

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM HYDROGIS VÀ MIKE 21/3FM ĐỂ PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG NƯỚC SÔNG CÁI, TP. NHA TRANG

ThS. Phan Mạnh Hùng, TS. Nguyễn Hữu Nhân,
PGS.TS Lương Văn Thanh

Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu phân tích dự báo diễn biến và đánh giá khả năng lan truyền các chất ô nhiễm trong môi trường nước sông Cái (Nha Trang). Tác giả đã sử dụng phần mềm HydroGis và Mike 21FM để mô phỏng chất lượng môi trường nước trong điều kiện hiện trạng cũng như dự báo diễn biến môi trường nước trong tương lai. Chất lượng môi trường nước tại vùng nghiên cứu tiếp tục suy giảm đáng báo động bởi các nguồn thải, vì các thông số chỉ thị ô nhiễm (BOD_5 , TSS, tổng N, tổng P) đều tăng qua từng thời kỳ, mặc dù mức tăng khác nhau nhưng trung bình từ 15% đến 35% qua từng giai đoạn 5 năm. Kết quả của bài báo là cơ sở tham khảo cho các nhà quản lý có thể đưa ra những biện pháp khả thi cho công tác kiểm tra, giám sát và lựa chọn các công trình xử lý nhằm giảm thiểu các nguồn gây ô nhiễm và cải thiện môi trường nước sông Cái hiện tại cũng như trong tương lai.

Từ khóa: Mô hình toán, HydroGis, MIKE21/3FM, chất lượng nước, sông Cái, kịch bản.

Abstract: This paper presents the result of research on analysing, evaluating and predicting the dispersion/advection phenomenon of pollutants in water environment of the Cai river. Hydrogis and Mike 21/3FM modeling software have been used to simulate water environment at present and in the future. Water quality in the research areas has continuous alarming decline due to emission of solid and liquid waste sources; The simulation shows that polluted indicator/parameters (BOD_5 , TSS, total N, total P) increase in the range from 15% to 35% every 5 years. The results of this paper can be the scientific basis reference for managers/decision makers to propose possible solutions for inspection, monitoring and selection of treatment facilities to reduce pollution sources and improve river water environment at present and for the long term as well.

Keywords: Modeling, HydroGis, MIKE21/3FM, Water quality, Cai river, Scenarios.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sông Cái là một trong những con sông lớn chảy qua các huyện Khánh Vĩnh, Diên Khánh, và Tp.Nha Trang tỉnh Khánh Hòa, cung cấp nguồn nước ngọt phục vụ sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và công nghiệp cho toàn bộ lưu vực, góp phần quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Khánh Hòa. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, dưới áp lực phát triển mạnh mẽ của sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, khu dân cư tập trung và khai thác tài nguyên làm cho nguồn nước của con sông ngày càng ô nhiễm ảnh hưởng tới môi trường sống mà đặc biệt là vùng hạ du.

Vì vậy, việc nghiên cứu, đề xuất các giải pháp bảo vệ, cải thiện chất lượng môi trường nước mang tính bền vững, có sự kết hợp hài hòa giữa các giải pháp công trình và phi công trình, có tính phù hợp cao là vô cùng quan trọng và cấp thiết không những trong thời điểm hiện tại mà cho cả các giai đoạn phát triển tiếp theo trong tương lai. Để giải quyết được vấn đề đặt ra, tác giả đã sử dụng phương pháp mô hình toán với độ tin cậy cao (phần mềm HydroGis và Mike 21FM) mô phỏng biến đổi chất lượng nước trong sông dưới các tác nhân gây ô nhiễm. Dựa trên cơ sở vững chắc về mặt số liệu, phương pháp tiếp cận hợp lý, phương pháp tính toán khoa học tác giả đã đánh giá được những áp lực nhất định mà môi trường nước sẽ phải gánh chịu trong tương lai.

Nguồn dữ liệu khảo sát về chất lượng nước trong hệ thống sông Cái Nha Trang của Viện Kỹ thuật Biển đã được sử dụng để làm số liệu đầu vào.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Phương pháp mô hình toán sử dụng mô hình HydroGIS [1] để mô phỏng, tính toán lan truyền chất cho toàn bộ các nhánh sông suối của lưu vực sông Cái - Nha Trang. Riêng đoạn sông chảy qua Tp.Nha Trang do có đặc điểm chế độ thủy văn, dòng chảy và nguồn xả thải khá phức tạp, việc dùng mô hình HydroGIS (1D) kết hợp Mike 21FM (2D) [3] để mô phỏng, đánh giá diễn biến các thành phần chất lượng nước (CLN) là phù hợp, đáp ứng được yêu cầu tính toán đặt ra.

- Phương pháp điều tra thu thập

- Phương pháp chuyên gia

III. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

3.1. Cơ sở dữ liệu (CSDL)

Các mô hình tính toán sẽ tác nghiệp trên 4 loại cơ sở dữ liệu (CSDL):

- Dữ liệu về biên rắn: bình đồ địa hình vùng hạ lưu sông Cái Nha Trang (SCNT) từ trạm Đồng Trăng, qua Suối Dầu ra đến các Hà Ra và cửa Bé, tỷ lệ đo vẽ 1:10.000 do Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Tỉnh Khánh Hòa thực hiện từ năm 1996 đến năm 2001 bao gồm: địa hình, các công trình hạ tầng.
- Dữ liệu biên khí tượng thủy văn (KTTV): lưu lượng và mực nước trên các điểm biên mở và mưa.
- Bộ giá trị các thông số mô hình như hệ số nhám đáy, hệ số tán xạ rối.
- Bộ dữ liệu điều khiển quá trình thực thi các thực nghiệm số: bước tính, thời khoảng tính, thời điểm bắt đầu tính toán, chế độ tính toán.
- Vị trí cũng như lượng xả thải sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp nằm trong lưu vực Sông Cái được đưa vào mô hình để mô phỏng như từ Hình 1 đến Hình 3.

