

MỞ ĐẦU

Tính cấp thiết của đề tài

Hiện nay, có rất nhiều công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt đã được áp dụng trên Thế giới và ở Việt Nam như công nghệ sinh học, công nghệ hóa sinh, công nghệ xử lý nước thải phân tán, công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt Johkasou-Nhật Bản, cánh đồng lọc, cánh đồng tưới... Qua nghiên cứu tìm hiểu về các công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt trong nước cũng như nước ngoài, luận văn đề xuất nghiên cứu mô hình xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo với tiêu chí giá thành rẻ, dễ vận hành, chi phí vận hành thấp, vừa xử lý nước thải vừa khôi phục cảnh quan lưu vực sông, kết hợp làm công viên sinh thái nhưng vẫn đảm bảo xử lý nước thải sinh hoạt đạt tiêu chuẩn xả thải (QCVN 14: 2008/BTNMT), để áp dụng trong điều kiện Việt Nam, nhất là các khu dân cư, thị trấn, thị xã dọc lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

Hiện tại và trong tương lai là thời kỳ gia tăng mạnh mẽ và phát triển toàn diện công nghiệp hoá, hiện đại hoá, trên toàn lưu vực sông Nhuệ - Đáy, nhiều vấn đề cấp bách về môi trường đã, đang và sẽ nảy sinh phức tạp ở các quy mô khác nhau cần thiết phải được xem xét, xử lý, khắc phục, phòng ngừa... Chính vì lẽ đó việc nghiên cứu mô hình hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo cho các khu dân cư và đô thị dọc lưu vực sông Nhuệ - Đáy, nhằm từng bước khắc phục ô nhiễm, khôi phục cảnh quan lưu vực sông Nhuệ - Đáy, là vấn đề cấp thiết có ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn.

Cơ sở khoa học và thực tiễn của đề tài

Cơ sở khoa học của đề tài

Bãi lọc ngập nước nhân tạo hay bãi lọc trồng cây là công nghệ xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên mang tính bền vững và thân thiện. Công nghệ này đã được phát triển tại châu Âu và ngày càng được ứng dụng rộng trên thế giới. Bãi lọc ngập nước nhân tạo được nghiên cứu xây dựng nhằm khắc phục những nhược điểm của bãi đất ngập nước tự nhiên mà vẫn có được những ưu điểm của đất ngập nước tự nhiên. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, bãi lọc nhân tạo trồng cây hoạt động tốt

hơn so với đất ngập nước tự nhiên cùng diện tích, do đáy của bãi lọc nhân tạo có lót chống thấm tạo độ dốc hợp lý, qua đó chế độ thủy lực được kiểm soát. Độ tin cậy trong hoạt động của bãi lọc nhân tạo cũng được nâng cao do thực vật và những thành phần khác trong bãi lọc nhân tạo có thể quản lý được như mong muốn.

❖ *Cơ sở thực tiễn của đề tài*

Xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng các loại thực vật đã và đang được áp dụng tại nhiều nước trên thế giới với ưu điểm là chi phí đầu tư và vận hành thấp, cấu trúc đơn giản, có khả năng xử lý triệt để nước thải.

Qua các thí nghiệm và ứng dụng thực tế cho thấy. Bãi lọc trồng cây có thể loại bỏ các chất hữu cơ có khả năng phân huỷ sinh học, chất rắn, Nitơ, Phốtpho, kim loại nặng, các hợp chất hữu cơ, kể cả vi khuẩn và vi rút. Các chất ô nhiễm trên được loại bỏ nhờ nhiều cơ chế diễn ra đồng thời trong bãi lọc như lắng, lọc, kết tủa, hấp phụ sinh hóa, trao đổi chất của vi sinh vật và sự hấp thụ của thực vật.

✚ *Mục đích của đề tài (các kết quả cần đạt được)*

Đề xuất mô hình xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo, góp phần ngăn chặn suy thoái, ô nhiễm môi trường, khôi phục cảnh quan môi trường trên một lưu vực sông, làm cơ sở nhân rộng cho các lưu vực sông khác của Việt Nam.

✚ *Đối tượng và phạm vi nghiên cứu*

❖ *Đối tượng nghiên cứu*

Đối tượng lựa chọn nghiên cứu là thị trấn Me, huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình

Khu vực lựa chọn có địa hình bằng phẳng, phía Nam giáp với núi đá, phía Bắc giáp với cánh đồng lúa, phía Đông và Tây giáp với đường vào bãi đá, khu đất thuộc khu đất dự trữ của Thị Trấn, đất được dùng vào các mục đích công cộng, hiện tại trên diện tích đất chỉ trồng cây xanh của thị trấn, không có nhà cửa và các công trình xây dựng khác vì vậy không phải giải phóng hay đền bù đất đai, rất thuận tiện cho thi công xây dựng công trình.

Do vậy việc lựa chọn thị trấn Me làm địa điểm thực hiện dự án là nơi có tính chất đại diện, điển hình rất cao cho các khu dân cư tập trung. Đặc biệt là cho lưu vực sông Nhuệ - Đáy và cho các vùng của đồng bằng Bắc Bộ.

❖ *Phạm vi nghiên cứu*

- Nghiên cứu đề xuất mô hình xử lý nước thải sinh hoạt phù hợp nhằm ngăn chặn suy thoái, ô nhiễm môi trường, khôi phục cảnh quan môi trường trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy.
- Nghiên cứu mô hình hệ thống xử lý giảm thiểu ô nhiễm do nước thải sinh hoạt cho thị trấn Me, huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình.

✚ *Các phương pháp nghiên cứu*

- Phương pháp tổng hợp lý thuyết.
- Phương pháp kế thừa.
- Phương pháp chuyên gia.
- Phương pháp điều tra, khảo sát, thu thập thông tin
- Phương pháp phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm
- Phương pháp sử dụng các phần mềm tin học.
- Phương pháp thiết kế

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG CÔNG NGHỆ BÃI LỌC TRỒNG CÂY NHÂN TẠO

1.1. Giới thiệu chung về bãi lọc ngập nước nhân tạo

Bãi lọc ngập nước là hệ sinh thái ngâm nước với mực nước nông hoặc xấp xỉ bề mặt đất và được cấy trồng các loại thực vật có khả năng phát triển trong điều kiện đất ẩm. Thực vật sử dụng năng lượng mặt trời để hấp thụ cacbon từ khí quyển và chuyển hóa thành các chất hữu cơ là nguồn năng lượng cung cấp cho các hoạt động sống và phát triển của các vi khuẩn dị dưỡng (động vật, vi khuẩn và nấm)

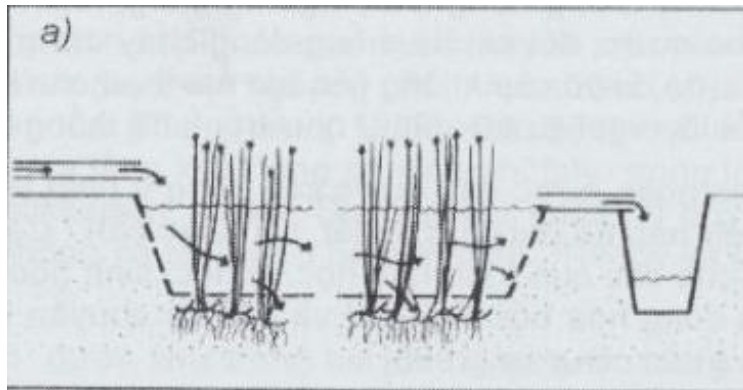
Bãi lọc ngập nước có khả năng phân hủy, chuyển hóa các chất hữu cơ và các chất khác. Với khả năng đó, bãi lọc ngập nước nhân tạo được sử dụng để làm sạch nước (xử lý nước thải đô thị, nông nghiệp, công nghiệp và nước mưa). Bãi lọc ngập nước được coi như “quả thận của tạo hóa” (kidneys of the landscape) với những đặc tính về thủy học và các chu trình hóa học, là nơi chứa các chất thải từ các nguồn tự nhiên và nhân tạo [Mitsch và Gosselink, 1993].

Ngoài mục đích dùng để xử lý nước, bãi lọc ngập nước còn có những lợi ích khác như tạo cảnh quan và môi trường sống cho con người và các loài thú. Có thể coi bãi lọc ngập nước như các “siêu thị sinh học” bởi tính đa dạng sinh học của nó. Nhiều loài muông thú (chim, bò sát, các động vật lưỡng cư, cá, v.v...) sống và phát triển trong môi trường bãi lọc ngập nước hoặc sử dụng cánh đồng ngập nước làm nơi cư trú định kỳ với một khoảng thời gian nhất định trong chu kỳ sống và phát triển [Hammer, 1992]. Bãi lọc ngập nước còn có các giá trị cao về thẩm mỹ.

Bãi lọc ngập nước nhân tạo có thể được phân loại theo hình thức nuôi trồng điển hình của các loài thực vật như: hệ thống thực vật nổi, hệ thống rễ chùm nổi và hệ thống thực vật chìm [Brix và Schierup, 1989]. Hầu hết các hệ thống đều sử dụng các loại cây rễ chùm, tuy nhiên có thể phân loại theo dạng vật liệu sử dụng và chế độ dòng chảy trong hệ thống.

1.1.1. Các dạng bãi lọc ngập nước nhân tạo

1.1.1.1. Bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy bề mặt



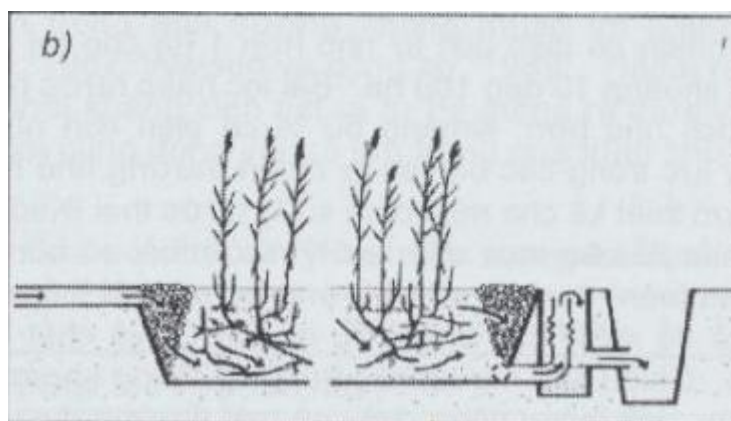
Hình 1.1. Hệ thống dòng chảy bề mặt, dạng hồ [Brix, 1993]

Hệ thống dòng chảy bề mặt là hệ thống được thiết kế có lớp nước bề mặt tiếp xúc với không khí.

