc lắng đọng trong trầm tích, theo thời gian sẽ tích lũy dần và nguy cơ tái ô nhiễm là không tránh khỏi.

4. Kết luận và kiến nghị

Trong điều kiện cơ sở hạ tầng và quản lý thoát nước đô thị còn nhiều hạn chế, sự ô nhiễm nguồn nước do chất hữu

cơ và phú dưỡng hồ đô thị là điều không tránh khỏi. Việc áp dụng công nghệ đảo nổi thực vật với Chuối hoa là một hướng tiếp cận sinh thái, thân thiện với môi trường, và có hiệu quả cao trong việc giảm thiểu sự ô nhiễm, bảo vệ nguồn nước hồ đô thị và đồng thời tạo được cảnh quan đẹp ở khu vực công cộng.

Để áp dụng công nghệ VFIs vào thực tiễn trong điều kiện khí hậu khu vực Miền Trung Việt Nam, rất cần thiết triển khai thử nghiệm các loại vật liệu rẻ tiền, dễ kiếm để thay thế các tấm đệm nổi nhập ngoại và triển khai áp dụng ở quy mô lớn hơn với khoảng thời gian dài, để có được các thông số của quá trình công nghệ có độ tin cậy cao hơn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này nhận được sự tài trợ từ Bộ Giáo dục và Đào tạo trong khuôn khổ đề tài khoa học công nghệ mã số B2012-01-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.M.K. Van de Moortel (2008). *Use of floating mats for treatment of CSOs*. 11th Inter. Conference on urban drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
- [2] Bernie Masters (2012). *The ability of vegetated floating islands to improve water quality in natural and constructed wetland: a review*. Water practice & Technology Vol 7 No 1. doi: 10.2166/wpt.2012.022.
- [3] Craig T. Mallison, Randall.K., Stocker and Charles E. Cichar (2001). *Physical and vegetative characteristic of floating islands*. J.Aquat.Plant Manage 39:2011. Pp 107-111.
- [4] Lund, J.W.G (1975). *The uses of large experimental tubes in lakes. The effect of storage on water quality*, 291-312. Vmedmenham. Water research Centre.
- [5] Mai Tuấn Anh (2011). *Nghiên cứu ứng dụng thí điểm công nghệ thảm nổi/đảo nổi phục hồi một số ao, hồ/kênh, rạch bị ô nhiễm trên địa bàn huyện Bình Chánh, TP.HCM*. Báo cáo tổng kết đề tài, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [6] Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Đà Nẵng (2010), *Báo cáo hiện trạng môi trường giai đoạn 2005-2009*, Đà Nẵng 2010.
- [7] Sven Erik Jørgensen and Lief Albert Jørgensen (1989). *Ecotechnological approaches to the restoration of lakes*. 357-374pp. Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology. John Wiley & Sons, New York.
- [8] T.R.Headley and C.C.Tanner (2012). *Constructed wetland with floating emergent macrophytes: An innovative stormwater treatment technology*. Critical Review in Environmental Science and Technology, 42:21, 2261-2310.
- [9] Trần Đức Hạ, Nguyễn Như Hà (2008). *Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp tổng hợp để cải thiện môi trường nước một số hồ đô thị tại các vùng sinh thái khác nhau*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Xây dựng, mã số RDMT 15-06, 2008.
- [10] Trần Văn Quang, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ “*Nghiên cứu phục hồi và bảo vệ nguồn nước hồ đô thị trên địa bàn thành phố Đà Nẵng bằng các giải pháp công nghệ sinh thái*”. Đà Nẵng tháng 6/2014.
- [11] Tran Van Quang, Hoang Hai, Miki Yoshizumi (2008). *Application of Eco-Technology Combined with Community Activities in the Reduction of Water Pollution*. Experimental Project at Dam Rong Lake, Thuan Phuoc Ward, Danang City, GSGES Asia Platform, Annual Report 2008. Kyoto University.