Bảng 1: Tần suất xuất hiện của các yếu tố tại các trạm thuộc lưu vực sông Cái

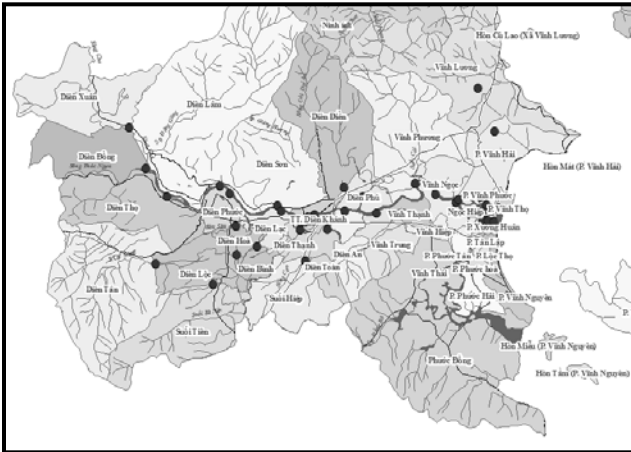
Yếu tố	P%					
	1%	3%	5%	10%	BĐIII	BĐII
Q Đồng Trăng (m ³ /s)	4074	3485	3195	2778	1294	832
H Đồng Trăng (cm)	1465	1413	1384	1337	1100	950
H Diên An (cm)	726	706	695	676	584	526

Bảng 2: Mực nước triều ứng với các tần suất

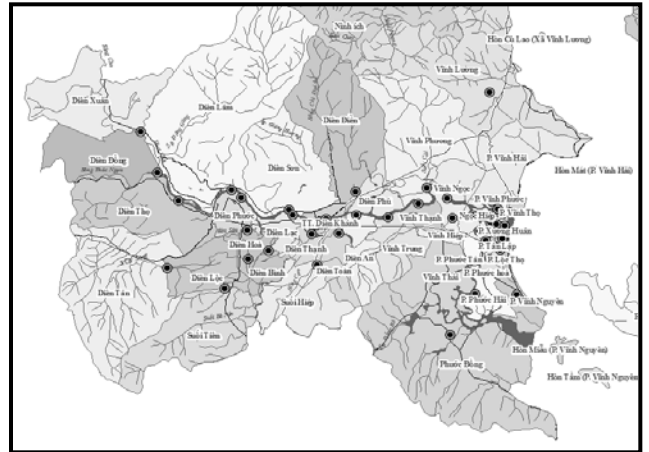
Trạm cầu Trần Phú	P(%)	1%	3%	5%	10%	20%	50%
	Hp(m)	1,49	1,41	1,37	1,31	1,24	1,12
Trạm cầu Bình Tân	P(%)	1%	3%	5%	10%	20%	50%
	Hp(m)	1,39	1,32	1,29	1,23	1,17	1,06

Bảng 3: Lượng mưa (mm) ngày lớn nhất ứng với các cấp tần suất (%)

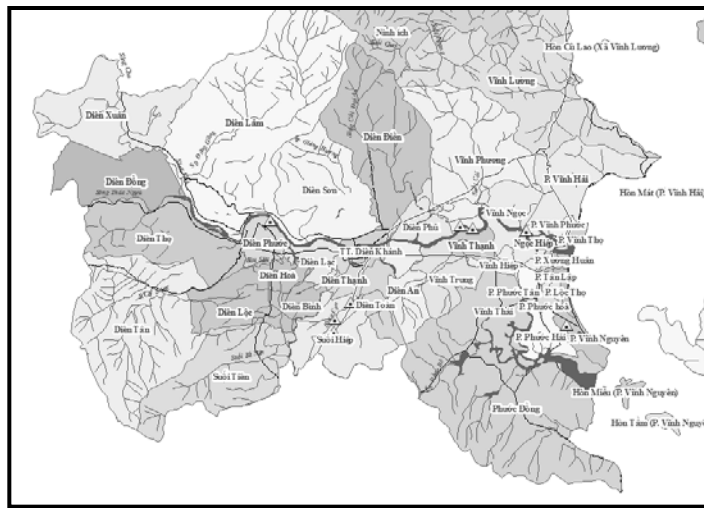
P%	1	3	5	10	20	50	X _{tb}
Nha Trang	484	382	334	273	212	132	160
Đồng Trăng	430	343	303	250	197	127	150



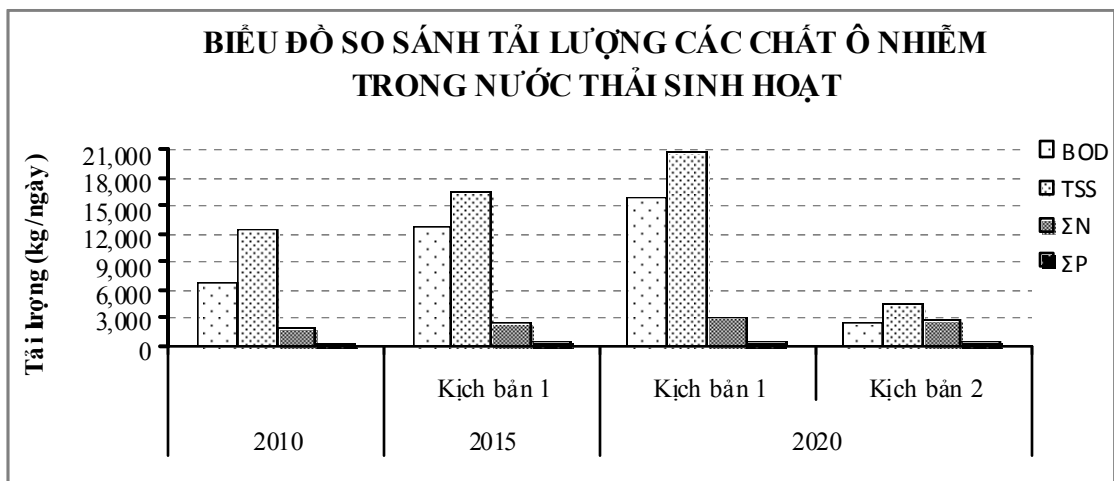
Hình 1: Sơ đồ vị trí các điểm xả thải sinh hoạt trên lưu vực SCNT