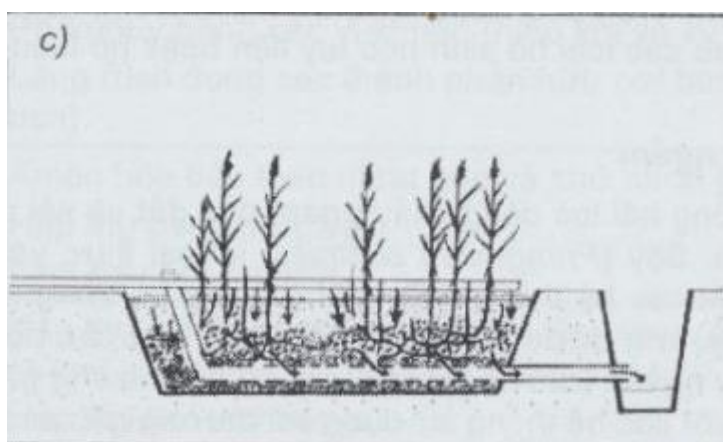
Tất cả các dạng bãi lọc ngập nước đều được cây trồng ít nhất là một loại thực vật có rễ trong một loại vật liệu nào đó (thường là đất, sỏi hoặc cát). Các chất ô nhiễm được khử nhờ sự phối hợp của các quá trình hóa học, lý học, sinh học, lắng, kết tủa và hấp thụ vào đất, quá trình đồng hóa bởi thực vật và các sự chuyển hóa bởi các vi khuẩn [Brix, 1993; Vymazal và các cộng sự, 1998].

Bãi lọc ngập nước tự nhiên có diện tích từ 1ha cho tới 1000 ha; khoảng 50% có diện tích trong khoảng từ 10 đến 100 ha. Bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy bề mặt thường có diện tích nhỏ hơn: khoảng 60% có diện tích nhỏ hơn 10 ha. Thông thường, tải lượng thủy lực trong các bãi lọc tự nhiên thường nhỏ hơn so với các bãi lọc nhân tạo do không được thiết kế cho mục đích xử lý nước thải [Kadlec and Knight, 1996]. Các hệ thống được thiết kế cho mục đích xử lý nước thải có nồng độ nito và photpho thấp (hoặc lưu giữ hoàn toàn) thường có tải lượng bề mặt thấp, ngược lại đối với các hệ thống được thiết kế để xử lý các chất hữu cơ (BOD) và chất lơ lửng thường có tải lượng bề mặt cao hơn. Chiều sâu mực nước trong hệ thống khoảng 5 đến 90 cm, thông thường là 30 đến 40 cm. Hệ thống dòng chảy bề mặt thường được sử dụng để xử lý bổ sung và được bố trí sau các loại hồ sinh học tùy tiện hoặc hồ hiếu khí trong dây chuyền xử lý nước thải.

1.1.1.2. Bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy ngầm



Hình 1.2. Hệ thống dòng chảy ngầm ngang, dạng bãi lọc chống thấm [Brix, 1993]



Hình 1.3. Hệ thống dòng chảy ngầm đứng, dạng bãi lọc chống thấm [Brix, 1993]

Ở Châu Âu, các hệ thống bãi lọc dòng chảy ngầm qua đất và sỏi đã được ứng dụng và xây dựng rất phổ biến. Sậy là loài thực vật được cấy trồng phổ biến nhất trong hầu hết các hệ thống, một số hệ thống có trồng thêm các loại thực vật khác. Đất hoặc sỏi thường được dùng làm vật liệu trong các bãi lọc vì chúng có khả năng duy trì dòng chảy ngầm. Các hệ thống sử dụng đất thường gặp vấn đề về dòng chảy tràn bề mặt, đối với các hệ thống sử dụng sỏi thường gặp các hiện tượng tắc dòng. Hệ thống dòng chảy ngầm thường có diện tích bề mặt nhỏ (<0,5 ha) và tải lượng thủy lực lớn hơn so với hệ thống dòng chảy bề mặt.

Ở Châu Âu, các hệ thống dòng chảy ngầm thường được sử dụng để xử lý bậc hai đối với nước thải sinh hoạt từ các khu vực nông thôn có dân số khoảng 4400 dân. Ở Bắc Mỹ, hệ thống này được sử dụng để xử lý bậc ba đối với nước thải sinh hoạt từ các khu vực có dân số lớn hơn [5].

1.1.2. Cơ chế xử lý trong bãi lọc ngập nước nhân tạo

Cơ chế xử lý chính đối với các thành phần nitơ trong bãi lọc ngập nước nhân tạo là các quá trình nitrat hoá và khử nitrat [Gersberg và Goldman, 1983; Redd và các cộng sự, 1989]. Tại các vùng hiếu khí, các vi khuẩn nitrat hoá oxy hoá amôni thành nitrat, tại các vùng thiếu khí các vi khuẩn khử nitrat chuyển hoá nitrat thành khí nitơ (N_2). Ôxy cần thiết cho quá trình nitrat hoá được cung cấp từ không khí và từ hệ rễ thực vật. Trong hệ thống dòng chảy ngầm đứng với hình thức tưới gián đoạn, khả năng oxy hoá cao hơn nên hiệu quả nitrat hoá đạt cao hơn nhiều so với hệ thống đất bão hoà nước. Cây trồng hấp thụ nitơ và tổng hợp thành sinh khối. Tuy nhiên sự hấp thụ nitơ bởi cây trồng thường có tốc độ thấp hơn so với quá trình khử nitrat. Ngoài ra, sự phân huỷ các chất ô nhiễm cũng được thực hiện bởi các quá trình khác. Các vùng kỵ khí cũng thường được hình thành trong bãi lọc ngập nước nhân tạo, và các chất ô nhiễm cũng được khử trong điều kiện kỵ khí tại các vùng này. Các vi khuẩn kỵ khí có thể phân huỷ các hợp chất hữu cơ và khử nitrat. Quá trình khử nitrat chỉ có thể xảy ra trong điều kiện không có oxy và giàu cacbon hữu cơ (nguồn dinh dưỡng cho các vi khuẩn khử nitrat) [5].

Quá trình khử photpho trong bãi lọc ngập nước xảy ra chủ yếu bởi các phản ứng hấp thụ và kết tủa cùng các nguyên tố khoáng chất như nhôm (Al), sắt (Fe), canxi (Ca) và mùn sét trong đất trầm tích [Richardson, 1985]. Các trạng thái đất ẩm và khô trong các giai đoạn luân phiên làm tăng khả năng cố định photpho trong lớp trầm tích [Bayley et al., 1985; Sah and Mikkelsen, 1986]. Sự hấp thụ photpho bởi thực vật đóng vai trò quan trọng trong hệ thống có tải lượng bề mặt thấp [Reddy và De Busk, 1985; Breen, 1990].

Các virus, mầm bệnh được khử trong bãi lọc ngập nước bằng các quá trình lắng, lọc và tiêu huỷ tự nhiên trong môi trường không thuận lợi [Lance và cộng sự, 1976; Gersberg và cộng sự, 1987; Watson và cộng sự, 1989]. Ngoài ra, các vi khuẩn cũng bị ảnh hưởng bởi các chất kháng sinh tiết ra từ hệ thống rễ thực vật [Seidel và cộng sự, 1978]. Bức xạ tử ngoại cũng đóng vai trò lớn trong quá trình khử trùng đối với hệ thống có lớp nước bề mặt.

Bảng 1.1. Các cơ chế xử lý ô nhiễm trong bãi lọc ngập nước

Thành phần	Cơ chế xử lý
Chất lơ lửng	Lắng/ lọc và phân hủy.
BOD	Phân hủy bằng các vi khuẩn (hiếu khí và kỵ khí). Lắng (tích đọng các thành phần hữu cơ/bùn trên bề mặt trầm tích).
Nitơ	Amôn hóa tiếp theo nitrat hóa và khử nitrat bằng vi khuẩn; Hấp thụ bằng thực vật; Làm bay hơi amôniac.
Phốtpho	Hấp thụ (phản ứng hấp thụ - kết tủa cùng các khoáng chất: nhôm, sắt, canxi, và mùn sét trong đất). Hấp thụ bởi cây trồng.
Vi trùng	Lắng/Lọc. Tiêu hủy tự nhiên. Bức xạ tử ngoại. Chiết suất kháng sinh từ rễ thực vật.

Một phần nhỏ các nguyên tố kim loại cũng được hấp thụ và kết hợp cùng các khoáng chất hữu cơ và được tích tụ trong bãi lọc ngập nước dưới dạng trầm tích. Sự hấp thụ bởi thực vật và chuyển hoá bởi các vi khuẩn cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong xử lý kim loại [Watson và cộng sự, 1989].

1.1.3. Khả năng xử lý trong bãi lọc ngập nước nhân tạo

Tất cả các dạng bãi lọc ngập nước đều có khả năng khử chất lơ lửng với hiệu quả cao. Nồng độ chất lơ lửng trong nước sau xử lý trung bình nhỏ hơn 20 mg/l và thường dưới 10 mg/l. Đối với hệ thống dòng chảy bề mặt có diện tích mặt nước tiếp xúc với không khí lớn, hiệu quả xử lý chất lơ lửng thường thấp hơn do khả năng phát triển của các loại rong, tảo. Các bãi lọc loại này cần được thiết kế có độ sâu mực nước thấp, cấy trồng các loại thực vật nổi với mật độ lớn tại khu vực thu nước để loại bỏ tảo trước khi xả nước ra nguồn tiếp nhận. Thực vật nổi trồng trên bề mặt nước sẽ hạn chế khả năng phát triển tảo do ngăn cản quá trình quang hợp của các loài thực vật sống trong nước [5].

Bãi lọc ngập nước có khả năng xử lý BOD cao, nồng độ BOD trong nước sau

xử lý thường nhỏ hơn 20 mg/l. Trong tất cả các dạng bãi lọc đều có chu trình tuần hoàn cacbon riêng sản sinh lượng BOD thấp (1÷3 mg/l), vì vậy BOD trong nước sau xử lý thường trong mức giới hạn thấp [Kadlec và Knight, 1996]. Thậm chí đối với những khu vực có điều kiện khí hậu thấp hoặc có khả năng đóng băng vào mùa đông, BOD trong nước sau xử lý vẫn đạt ở mức thấp [Brix, 1998].

Khả năng khử nitơ và photpho trong bãi lọc ngập nước nhân tạo có thể không ổn định và phụ thuộc vào các đặc tính thiết kế và tải lượng chất rắn. Sự gia tăng lượng sinh khối dư và các khoáng chất là cơ sở bền vững cho quá trình khử photpho trong bãi lọc ngập nước. Để đạt được hiệu quả xử lý photpho thường phải mất một thời gian lâu. Bãi lọc dùng trong mục đích xử lý photpho thường lớn và tiếp nhận nước thải loãng hoặc nước thải đã được xử lý sơ bộ. Bãi lọc ngập nước có khả năng xử lý nitơ dễ hơn so với photpho. Các hợp chất nitơ được các vi khuẩn chuyển hoá thành khí nitơ và thoát vào khí quyển. Quá trình oxy hoá thường giới hạn khả năng khử nitơ, vì vậy cấu tạo của bãi lọc và thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải có ảnh hưởng lớn tới khả năng khử nitơ. Các hệ thống dòng chảy ngầm thường đạt hiệu quả khử nitơ ở mức 30 ÷ 40%; đối với hệ thống dòng chảy bề mặt có tải trọng bề mặt thấp hơn và thường có hiệu quả khử nitơ đạt cao hơn 50%.

Bãi lọc ngập nước có khả năng lưu giữ tốt một số kim loại nặng. Tuy nhiên khả năng lưu giữ kim loại của bãi lọc thường có giới hạn nhất định, trong trường hợp quá tải, nồng độ kim loại có thể đạt ngưỡng gây độc cho hệ thực vật trong hệ thống. Vì vậy không nên sử dụng bãi lọc ngập nước để xử lý các loại nước thải có nồng độ kim loại nặng cao.

Bãi lọc ngập nước nhân tạo có khả năng khử vi trùng thông qua các quá trình tiêu huỷ tự nhiên, nhiệt độ thấp, bức xạ tử ngoại, thức ăn của các loại động vật trong hệ thống lắng đọng. Thông thường thời gian lưu giữ nước trong bãi lọc lâu nên khả năng khử khuẩn cao đặc biệt là đối với hệ thống bãi lọc ngập nước trồng cây.

Các loại thực vật trồng trong bãi lọc thường có năng suất phát triển cao, vì thế nhu cầu hấp thụ các chất dinh dưỡng cũng đáng kể. Khả năng hấp thụ của thực vật có thể khử các chất dinh dưỡng trong nước thải, chuyển hoá thành sinh khối và

được định kỳ thu hoạch ra khỏi hệ thống. Tuy nhiên, bãi lọc ngập nước nhân tạo được sử dụng với mục đích xử lý nước thải, lượng chất dinh dưỡng được khử do thu hoạch cây trồng thường không đáng kể so với tải lượng dinh dưỡng cần loại bỏ từ nước thải [5].

1.1.4. Thiết kế bãi lọc ngập nước nhân tạo

Các bãi lọc ngập nước nhân tạo phục vụ mục đích xử lý nước thải có thể được phân loại theo hình thức phân phối nước và hướng của dòng chảy. Các đặc tính thủy lực của dòng chảy trong hệ thống có ý nghĩa quan trọng tới công tác thiết kế, vận hành và bảo dưỡng. Vì vậy các loại hệ thống dòng chảy ngang và dòng chảy đứng sẽ có những đặc điểm khác nhau cơ bản về thiết kế.

1.1.4.1. Bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy ngang

Thiết kế bãi lọc ngập nước nhân tạo bao gồm: tính toán thủy lực hệ thống; tính toán thiết kế theo số dân cần phục vụ; thiết kế cấu tạo và lựa chọn các thiết bị, vật liệu.

a. Xác định quy mô, kích thước và quy hoạch mặt bằng

Quy mô kích thước và các đặc tính vật lý của hệ thống phụ thuộc vào địa hình, địa chất và tính chất của đất nền tại khu vực thiết kế. Để xác định được quy mô và các thành phần trong hệ thống bãi lọc ngập nước nhân tạo cần tiến hành thiết kế thủy lực và tính toán mức độ xử lý cần thiết đảm bảo làm sạch các chất ô nhiễm. Thiết kế thủy lực hệ thống bãi lọc ngập nước nhân tạo cần đề cập tới một số yếu tố: bãi lọc ngập nước nhân tạo không phải là hệ thống tĩnh, sự biến đổi theo thời gian của các đặc tính vật lý và các điều kiện môi trường hình thành làm thay đổi chế độ thủy lực trong hệ thống. Các phương pháp tính thủy lực truyền thống đối với hệ thống dòng chảy ngầm được thực hiện theo định luật Darcy, đối với hệ thống dòng chảy bề mặt thường áp dụng các công thức tính toán mương hở. Hiện nay, do sự phát triển của tin học, nhiều mô hình tính toán cũng đã được thiết lập và ứng dụng.

Công thức Darcy:

$$Q = k_s A_c S_w \quad (1.1)$$

Trong đó:

Q : Lưu lượng trung bình của dòng chảy qua bãi lọc ($m^3/ngày$)

k_s : Hệ số dẫn thủy lực ($m/ngày$)

A_c : Diện tích mặt cắt ngang của bãi lọc (m^2)

S_w : Độ dốc thủy lực (m/m)

Các yếu tố cần đề cập tới trong tính toán thủy lực bao gồm: độ dốc khu vực, độ dốc mực nước; lực cản ma sát do các thành phần thực vật, màng sinh học, vật liệu; độ sâu mực nước; chu kỳ cấp nước và làm khô; khả năng tắc dòng trong hệ thống. Ngoài ra còn có thêm các yếu tố như cường độ mưa, lượng mưa lớn nhất và thấp nhất tại khu vực. Bãi lọc cần được cấp nước bằng hệ thống công phân phối và hệ thống quản lý mực nước [5].

Khả năng xử lý các chất ô nhiễm được tính toán dựa trên các mô hình tính toán tốc độ phân hủy các chất ô nhiễm theo phương trình vi phân cấp một. Kết quả tính toán cho phép xác định diện tích cần thiết của bãi lọc nhằm đáp ứng mức độ làm sạch các chất ô nhiễm trong nước thải, hoặc lưu lượng nước thải có thể xử lý được. Phương pháp tính được ứng dụng nhiều nhất là phương pháp đề cập tới nồng độ nền của chất ô nhiễm ($d-C^*$), là nồng độ chất ô nhiễm sẵn có hoặc được tạo thành bởi bản thân bãi lọc ngập nước nhân tạo [Kadlec và Knight, 1996].

$$q \frac{dC}{dy} = -k(C_r - C^*) \quad (1.2)$$

$$\ln \left(\frac{C_r - C^*}{C_v - C^*} \right) = \frac{-k}{q}$$

Trong đó:

q : Tải trọng thủy lực ($m/ngày$)

k : Hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất ($m/ngày$)

C_v : Nồng độ chất ô nhiễm đầu vào (mg/l)

C_r : Nồng độ chất ô nhiễm sau xử lý (mg/l)

C^* : Nồng độ nền của chất ô nhiễm trong hệ thống (mg/l)

Phương pháp này cho phép tính diện tích cần thiết để xử lý chất ô nhiễm:

$$A = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) \quad (1.3)$$

Trong đó:

Q: Lưu lượng ($m^3/ngày$)

k: Hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất ($m/ngày$)

C_v : Nồng độ chất ô nhiễm đầu vào (mg/l)

C_r : Nồng độ chất ô nhiễm sau xử lý (mg/l)

C^* : Nồng độ nền của chất ô nhiễm trong hệ thống (mg/l)

Giá trị C^* phụ thuộc vào dạng hệ thống, dạng thực vật và nồng độ chất ô nhiễm của nước thải được xử lý [Kadlec và Knight, 1996]. Giá trị nồng độ nền (C^*) điển hình đối với các dạng chất ô nhiễm có thể lấy như sau: TSS 2÷5 mg/l , BOD 1÷5 mg/l , tổng-N <1,5 mg/l , tổng-P <0,02 mg/l và faecal coliforms <300 mg/l .

Hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất phụ thuộc vào thành phần chất ô nhiễm và dạng bãi lọc. Đối với một số chất ô nhiễm, giá trị của hệ số này còn phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ.

$$k_t = k_{20}\theta^{(T-20)} \quad (1.4)$$

Trong đó:

k_t : Giá trị của hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất tại nhiệt độ T ($m/năm$)

k_{20} : Giá trị của hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất tại nhiệt độ 20°C ($m/năm$)

θ : Hệ số điều chỉnh nhiệt độ

T: Nhiệt độ (°C)

Giá trị của các thông số cơ bản dùng trong tính toán thiết kế bãi lọc ngập nước dòng chảy ngang được trình bày trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Các thông số thiết kế cơ bản đối với bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy ngang.

Chất ô nhiễm	Dòng chảy bề mặt		Dòng chảy ngầm	
	k_{20} ($m/năm$)	θ	k_{20} ($m/năm$)	θ
BOD ₅	34	1,00	180	1,00
TSS	1000*	1,00	3000*	1,00

Tổng-N	22	1,05	27	1,05
Tổng-P	12	1,00	12	1,00
Faecal Coliforms	75	1,00	95	1,00

*: Giá trị ước tính

Nguồn: Kadlec và Knight, 1996

b. Phân đơn nguyên

Bãi lọc ngập nước nhân tạo cần được thiết kế có số đơn nguyên ít nhất là 2, các đơn nguyên được vận hành song song. Số đơn nguyên có thể nhiều hơn 2, tuy nhiên cần xem xét tới các yếu tố kinh tế, địa lý, yêu cầu về chất lượng nước sau xử lý. Tăng số đơn nguyên sẽ làm tăng diện tích, số lượng hệ thống phân phối và thu nước làm tăng chi phí đầu tư của hệ thống.

Hình dạng của các đơn nguyên và bờ đắp phân cách cũng là các yếu tố quan trọng. Tạo ra các vùng sâu trong đơn nguyên sẽ có ích cho quá trình xử lý. Thiết kế bãi lọc với hình dạng bất quy tắc sẽ làm tăng khả năng quản lý về thủy lực và phân phối nước, làm giảm khả năng xuất hiện dòng chảy tắt trong hệ thống và làm tăng chất lượng nước sau xử lý [5].