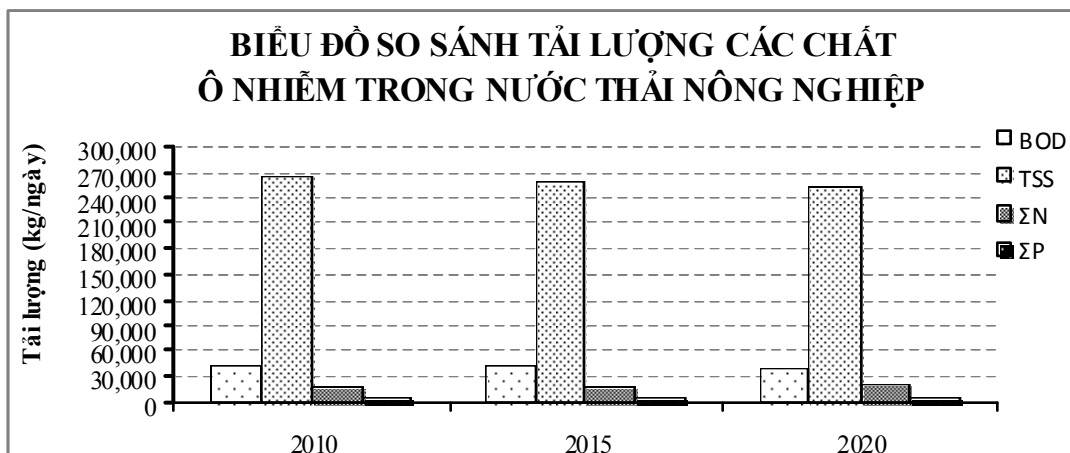
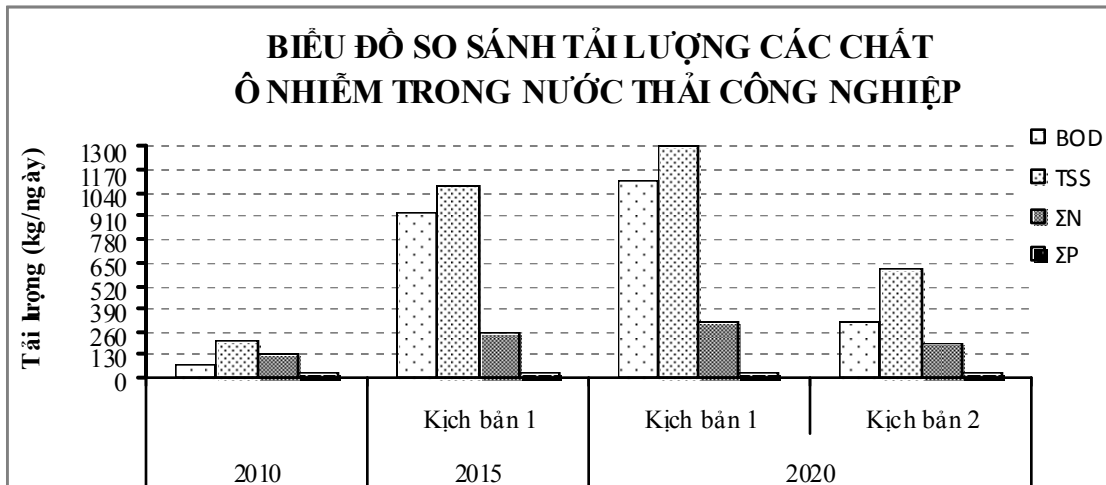