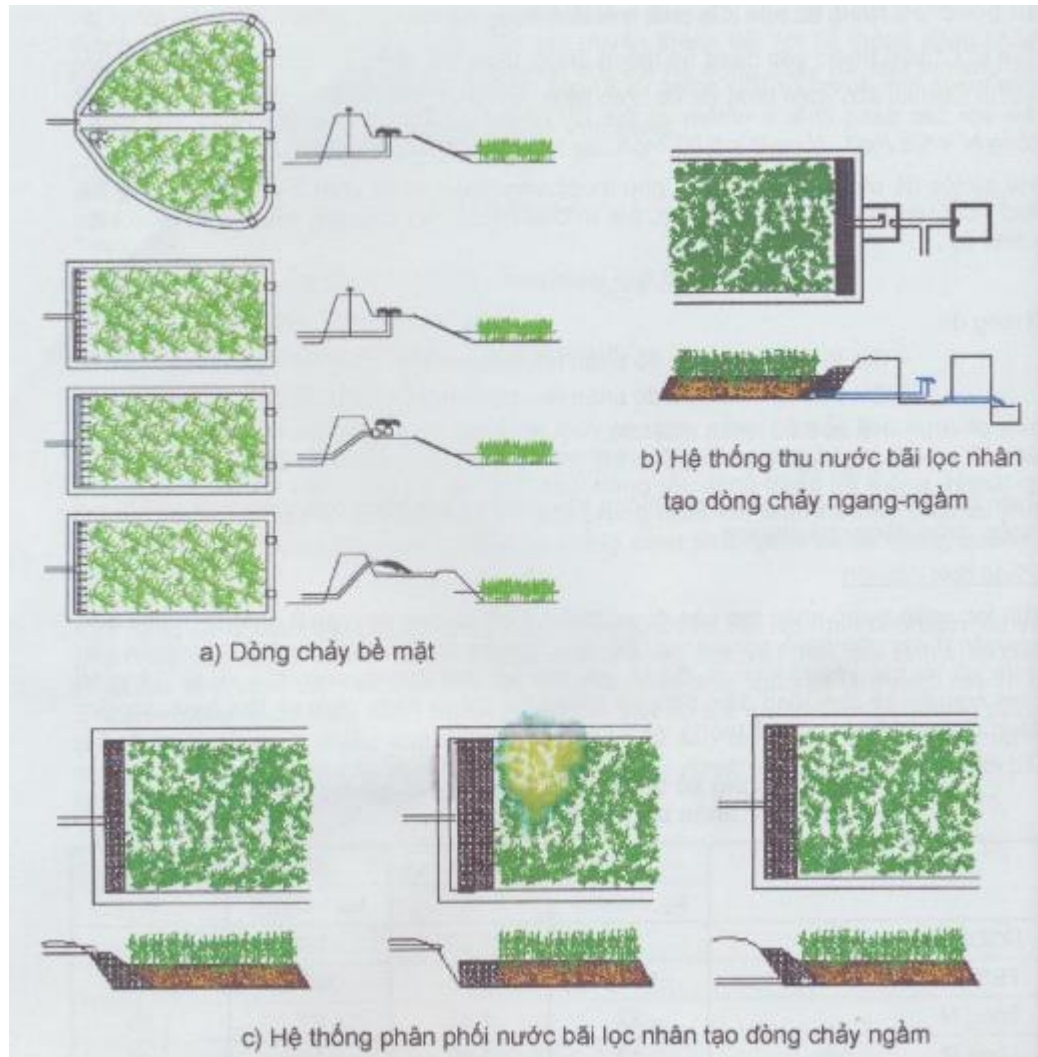
Tỷ lệ giữa các kích thước (chiều dài/chiều rộng) của bãi lọc được xác định dựa trên các đặc tính thủy lực của hệ thống và cần xem xét tới các yếu tố như địa hình khu vực, diện tích xây dựng có thể và các tác động của hệ thống tới môi trường xung quanh. Thông thường, tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng của bãi lọc thường được lấy lớn hơn hoặc tối thiểu bằng 4.

c. Cấu trúc hệ thống phân phối nước và thu nước

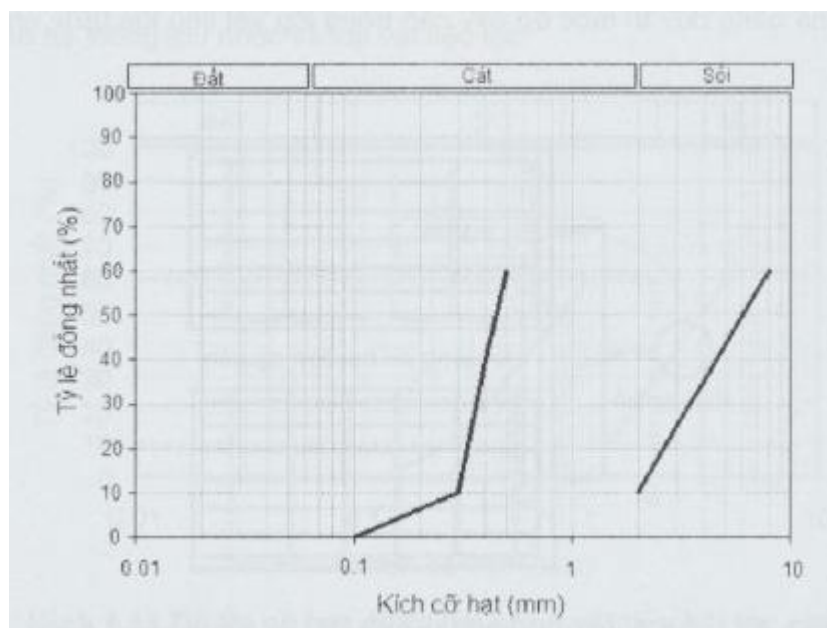
Hệ thống phân phối và thu nước là các thành phần chính của bãi lọc. Cấu trúc của hệ thống phân phối nước có ảnh hưởng lớn tới hiệu quả xử lý của bãi lọc ngập nước. Hệ thống phân phối và thu nước cần được thiết kế đảm bảo phòng chống được các sự cố, có khả năng điều chỉnh lưu lượng dòng chảy, đơn giản, thuận tiện trong vận hành và bảo dưỡng. Hệ thống phân phối và thu nước thường được trang bị các thành phần như ống, van khóa, hồ van, giếng phân dòng, rãnh, mương. Đối với các khu vực có khí hậu lạnh, băng tuyết vào mùa đông, hệ thống phân phối

nước cần được bố trí ngầm và có các biện pháp ngăn ngừa đóng băng nước trong đường ống như bọc cách nhiệt hoặc trang bị các thiết bị nhiệt.

Hệ thống thu nước cần được thiết kế đảm bảo khả năng thu hồi, điều chỉnh được mực nước trong bãi lọc đồng thời có thể thoát toàn bộ nước khỏi hệ thống khi cần thiết.



Hình 1.4. Các phương án phân phối và thu nước



Hình 1.5. Biểu đồ xác định loại vật liệu và kích cỡ hạt sử dụng cho bãi lọc nhân tạo dòng chảy ngang

Ủy ban Châu Âu cũng ban hành tài liệu hướng dẫn thiết kế xây dựng hệ thống xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên (2001), trong đó có các hạng mục riêng về bãi lọc nhân tạo. Theo tài liệu hướng dẫn này, diện tích công tác của bãi lọc được lựa chọn theo dạng và mức độ ô nhiễm của nước thải. Đối với các yếu tố vật lý và các kích thước của hệ thống, tài liệu có hướng dẫn lựa chọn số đơn nguyên, độ dốc, vật liệu, cây trồng. Ngoài ra các yếu tố về điều kiện địa hình, vận hành, các ưu điểm và hạn chế về kỹ thuật cũng được đề cập tới.

1.1.4.2. Bãi lọc ngập nước nhân tạo dòng chảy đứng

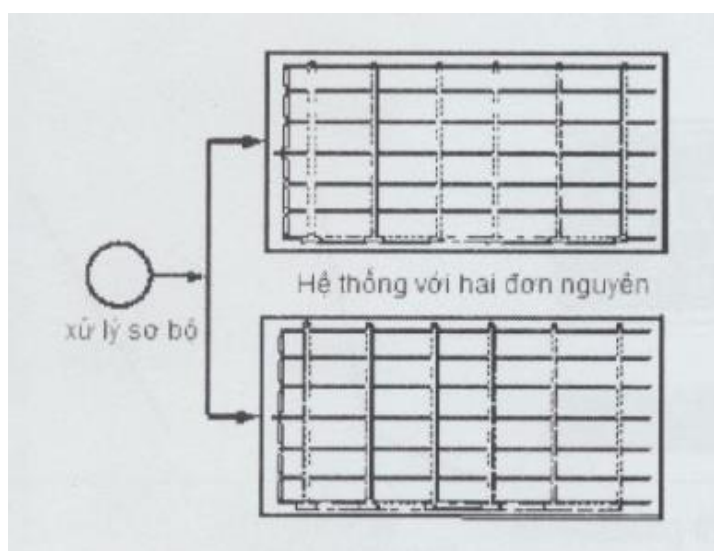
Trong bãi lọc nhân tạo dòng chảy ngang thường có những vùng đất bão hòa nước, tại đó hàm lượng oxy thấp, khả năng nitrat hóa tại những vùng này bị hạn chế nên bãi lọc thường đòi hỏi có diện tích lớn. Để tăng khả năng truyền dẫn oxy đến các tầng đất, một dạng bãi lọc khác được áp dụng với thiết kế dòng chảy đứng và sử dụng các vật liệu không bão hòa nước như cát hoặc đá sỏi. Vì những vật liệu này không bão hòa nước nên những hệ thống dòng chảy đứng có khả năng truyền dẫn oxy cao hơn. Những bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng đòi hỏi diện tích nhỏ hơn, có khả năng nitrat hóa cao hơn và vì vậy được áp dụng phổ biến hơn ở những nơi có

các quy định chặt chẽ về chất thải. Một vài các nước châu Âu như Áo, Đan Mạch, Pháp và Đức đã ban hành các tài liệu hướng dẫn chính thức về thiết kế và xây dựng bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng.

Thành phần cơ bản của bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng bao gồm phần xử lý sơ bộ; hệ thống bơm; lớp cát lọc; một hệ thống phân phối nước trên bề mặt và hệ thống ống thu nước dưới đáy để thu nước sau xử lý.

Nước thải bắt buộc phải được xử lý sơ bộ trước khi phân phối lên bề mặt bãi lọc dòng chảy đứng để giảm thiểu nguy cơ tắc trong hệ thống ống và lớp vật liệu lọc đứng. Tuy nhiên cũng có những hệ thống hoạt động với công đoạn xử lý sơ bộ nước thải chỉ hạn chế loại bỏ những vật lớn có kích thước hơn 2 mm, nhưng những hệ thống này đòi hỏi phải có diện tích bãi lọc lớn hơn và hoạt động cũng khác các hệ thống truyền thống.