Hình 2: Sơ đồ vị trí các điểm xả thải nông nghiệp trên lưu vực SCNT



Hình 3: Sơ đồ vị trí các điểm xả thải công nghiệp trên lưu vực SCNT

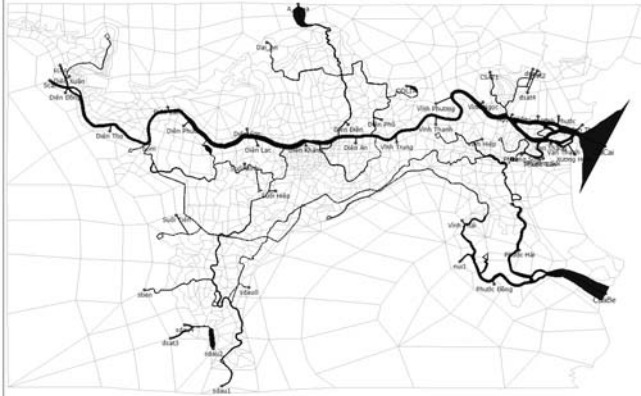




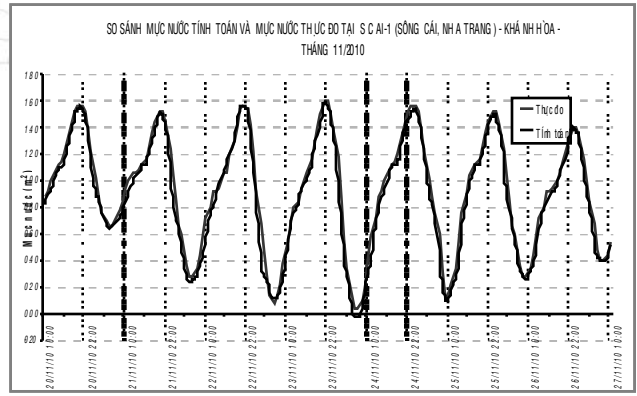
3.2. Hiệu chỉnh mô hình

- * Bộ dữ liệu đầu vào (bao gồm số liệu địa hình sông rạch, cầu, cống bờ bao, đường giao thông, bộ số liệu về các hằng số điều hòa của các sóng triều, thấm, bốc hơi...) có độ tin cậy chấp nhận được để mô phỏng [2] được thể hiện qua hình 4.
- * Số liệu tính toán dòng chảy và mực nước phù hợp với số liệu thực đo tại tất cả các điểm kiểm tra.
- * So sánh cụ thể một số vị trí đã thu thập mẫu chất lượng nước cho thấy, kết quả tính toán và thực đo có sự tương đồng khá cao.
- * Bộ thông số nhận được sau khi hiệu chỉnh để ứng dụng mô hình cho vùng nghiên cứu bảo đảm sự ổn định và bảo toàn để có thể chạy mô hình này trong khoảng thời gian dài và cho kết quả dự báo thể hiện qua các hình từ **Hình 5** đến **Hình 9**.
 - Hệ số nhám Manning tối ưu 0,024-0,03 vùng ngập nước thường xuyên (sông và biển) và 0,1-0,2 cho các vùng lũ tràn qua.
 - Bước tính theo thời gian tối ưu tương ứng là 3 giây.
 - Hệ số tán xạ rối trong mùa lũ là 0,1→1 m²/s.
 - Hệ số khuếch tán: tính theo công thức tỉ lệ hệ số nhớt xoáy là 0,6
 - Hệ số phân huỷ của BOD₅: 0.000006/s, của N và P là 0,000001/s.
 - Đường kính trung bình hạt d₅₀ = 0,09 mm.
 - Khối lượng riêng trung bình hạt: s=1800 kg/m³

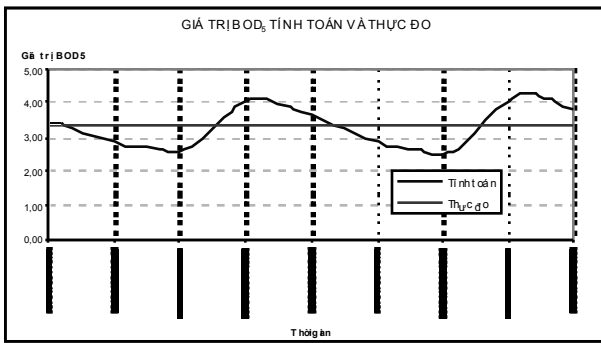
– Hệ số nhớt động học của nước = $1,01.10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



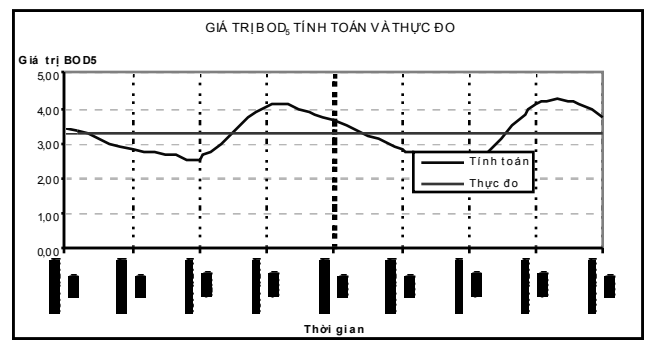
Hình 4 Sơ đồ thiết lập mô phỏng lưu vực sông Cái



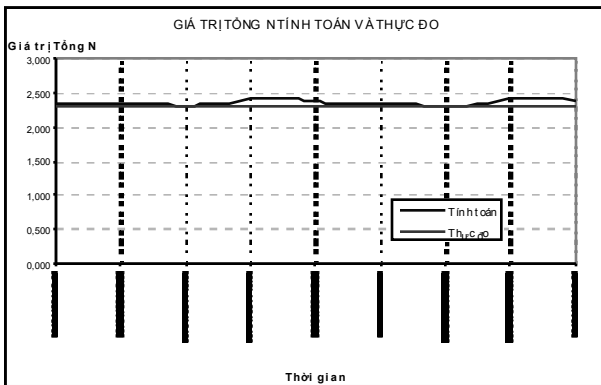
Hình 5: Kết quả kiểm định mô hình



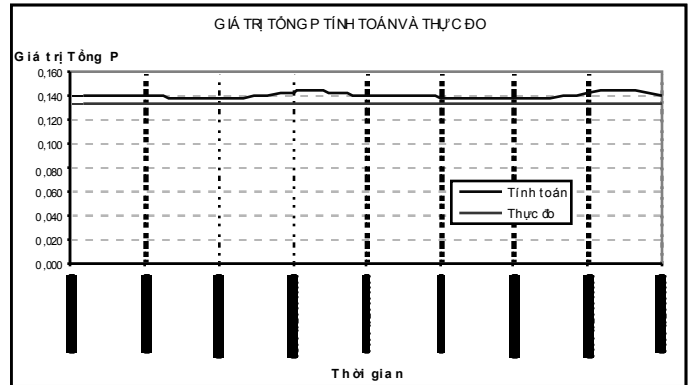
Hình 6: So sánh giá trị BOD₅ tính toán và thực đo tại cầu đường sắt sông Cái, tháng 4/2011



Hình 7: So sánh giá trị TSS tính toán và thực đo tại cầu đường sắt sông Cái, tháng 4/2011



Hình 8: So sánh giá trị tổng N tính toán và thực đo tại cầu đường sắt sông Cái, tháng 4/2011



Hình 9: So sánh giá trị tổng P tính toán và thực đo tại cầu đường sắt sông Cái, tháng 4/2011

3.3. Xây dựng các kịch bản (KB):

Các kịch bản được xây dựng cho chạy mô hình toán cụ thể như sau:

Năm 2010: sử dụng nồng độ đặc trưng nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp, nước thải nông nghiệp như hiện trạng hiện nay nhằm khôi phục hiện trạng môi trường nước thời điểm mùa lũ (tháng 11/2010), và mùa kiệt (tháng 4/2011).

Năm 2015 và 2020: các kịch bản được xây dựng tương ứng như sau:

- *Kịch bản 1 (KB1):* Sử dụng nồng độ đặc trưng nước thải từ các nguồn sinh hoạt, nông nghiệp, và công nghiệp chưa qua xử lý, đổ trực tiếp ra môi trường như hiện trạng (2015 và 2020).

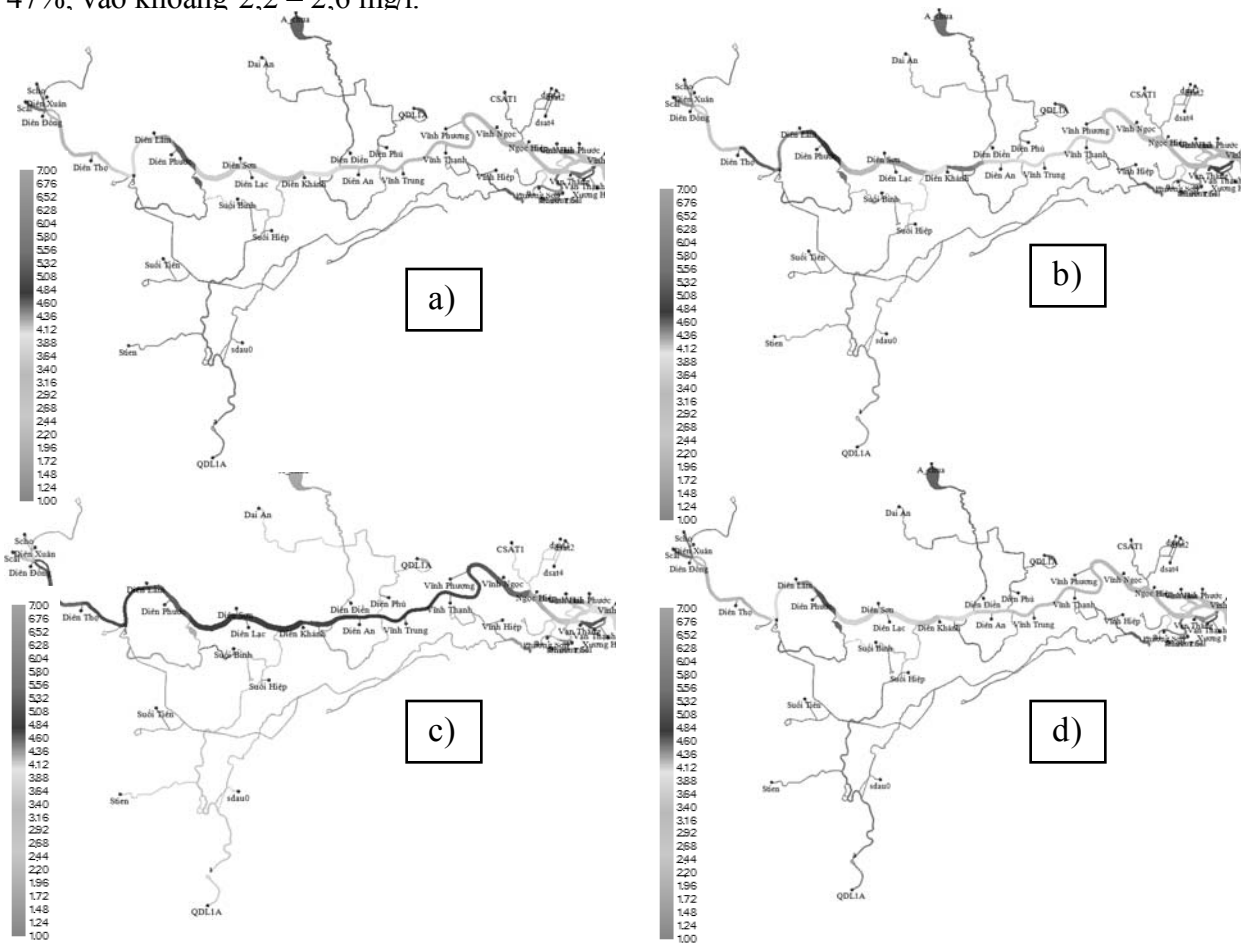
- *Kịch bản 2 (KB2)*: Có xét đến trường hợp nước thải sinh hoạt xử lý trước khi thải ra môi trường và sử dụng nồng độ tương đương với cột B – QCVN 14:2008, và nồng độ chất ô nhiễm do công nghiệp được xử lý đáp ứng các tiêu chuẩn xả thải QCVN 24:2009/BTNMT cột B.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Diễn biến BOD₅:

BOD₅ có xu thế chung là cao vào mùa kiệt và thấp vào mùa lũ, khu vực phía thượng nguồn có hàm lượng BOD₅ thấp hơn so với các khu vực khác phía hạ du. Với KB hiện trạng thì hầu hết các khu vực đều có hàm lượng BOD₅ trong nước đạt QCVN 08:2008 Cột A2 (6 mg/l) dao động trung bình từ 3 mg/l – 3,5 mg/l. Tuy nhiên, một số vị trí có sự ô nhiễm cục bộ vượt qua ngưỡng tiêu chuẩn cho phép như khu vực sông Kim Bông đi qua các phường Phương Sơn, Ngọc Hiệp, Phương Sài, tại cửa xả thải ở phường Xương Huân, cụ thể giá trị BOD₅ thường ở mức 20 mg/l – 25 mg/l, đặc biệt khi xảy ra triều rút.

Đến năm 2015 ứng với KB1 cho thấy, vào mùa kiệt mức tăng hàm lượng BOD₅ so với hiện nay xấp xỉ 21 % dao động từ 3,6 mg/l – 4.1 mg/l. Với KB2 khi thành phần ô nhiễm từ nước sinh hoạt và công nghiệp được khống chế ở một mức nhất định thì thấy rằng mức giảm mạnh nhất so với KB1 là vào mùa kiệt đạt xấp xỉ 23%, dao động từ 2,8 – 3,3 mg/l. Vào năm 2020 ứng với KB1 tương tự như năm 2015 hàm lượng BOD₅ tiếp tục tăng, tuy nhiên mức tăng BOD₅ có giảm, cụ thể như vào mùa kiệt mức tăng bình quân xấp xỉ 14% so với năm 2015, dao động khoảng 4 – 4,5 mg/l. Và với KB2, mức giảm mạnh nhất so với KB1 là vào mùa kiệt đạt xấp xỉ 47%, vào khoảng 2.2 – 2.6 mg/l.