Nước thải đã xử lý sơ bộ được phân phối trên bề mặt của bãi lọc có cây trồng thực vật (hình 1.6) . Các chất ô nhiễm được xử lý bởi các VSV phát triển trong lớp cát lọc và các chùm rễ cây. Điều quan trọng là lớp vật liệu lọc không được bão hòa hoặc ngập nước để đảm bảo khả năng duy trì mức độ oxy cao trong lớp vật liệu lọc [Brix and Schierup, 1990].

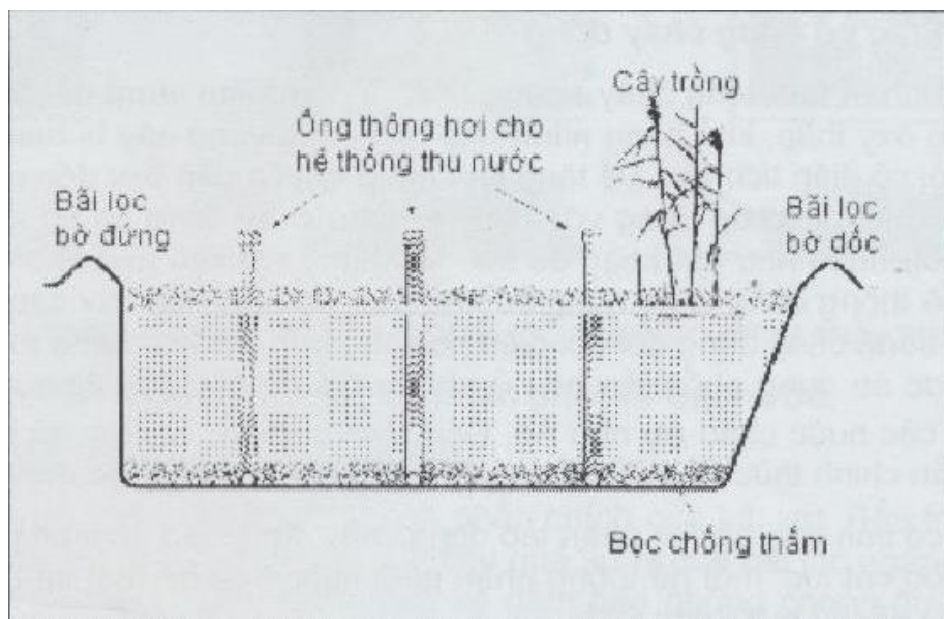


Hình 1.6. Sơ đồ cấu tạo bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng

Lau sậy là thực vật thường được dùng để gieo trồng, tuy nhiên các loại thực vật khác có khả năng chịu được môi trường nước thải cũng có thể được sử dụng.

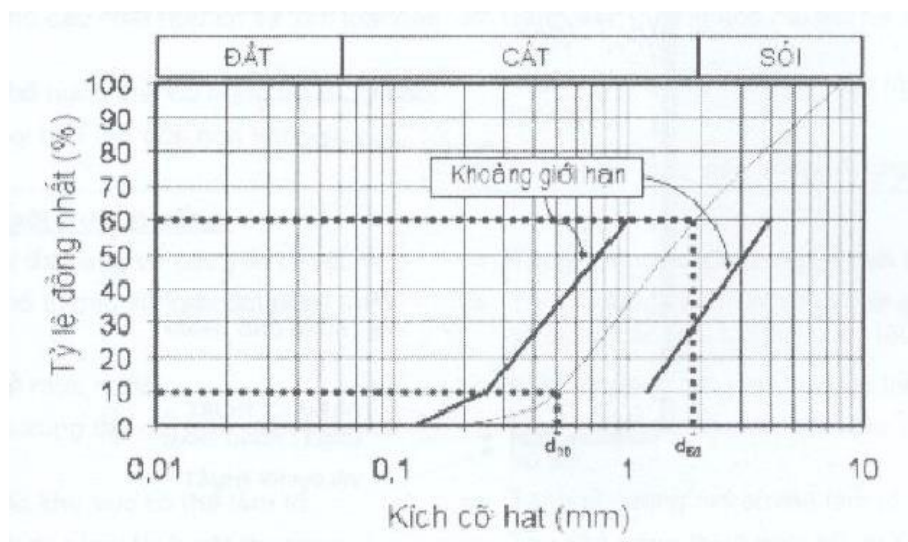
Chức năng chính của thực vật là không làm hệ thống bãi lọc bị tắc. Nếu như hệ thống bãi lọc được xây dựng ở các vùng ôn đới thì sự có mặt của thực vật cũng giúp cho hệ thống không bị đóng băng vào mùa đông [Brix, 1994; Brix, 1997]. Sau khi thấm qua hệ thống lọc, nước thải đã xử lý được thu bởi hệ thống ống thoát có thông khí bố trí ở dưới đáy lớp vật liệu lọc. Để tăng cường khả năng xử lý nito, nước sau xử lý có thể được tuần hoàn lại công đoạn xử lý ban đầu hoặc về giếng bơm để tăng cường khả năng khử nitrat và ổn định hoạt động của hệ thống.

Độ sâu thông thường của hệ thống lọc tối thiểu là 1,4 m bao gồm tầng thu nước tối thiểu 0,2 m gia cố bằng đá cuội, sỏi thô; lớp vải địa kỹ thuật; 1,0 m cát lọc, và trên cùng là một lớp phủ bề mặt 0,2 m. Thêm vào đó, phần bờ bao xung quanh cao 0,2 m để ngăn nước tràn từ khu vực xung quanh vào bãi lọc. Tại đáy bãi lọc phải được lót bằng màng chống thấm dày ít nhất 0,5 mm. Màng chống thấm được bảo vệ bởi hai lớp vải địa kỹ thuật trên và dưới. Tầng thu nước có bố trí hệ thống ống thu nước được gia cố phía trên bằng sỏi thô ($\text{Ø } 8\div 16 \text{ mm}$). Các ống thu nước được nối một đầu với ống thoát nước chính để thoát nước từ đáy bãi lọc ra giếng thu bên ngoài. Các ống đứng thông hơi cho hệ thống thu nước được bố trí cao hơn bề mặt bãi lọc khoảng 0,3 m (hình 1.7) để thông khí cho hệ thống thu nước và lớp vật liệu lọc.



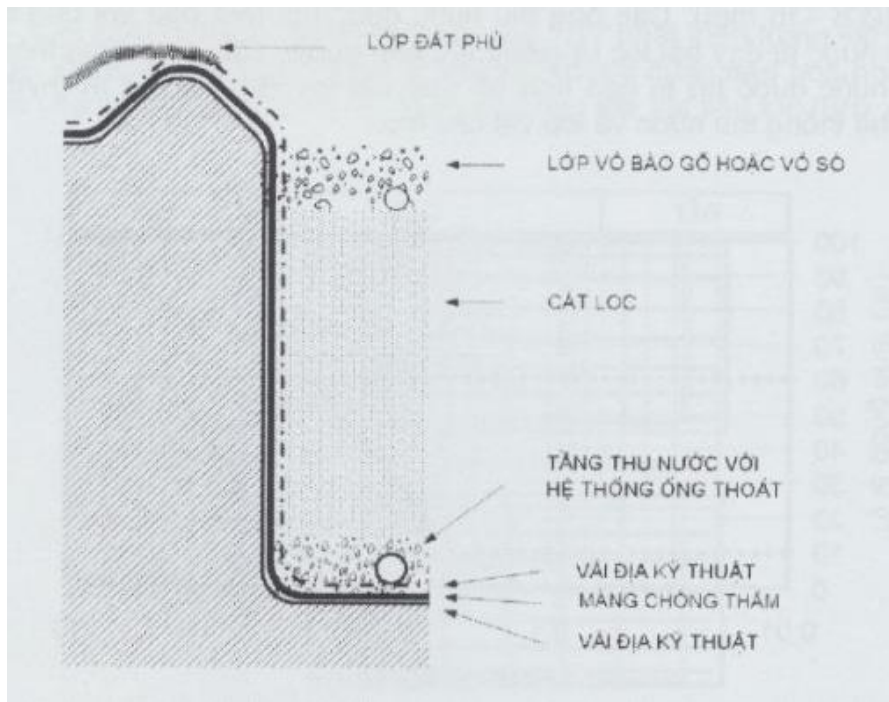
Hình 1.7. Mặt cắt đứng bãi lọc dòng chảy đứng

Vật liệu lọc có thể là cát với d_{10} từ 0,25 đến 1,2 mm, d_{60} từ 1 đến 4 mm, và hệ số đồng nhất ($U=d_{60}/d_{10}$) cần nhỏ hơn 3,5 (hình 1.8). Tỷ lệ tạp chất trong vật liệu lọc như các thành phần đất sét và phù sa (cỡ hạt nhỏ hơn 0,125 mm) phải thấp hơn 0,5%. Trong thực tế, chỉ sử dụng cát đã được rửa. Chiều sâu công tác tối thiểu là 1,0 m, và bề mặt bãi lọc cần san phẳng. Để cát lọc không trôi xuống tầng thu nước, cần bố trí lót ngăn cách giữa hai tầng bằng một lớp vải địa kỹ thuật mở hoặc bằng một lớp cuội sỏi để ngăn không cho cát lọc qua và làm tắc tầng thoát nước. Chú ý không nên nén chặt cát trong quá trình thi công và vì vậy không nên dùng máy móc hạng nặng trên nền bãi lọc trong quá trình thi công xây dựng.



Hình 1.8. Đồ thị cỡ hạt dùng lựa chọn vật liệu bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng

Nước thải được phân phối đều trên bề mặt bãi lọc bởi hệ thống ống phân phối có áp. Các ống này nên có đường kính thích hợp để có thể dẫn nước và không bị tắc và cần có lỗ đặt ở đáy ống với khoảng cách lỗ là $0,4 \div 0,7$ m. Điều quan trọng là toàn bộ hệ thống hoạt động dưới áp lực trong một khoảng thời gian đủ dài để đảm bảo sự phân phối đều nước trên toàn bộ bề mặt bãi lọc. Trong thực tế, lưu lượng bơm ít nhất phải lớn gấp 3 lần lưu lượng của hệ thống phân phối để đảm bảo cho nước luôn bao phủ bề mặt. Tần suất thông thường vào khoảng $8 \div 12$ lần một ngày. Nếu cần thì hệ thống ống phân phối có thể được chống băng giá bằng một lớp vỏ bảo gỗ hoặc vỏ sò đặt trên bề mặt (hình 1.9).