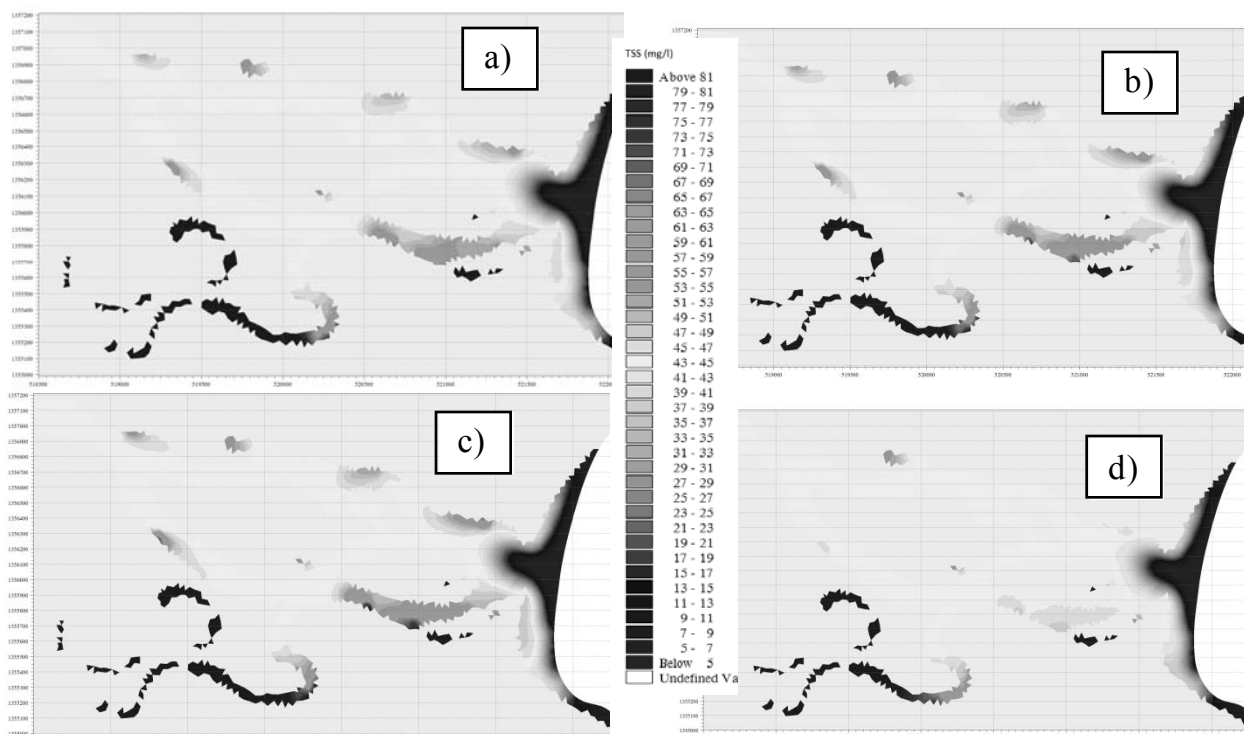


Hình 10a, b, c, d: Giá trị BOD₅ cho các kịch bản hiện trạng, năm 2015 KB1, năm 2020 KB1 và KB2.

Diễn biến TSS:

Vào mùa kiệt, hàm lượng TSS trung bình dao động từ 24 - 35 mg/l đều thấp hơn Cột B1 (50 mg/l), nhưng vào mùa lũ thì hàm lượng này vượt QCVN 08:2008 Cột B1 từ 5 ÷ 6 lần, dao động trung bình từ 250 - 280 mg/l. Tại số vị trí như cửa xả thải ở phường Xương Huân, Vĩnh Thọ, có lượng tổng chất rắn lơ lửng do chất thải sinh hoạt, như công nghiệp gây ra duy trì ở mức cao vượt ngưỡng cho phép, dao động 120 – 150 mg/l vào mùa kiệt

Đến năm 2015, ứng với KB1, vào mùa kiệt mức tăng hàm lượng TSS đạt xấp xỉ 18%, dao động trong khoảng 29 - 41 mg/l. Với KB2, mức giảm so với KB1 xấp xỉ 78 % vào khoảng từ 6 - 10 mg/l và hầu hết các vị trí đều đạt QCVN 08:2008 Cột A2 (30 mg/l). Vào năm 2020, ứng với KB1, hầu hết tại các vị trí đều đạt QCVN 08:2008 Cột B1 (50 mg/l). Lượng TSS trong nước dao động khoảng 32 - 43 mg/l. Đối với KB2, vào mùa kiệt TSS giảm khoảng 54 % dao động khoảng 15-30mg/l và các vị trí đều bằng hoặc thấp hơn QCVN 08:2008 Cột B1.

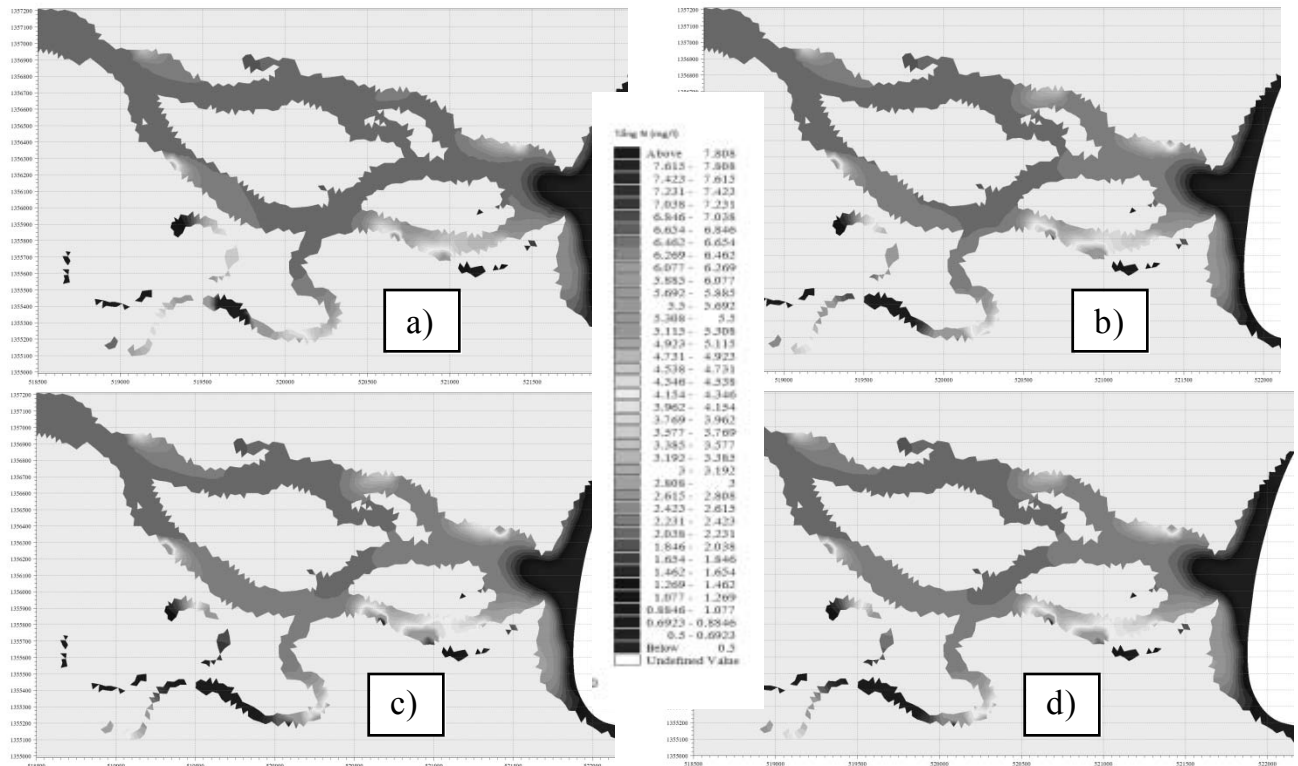


Hình 11 a, b, c, d: Giá trị TSS lân lượt cho các kịch bản hiện trạng, năm 2015 KB1, năm 2020 KB1 và KB2.

Diễn biến tổng Nitơ:

Nitơ tổng cao nhất tại điểm K3 (cầu Đường Sắt) trung bình khoảng 2,37 mg/l, và thấp nhất tại K1 (cầu Trần Phú) trung bình khoảng 1,57 mg/l vào mùa kiệt, nằm trong khoảng cho phép QCVN 08:2008 cột A2 (5 mg/l). Một số vị trí có cửa xả thải từ chất thải sinh hoạt, nông nghiệp có hàm lượng tổng Nitơ cao, vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 08:2008, thường xuyên dao động 10-15 mg/l, đặc biệt khi triều rút.

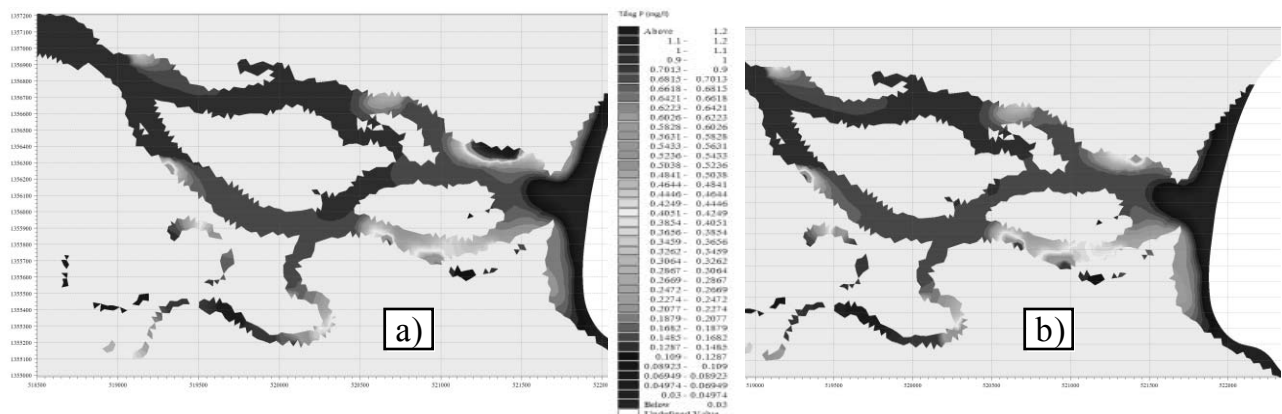
Đến năm 2015, ứng với KB1, hàm lượng Nitơ tổng vào mùa kiệt tăng bình quân so với hiện nay là 11% và giá trị chỉ còn dao động từ 1,83 đến 2,56 mg/l. Vào năm 2020, ứng với KB1, mức tăng bình quân vào mùa kiệt khoảng 11 % so với thời điểm năm 2015, mức tăng này xấp xỉ mức tăng giai đoạn từ 2011 đến 2015. Đối với KB2, cho thấy sự giảm mạnh của hàm lượng tổng Nitơ trong nước, mức giảm xấp xỉ 31 % so với KB1, dao động còn 1,38 – 2,04 mg/l.