Hình 1.9. Chi tiết các tầng lọc trong bãi lọc dòng chảy đứng

Các kim loại nặng và các chất hữu cơ có thể lưu lại trong hệ sinh vật thông qua quá trình tích tụ sinh học và cuối cùng đạt ngưỡng độc hại không nên thải ra ngoài môi trường. Các chất rắn lơ lửng và BOD trong nước thải cần được xử lý sơ bộ nhằm đảm bảo mức độ oxy hòa tan thích hợp trong các bãi lọc. Các chất ô nhiễm có nhu cầu tiêu thụ oxy cao trong quá trình phân hủy sẽ tạo ra các điều kiện kỵ khí không tốt cho đời sống thủy sinh.

Việc tạo ra các bãi nổi trong hệ thống cũng làm tăng sự đa dạng về các loài chim. Những vùng nước sâu sẽ làm tăng thời gian lưu nước và khả năng xử lý nước của hệ thống, đồng thời cũng sẽ cung cấp môi trường sống tốt cho cá. Các vùng nước hỏ không nên kết nối với nhau theo mạch của dòng chảy và nên bố trí xen kẽ với những vùng nước nông được trồng cây dày đặc.

Sự đa dạng của các loài thực vật trong bãi lọc cũng ảnh hưởng đến sự đa dạng của các loài động vật và vì vậy ảnh hưởng đến đời sống hoang dã của bãi lọc. Không nên thực hiện các biện pháp quản lý mang tính can thiệp nhân tạo để loại bỏ một số loài thú có hại. Nên thực hiện các biện pháp tự nhiên có hiệu quả như nuôi cá bắt muỗi để diệt muỗi [5].

Sự tiếp cận của con người với bãi lọc và sự chuẩn bị cũng như cung cấp thông tin là rất quan trọng để đảm bảo công chúng có hiểu biết về bãi lọc và tác dụng của chúng.

Chất lượng nước và môi trường sống ở bãi lọc nên phù hợp với một số sinh vật có thể kiểm soát trứng muỗi một cách tự nhiên như cá và các côn trùng khác. Ngăn ngừa khả năng tiếp cận đến những vùng có các loài bò sát độc như rắn độc và cá sấu. Các sự cố ngoài mong muốn (chết đuối) cũng là một vấn đề có thể xảy ra ở những vùng nước sâu. Chính vì vậy mà các lối đi trên vùng nước sâu nên có lan can bảo vệ. Không nên tiêu thụ cá và động vật hoang dã từ các bãi lọc.

1.2. Tổng quan về xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo trên thế giới

Ở các nước phát triển, giai đoạn nghiên cứu, quy hoạch tổng thể, đã được chú ý từ nhiều năm trước đây, hiện tại các dòng sông trong các đô thị lớn đã được cải tạo, tạo cảnh quan môi trường và tạo thành những dòng sông du lịch sinh thái như sông Seine ở Paris, sông Dunajec ở Ba Lan...

Một số nước ở châu Á cũng đã nghiên cứu xây dựng những mô hình nhằm cải thiện tình hình ô nhiễm, tạo cảnh quan cho các dòng sông, như ở Thái Lan người ta đã xây dựng những chợ lớn ven các bến sông và dùng thuyền để đi lại trên các dòng sông, vừa tiện lợi vừa làm giàu oxy cho các dòng sông.

1.2.1. Một số nghiên cứu điển hình ở Châu Âu (Đan Mạch)

1.2.1.1. Xử lý nước thải sinh hoạt tại Uggerhalne (Đan Mạch)

Đây là một trong những bãi lọc trồng cây dòng chảy ngang đầu tiên được xây dựng tại Đan Mạch sau khi phương pháp “vùng rễ” được công bố vào đầu những năm 80 [Brix 1994]. Thiết kế chủ yếu dựa vào ý tưởng của người Đức [Kickuth, 1981]: sử dụng hệ thống rễ của cây sậy làm tăng sự truyền dẫn thủy lực của đất để nạp tải thủy lực trong ba năm; đất có chứa tối thiểu 20% thành phần sét có thể loại bỏ photpho rất tốt. Đại lý của Kickuth ở Đan Mạch đã thiết kế hệ thống này [5].

Bãi lọc trồng cây sậy đã được xây dựng tại Uggerhalne, phục vụ một khu dân cư nhỏ ở Bắc Aalborg, Đan Mạch. Tại khu vực chỉ có những cơ sở công nghiệp nhỏ

như chứa, nạp bình khí đốt... nối với hệ thống thoát nước chung tiếp nhận nước mưa và nước thải sinh hoạt. Hệ thống được thiết kế để xử lý bậc hai nước thải với quy mô phục vụ 400 dân (dân số tương đương).

Bảng 1.3. Chất lượng nước sau bãi lọc nhân tạo Uggerhalne

Thông số	Ba năm đầu	Sau ba năm
Lưu lượng dòng chảy:		
Trong mùa khô	<150 m ³ /ngày <15,5 m ³ /giờ	<150 m ³ /ngày <15,5 m ³ /giờ
Trong mùa mưa	<10 l/giây	<10 l/giây
Nhiệt độ	<30°C	<30°C
pH	6,5÷8,5	6,5÷8,5
BOD ₅ (đã điều chỉnh)	40 mg/l	10 mg/l
Bùn lắng được (2 giờ)	0,5 ml/l	0,5 ml/l
TSS	30 mg/l	15 mg/l

Công trình được xây dựng trong khoảng thời gian từ tháng 8 đến tháng 11 năm 1985, với chi phí khoảng 1 triệu DKr (1985) tương đương US\$150.000 (US\$375/người).

Hệ thống bãi lọc bao gồm một đơn nguyên dài 33m, rộng 80m, diện tích mặt bằng 2.640 m² (tương ứng với 6,6 m²/người), chiều sâu của bãi là 0,6-0,65m, độ dốc là 1,2%; Mương phân phối nước vào là mương hở, có sỏi dưới đáy, mương thu nước ra là mương có đáy sỏi với ống thoát PVC 145 mm; Dưới đáy được lót chống thấm bằng vật liệu HDPE dày 2 mm; Cây trồng được sử dụng trong bãi lọc là cây sậy được nhập khẩu từ Đức.

Như nhà thiết kế mô tả, vật liệu là đất nhập khẩu với 20% đất sét và đất hữu cơ trộn với tỷ lệ 2:1. Tuy nhiên việc phân tích đất thực tại bãi cho thấy có 25% phù sa và 75% cát [Schierup et al., 1990]. Thành phần hữu cơ của đất là 5,9%; thành phần (khô) của nito (total N) là 1,71 mg/g; photpho (total P) 0,34 mg/g; sắt (Fe) 8,6 mg/g; canxi (Ca) 2,9 mg/g và nhôm (Al) 9,4 mg/g.

Nước thải được xử lý sơ bộ trong bể lắng và sau đó được bơm lên mương phân phối hở dài 80m. Sau khi chảy qua bãi lọc trồng sậy, nước được thu qua mương sỏi, thoát ra bằng ống đặt dưới đáy mương và xả ra nguồn tiếp nhận.

Hoạt động của hệ thống được kiểm tra 6-12 lần một năm, các mẫu nước đầu vào và ra được lấy mẫu 24 giờ. Mẫu đầu vào được lấy sau khi để lắng. Bảng trên cho thấy chất lượng nước sau bãi lọc luôn đạt tiêu chuẩn xả trong suốt quá trình hoạt động. Tuy nhiên hiệu suất xử lý N và P còn thấp (Khoảng 30%) và nước sau xử lý không được nitrat hóa.

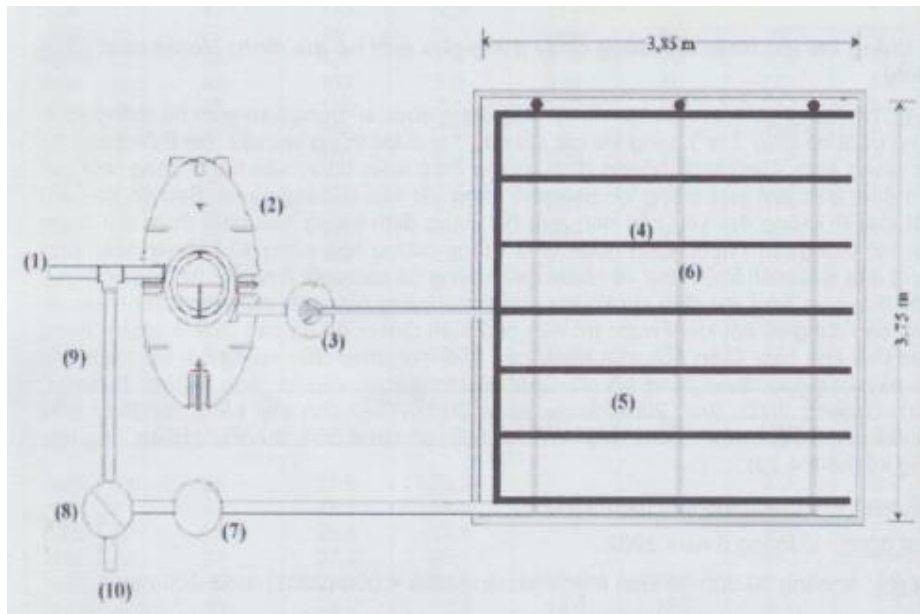
Trong 3 năm đầu, hệ thống bãi lọc không đáp ứng tiêu chuẩn xả vì đó là thời gian cần thiết cho cây mọc.

1.2.1.2. Hệ thống bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng cho một hộ gia đình tại Mosehuset (Đan Mạch)

Hệ thống bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng được sử dụng bao gồm hệ thống xử lý sơ bộ (một bể lắng 2 m³), tầng lọc cát sỏi sâu 1m được trồng lau sậy. Hệ thống còn có các giếng bơm công suất hộ gia đình, giếng bơm tuần hoàn vận hành trong một vài năm đầu, có thêm một giếng lọc photpho bằng vật liệu khoáng canxi. Sau đó do hiệu suất khử P không đạt yêu cầu nên một hệ thống định lượng hóa chất được lắp thêm vào. Hệ thống bơm nước tuần hoàn nhằm tăng cường khả năng xử lý hoàn toàn nitơ thông qua quá trình khử nitrat và nhằm giảm nồng độ các chất ô nhiễm thường có trong nước thải sinh hoạt gia đình khi không được pha loãng bởi nước mưa. Hơn nữa việc sử dụng các công cụ tiết kiệm nước trở nên phổ biến làm nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải khá cao. Diện tích mặt bằng cần thiết tính theo đầu người đối với hệ thống loại này khá nhỏ, theo công bố của một số tác giả thì vào khoảng 1-2 m² [Cooper, 2001; Cooper, 2003; Brix, 2003; Arias, et al. 2003]. Diện tích mặt bằng tính theo tỷ lệ nêu trên đủ để giảm BOD tới nồng độ thích hợp, và nitrat hóa, thậm chí giảm tổng nitơ đáng kể.

Hệ thống bãi lọc nhân tạo dòng chảy đứng cho một hộ gia đình này được xây dựng vào tháng 5 năm 2002, với chi phí khoảng 30.000 Kr Đan Mạch, khoảng US\$ 4.000 (2002), US\$ 800/người.

Sau khi được xử lý sơ bộ, nước thải được cấp theo chu kỳ lên bề mặt của bãi lọc vuông sâu 1m. Bãi lọc được thông khí bằng ống Ø50mm nối với hệ thống thu nước ở dưới đáy. Bãi lọc được cách nhiệt bằng một lớp vỏ bào dày 15cm phủ trên ống phân phối. Nước thải ngấm qua tầng vật liệu không bão hòa, tại đây các chất hữu cơ được xử lý bởi quá trình phân hủy sinh học hiếu khí, amonia được nitrat hóa. Nước được thu hồi vào các ống thu bố trí tại đáy bãi lọc và được tuần hoàn (với tỷ lệ ½) trở lại bể lắng để tăng cường quá trình khử nitrat. Nước sau xử lý được xả vào hồ chứa nhân tạo xây dựng cùng với hệ thống bãi lọc [Johansen, và cộng sự 2002]. Trên hình 1.10 mô tả chi tiết mặt bằng hệ thống bãi lọc. Vì nồng độ photpho trong nước sau lọc không đáp ứng tiêu chuẩn cho phép, nên vào cuối 2004, hệ thống bơm định lượng hóa chất trợ lắng được lắp đặt thêm vào bể lắng để tạo phản ứng kết tủa photpho.



Hình 1.10. Chi tiết mặt bằng hệ thống bãi lọc dòng chảy đứng Mosehuset

Kích thước của bãi lọc là 15 m² nền, khoảng 3m²/người; Vật liệu sử dụng ở đây là cát, sỏi được rửa sạch với đường kính <4mm; Bãi lọc được cấy trồng cây sậy 1 năm tuổi với mật độ khoảng 4 cây/m² [5].

Hệ thống phân phối nước vào được sử dụng bằng bơm áp lực vận hành theo chu kỳ nối với hệ thống ống dẫn được bố trí trên bề mặt bãi lọc để đảm bảo nước được phân phối đều trên bề mặt bãi lọc; Hệ thống thu nước: ở đáy bãi lọc có một hệ

thống ống thu để thu hết nước và đồng thời thông khí bằng những ống đứng thông hơi nổi trên bề mặt bãi lọc. Hệ thống có bộ phận tuần hoàn đưa một phần nước đã xử lý quay trở lại bể lắng để tăng quá trình khử nitrat (Hình 1.11).



Hình 1.11. Hệ thống ống tuần hoàn

Hệ thống được vận hành có và không có tuần hoàn, nhưng sau năm 2005 thì vận hành liên tục chế độ tuần hoàn. Hệ thống lọc đạt tiêu chuẩn SOP trong 6 tháng đầu vận hành, do bộ phận lọc photpho hoạt động tốt. Sau 6 tháng, vật liệu lọc photpho có dấu hiệu bị bão hòa và cần phải thay thế vật liệu. Tuy nhiên khả năng tìm kiếm vật liệu thay thế tại thời điểm đó không khả thi. Vì vậy, hệ thống định lượng hóa chất trợ lắng được lắp vào bể lắng để thay thế vào năm 2004. Hệ thống luôn được quan trắc và theo dõi trong suốt thời gian hoạt động. Trong thời gian đầu, ngoài photpho, các số liệu về hiệu suất xử lý BOD₅ và NH₄N đều thỏa mãn tiêu chuẩn. Tuy nhiên, sau khi lắp hệ thống bơm định lượng hóa chất thì nồng độ photpho trong nước thải giảm đạt tiêu chuẩn địa phương.

1.2.2. Một nghiên cứu điển hình ở Châu Á (Trung Quốc)

Ở Trung Quốc người ta đã xây dựng những bãi lọc ngầm ven sông, phía trên có trồng các loại cỏ, hoa... đón các dòng nước thải để xử lý trước khi xả nước

xuông lòng sông, vừa làm đẹp cảnh quan vừa xử lý được một lượng nước thải đáng kể, điển hình là một số công trình ở Tứ Xuyên - Trung Quốc:

Xử lý nước thải kết hợp với công viên sinh thái là công viên sinh thái đầu tiên trên thế giới được sử dụng để xử lý nước một cách tự nhiên. Công viên xây dựng một hệ thống xử lý nước thải dọc lưu vực sông Fu-Nan và cũng là trung tâm giáo dục môi trường cộng đồng. Chức năng của công viên là giáo dục về môi trường sinh thái và giải trí.

Công viên được xây dựng bên bờ sông Fu-Nan, có diện tích 24.000 m². Nước sông được bơm qua hệ thống làm sạch tự nhiên bằng những ao kỵ khí, sau đó được bổ sung ôxy vào nước bằng cách cho nước chảy qua những hệ thống rích rắc (công trình điêu khắc nghệ thuật) rồi được lọc qua hệ thống bãi lọc có trồng nhiều loại cây ưa nước, chất lượng của nước ngày càng tốt lên. Quá trình xử lý như vậy nước bẩn sẽ thành nước sạch. Năng lực xử lý nước của hệ thống này là 300 m³/ngày.đêm. Từ kết quả thực hiện xử lý nước bằng phương pháp trên đã áp dụng xây dựng hệ thống xử lý nước tại thượng nguồn sông Fu-Nan bằng phương pháp này với hệ thống xử lý có công suất 20.000 m³/ngày.đêm.

Nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt bằng hệ thống thẩm lọc và bãi lọc trồng cây ở thượng nguồn sông Fu - Nan được xây dựng vào cuối năm 2006 và hoàn thành vào năm 2007 với tổng vốn đầu tư khoảng 2000 vạn nhân dân tệ, với diện tích 24 hecta; Công suất của nhà máy là 20.000 m³/ngày đêm, diện tích lưu vực 20 km². Trạm xử lý dùng công nghệ sinh học. Nước sau quá trình xử lý đạt tiêu chuẩn xả thải loại A theo tiêu chuẩn xả thải GB18918-2002 của Trung Quốc. Chi phí xử lý mỗi m³ nước thải là 0,3 nhân dân tệ.

Nước thải qua song chắn rác tự động được bơm vào ngăn lắng, bơm qua hệ thống lọc gồm cát sỏi, lớp cát phía trên hệ thống lọc dày từ 20 đến 30 cm, lớp đá lọc phía dưới dày 1,8m. Nước sau khi lọc tự chảy về hệ thống thu gom và được bơm vào ao sinh học. Ao sinh học có chiều sâu 2m, có nuôi các loại bèo. Nước qua ao sinh học tự chảy qua hệ thống bãi lọc trồng cây. Các loại cây trồng ở đây là các loại thực vật thân thiện với môi trường, ưa nước, như các loại rong giềng, sậy, thủy

trúc... Phía dưới bãi lọc trồng cây là các loại đá cuội dày 1m; Nước sau khi qua hệ thống bãi lọc trồng cây tự chảy vào hệ thống mương dẫn.

Dưới đây là một số hình ảnh của công trình xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng cây tại Tứ Xuyên – Trung Quốc



Hình 1.12. Hệ thống phân phối nước tại bãi thấm lọc



Hình 1.13. Hệ thống thu nước sau bãi thấm lọc



Hình 1.14. Hệ thống bãi lọc trồng cây



Hình 1.15. Hệ thống thu nước sau bãi lọc trồng cây

Ở Đài Loan, ngoài việc xây dựng những bãi lọc ngầm ven sông, người ta còn xây dựng những công viên cây cỏ, hoa mà nguồn nước cung cấp dinh dưỡng cho

các loài cây cỏ hoa này là nước thải, vừa tạo công viên bên các dòng sông vừa có tác dụng xử lý nước thải trước khi đưa chúng về với dòng sông...

1.3. Tổng quan về xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo ở Việt Nam

Ở Việt Nam, phần lớn nước thải sinh hoạt ở các khu dân cư đô thị, ven đô và nông thôn đều chưa được xử lý đúng quy cách. Nước thải từ các khu vệ sinh (nước đen) mới chỉ được xử lý sơ bộ tại các bể tự hoại, chất lượng chưa đạt yêu cầu xả ra môi trường, gây ô nhiễm, lây lan bệnh tật. Dòng nước thải từ nhà bếp, tắm, giặt, rửa,... (nước xám) thường không được xử lý qua bể tự hoại, cũng làm ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng. Trong khi đó, cơ sở hạ tầng kỹ thuật nói chung còn rất yếu kém, các giải pháp thu gom và xử lý nước thải tập trung lại không thể đáp ứng vì không đủ kinh phí xây dựng và vận hành, quản lý. Giải pháp xử lý nước thải cục bộ, phân tán, với các công nghệ chi phí thấp và thân thiện với môi trường là giải pháp thích hợp, khả thi bền vững.

Hiện nay, công nghệ bastaf và bãi lọc ngầm trồng cây đang được triển khai áp dụng để XLNT cho nhiều đối tượng như một số nhà chung cư cao tầng, khu đô thị mới ở Hà Nội, Vĩnh Phúc, các cụm dân cư, làng nghề chế biến nông sản, trường học, bệnh viện, chợ ở Hà Nội, Bắc Ninh, Nghệ An, các thị trấn Chợ Mới, Chợ Rã ở tỉnh Bắc Kạn, cụm dân cư vượt lũ ở An Giang, vv...

Với quy mô nhóm hộ gia đình, tòa nhà chung cư, cụm dân cư, có mô hình Bể tự hoại cải tiến bastaf, hiệu suất xử lý các chất hữu cơ, cặn lơ lửng cao hơn từ 2-3 lần so với bể tự hoại truyền thống. Nước thải sau khi xử lý tại bể tự hoại bastaf có thể đạt nước loại B xả ra công thoát nước của thành phố, hay tiếp tục được xử lý bằng các công nghệ chi phí thấp như bãi lọc ngầm trồng thực vật.