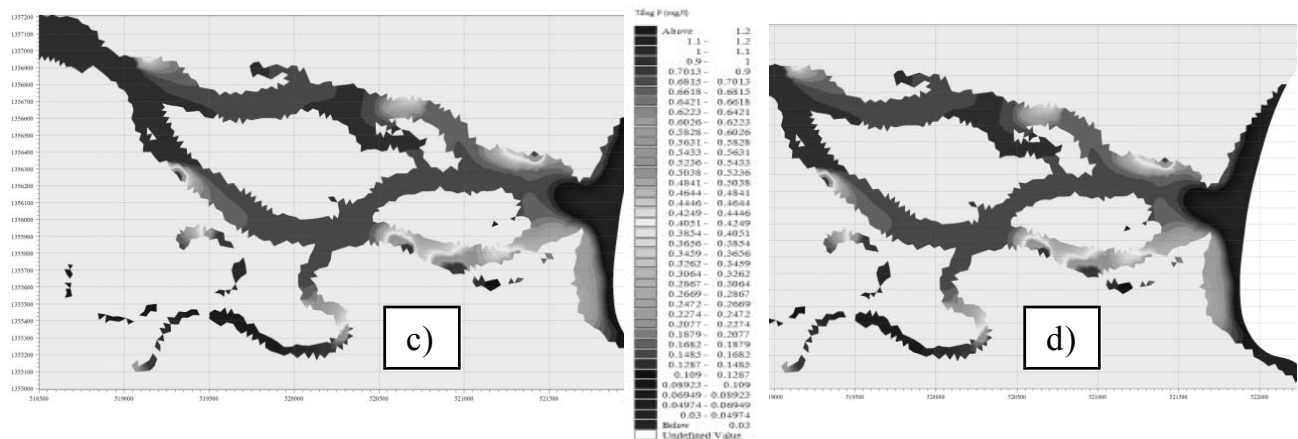


Hình 12 a, b, c, d: Giá trị Nitơ cho các kịch bản hiện trạng, năm 2015 KB1, năm 2020 KB1 và KB2.
Diễn biến tổng Photpho:

Giá trị tổng Photpho vào mùa kiệt trung bình dao động khoảng 0,045 mg/l, nằm trong khoảng cho phép QCVN 08:2008 cột A2 (0,2 mg/l). Cũng tương tự như giá trị tổng Nitơ, tại một số vị trí cửa xả thải xảy ra ô nhiễm chất dinh dưỡng từ ô nhiễm nước thải, nông nghiệp như tại phường Xương Huân, phường Ngọc Hiệp, xã Vĩnh Ngọc v.v..., các giá trị thường dao động 0,5 – 0,7 mg/l, vượt ngưỡng cho phép.

Đến năm 2015, ứng với KB1, mức tăng bình quân vào mùa kiệt xấp xỉ đạt 23 %. Đối với KB2, vào mùa kiệt hàm lượng Photpho giảm đáng kể, như tại khu vực cửa sông giảm từ 0.07 mg/l (KB1) còn 0,01 mg/l. Vào năm 2020, ứng với KB1, hàm lượng tổng Photpho trong nước tiếp tục tăng nhưng thấp hơn giai đoạn từ 2011 đến 2015, mức tăng bình quân vào mùa kiệt ước tính khoảng 9%. Đối với KB2, vào mùa kiệt cũng tiếp tục giảm tại các vị trí, như tại khu vực cửa sông hàm lượng Photpho giảm từ 0,08 mg/l (KB1) còn 0,02 mg/l.





Hình 13a, b, c, d: Giá trị Photpho cho các kịch bản hiện trạng, năm 2015 KB1, năm 2020 KB1 và KB2.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả tính toán đã cho thấy một bức tranh tổng thể về hiện trạng cũng như diễn biến chất lượng môi trường nước hiện nay và trong tương lai qua từng giai đoạn nhất định.

Kết quả thu được cho thấy môi trường nước tại vùng nghiên cứu tiếp tục bị tác động bởi các nguồn thải và suy giảm về chất lượng, vì các thông số chỉ thị đều tăng qua từng thời kỳ, mặc dù mức tăng khác nhau nhưng trung bình từ 15% đến 35% qua từng giai đoạn 5 năm. Bên cạnh đó, qua việc tính toán KB2 đã được nghiên cứu kỹ bởi nhóm thực hiện, thấy rằng nếu nguồn xả từ hoạt động sản xuất công nghiệp và nước thải sinh hoạt của người dân được kiểm soát tốt thì tình trạng ô nhiễm môi trường sẽ không quá nghiêm trọng trong tương lai.

Qua kết quả trên có thể thấy rằng, xét tổng thể chất lượng nước toàn bộ lưu vực sông Caisi Nha Trang chưa đáng báo động trong hiện tại cũng như tương lai gần, bởi vì chúng nhanh chóng được pha loãng bởi lượng nước từ thượng nguồn cũng như triều biển Đông. Tuy nhiên, tại một số vị trí cục bộ như các cửa xả thải ở phường Xương Huân, khu vực sông Kim Bồng qua phường Phương Sơn, Phương Sài bị ô nhiễm, vượt tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 08-2002. Là một thành phố du lịch, có sự yêu cầu cao về chất lượng môi trường, trong những thập niên tới đề nghị chính quyền và các ban, ngành địa phương cần nỗ lực trong công tác quản lý các nguồn xả thải cũng như làm tốt công tác kiểm tra, giám sát về môi trường tại địa phương và nhanh chóng đưa ra những giải pháp đồng bộ, nhất quán, đặc biệt đề cao sự kết hợp hài hòa giữa các nhóm giải pháp công trình và phi công trình nhằm đáp ứng được các yêu cầu như kịch bản KB2 đã đưa ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Nguyễn Hữu Nhân, 2002. Giáo trình hướng dẫn sử dụng Hydrogis.
- [2] TS. Nguyễn Hữu Nhân, 2004. Nghiên cứu chế độ thủy lực sông Caisi trên mô hình toán và mô hình vật lý.
- [3] Danish Hydraulics Institute, 2009. Giáo trình hướng dẫn Mike 21/3 FM.