Đối với khu biệt thự, nhà hàng, khách sạn, resort, phòng khám tư nhân, cụm bể xử lý nước thải tại chỗ bằng phương pháp kỵ khí kết hợp hiếu khí với dòng tuần hoàn, chế tạo sẵn (hệ bastaf -F) cho chất lượng nước sau xử lý đạt TCVN 5945-2005 và QCVN 14/2008-BTNMT, mức A.

Với quy mô lớn như khu đô thị, bệnh viện, mô hình Trạm Xử lý nước thải hợp khối AFSB cũng cho phép nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn A. Như vậy, nước thải đầu ra tại cụm bể xử lý và trạm xử lý nước thải hợp khối, hoàn toàn có thể tái sử dụng.

Để các mô hình này được ứng dụng rộng rãi, cần các mô hình xử lý nước thải phân tán với công nghệ bastaf kết hợp với bãi lọc ngầm trồng cây; Hiện nay công nghệ này đã được áp dụng cho 400 hộ gia đình tại thị trấn Xuân Mai, 160 hộ gia đình ở Hoài Đức (Hà Nội), 2.600 hộ gia đình tại thị trấn Chợ Mới, 4.000 hộ tại thị trấn Chợ Rã (Bắc Kạn). Các trạm xử lý nước thải phân tán đã được xây dựng tại thị trấn Lim (Bắc Ninh), công suất 40m³/ngày, Làng Hữu nghị Việt Nam (Xuân Phương, Từ Liêm, Hà Nội), công suất 100m³/ngày.

Công nghệ AFSB cũng đã được áp dụng cho Tòa nhà Ngân hàng Đầu tư và Phát triển Việt Nam, Khu chung cư cao tầng Ngô Thị Nhậm (Hà Đông, Hà Nội)... Kết quả áp dụng thực tế cho thấy đây chính là các giải pháp xử lý nước thải chi phí thấp, bền vững, được chủ đầu tư và cộng đồng chấp nhận. Chi phí sẽ càng giảm hơn, nếu lồng ghép vấn đề thu gom và xử lý nước thải vào quy hoạch và thực thi quy hoạch hạ tầng kỹ thuật của khu dân cư. Nếu các nhà tư vấn xây dựng, cấp chính quyền, ban quản lý mạnh dạn lựa chọn các mô hình này đưa vào các dự án xây dựng mới hoặc cải tạo khu đô thị, cụm dân cư cũ thì việc triển khai sẽ đạt tốc độ cao hơn.

CHƯƠNG II

ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY VÀ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG TẠI HUYỆN GIA VIỄN, TỈNH NINH BÌNH

2.1. Đặc điểm chung về lưu vực sông Nhuệ - Đáy

2.1.1. Điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Lưu vực sông (LVS) Nhuệ - sông Đáy nằm ở hữu ngạn sông Hồng với diện tích tự nhiên 7665 km². Lưu vực bao gồm các tỉnh: Hà Nội, Hoà Bình, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình, với 4 thành phố, 44 thị xã, thị trấn, 44 quận huyện và hơn 990 xã, phường. Lưu vực có toạ độ địa lý từ 20° - 21° 20' vĩ độ Bắc và 105° - 106°30' kinh độ Đông.

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy mang đặc điểm của khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, mùa đông khá lạnh và ít mưa, mùa hè nắng nóng mưa nhiều tạo nên bởi tác động qua lại của các yếu tố: bức xạ mặt trời, địa hình, các khối không khí luân phiên khống chế.

Lượng mưa khá phong phú nhưng phân bố không đều theo không gian và thời gian. Lượng mưa năm trên lưu vực sông Đáy thuộc loại trung bình, khoảng 1798 mm/năm, trung tâm mưa lớn thuộc vùng núi Ba Vì, thượng nguồn sông Tích. Lượng mưa lớn tập trung vào mùa mưa (mùa mưa trùng với mùa hè) kéo dài từ tháng V đến tháng X. Trong mùa mưa, các trận mưa lớn hay các trận mưa dài liên tục thường ảnh hưởng trực tiếp gây ra úng ngập cho những vùng trũng thấp, thậm chí ngay cả những vùng bằng phẳng khi hệ thống tiêu thoát kém cũng bị úng ngập, do đó đã ảnh hưởng đến môi trường nói chung và môi trường nước mặt và nước ngầm nói riêng. Lượng mưa các tháng mùa khô đều dưới 100 mm/tháng, trong đó tháng XII, I, II, III dưới 50 mm/tháng. Trong thời kỳ này dòng chảy nhỏ, chủ yếu phụ thuộc vào thời gian mở cống Liên Mạc.

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy vốn là một phân lưu bên bờ phải của sông Hồng. Với chiều dài sông chính vào khoảng 230 km bắt đầu từ hạ lưu đập Đáy qua thành phố Hà Nội và các tỉnh Hà Nam, Nam Định và đổ vào vịnh Bắc Bộ ở cửa Đáy (Ninh Bình). Mạng lưới sông ngòi tương đối phát triển, mật độ lưới sông đạt 0,7-

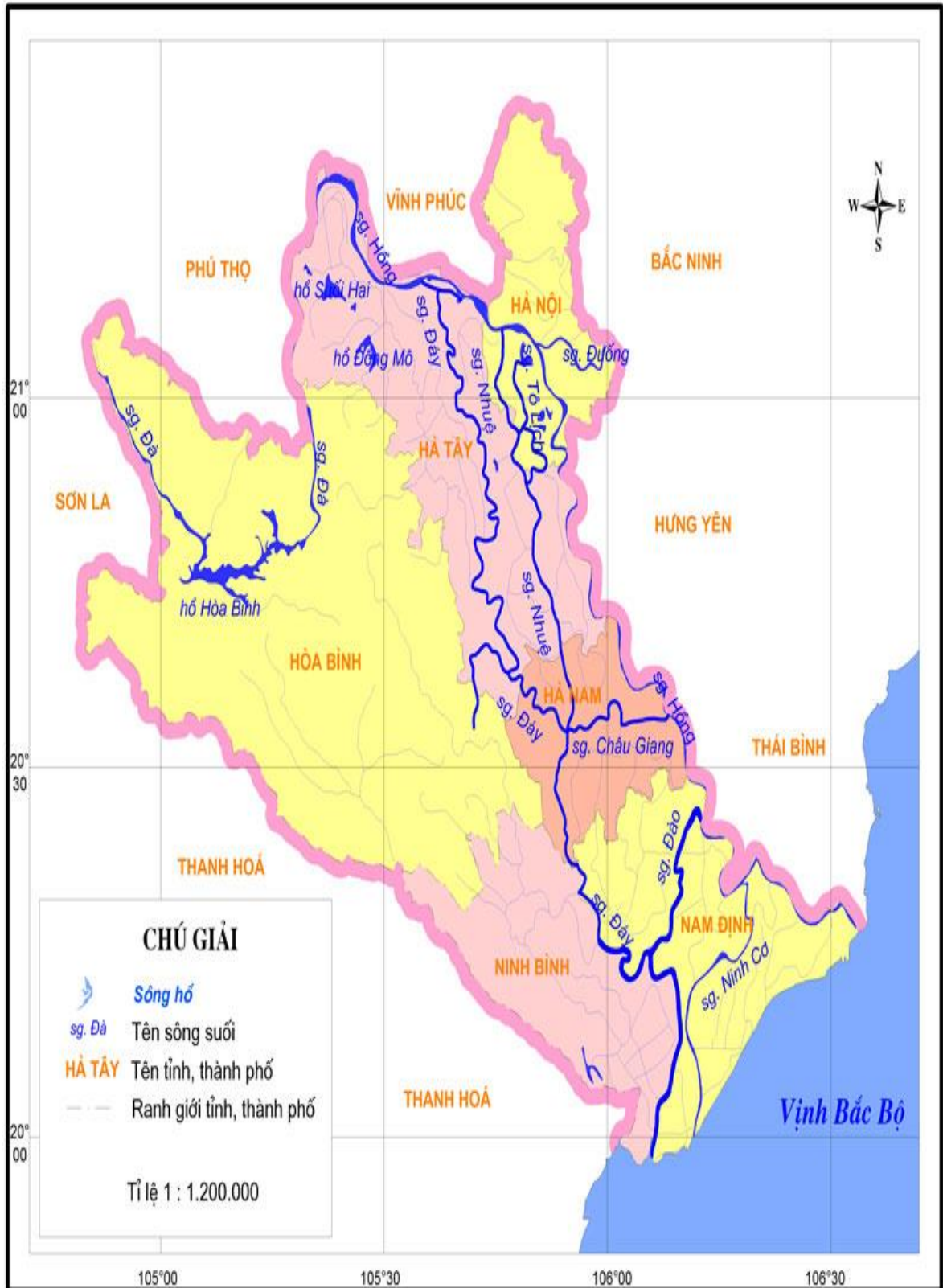
1,2km/km². Lưu vực có dạng dài, hình nan quạt gồm nhiều phụ lưu: sông Tích, sông Thanh Hà, sông Hoàng Long, sông Châu, sông Đào Nam Định, sông Ninh Cơ... Địa hình lưu vực sông Nhuệ – sông Đáy khá phức tạp, vùng đồi núi cao chiếm diện tích khá lớn (60-70% diện tích lưu vực). Từ vị trí đầu nguồn, sông chảy qua một vùng đồng bằng rộng lớn, địa hình bằng phẳng nên độ dốc lòng sông rất nhỏ.

Chế độ dòng chảy sông Đáy tương đối phức tạp vừa chịu ảnh hưởng của sông Hồng vừa chịu ảnh hưởng của các sông nội địa và thủy triều.

Dòng chảy lũ và dòng chảy kiệt trên sông Đáy chịu ảnh hưởng mạnh từ dòng chảy chính trên sông Hồng thông qua sông Đào Nam Định, các cống lấy nước, trạm bơm và các công trình thủy lợi khác. Lượng nước được hình thành trên lưu vực sông Nhuệ – sông Đáy chỉ chiếm 10-15% tổng lượng nước mặt của lưu vực. Phần còn lại lấy từ sông Hồng.

Nhìn chung, chế độ dòng chảy các chi lưu ở thượng lưu, trung lưu và phía Tây của sông Đáy biến đổi tương đối rõ ràng theo mùa. Mùa lũ từ tháng VI đến tháng X và mùa kiệt từ tháng XI đến tháng V năm sau. Lượng nước mùa lũ chiếm 80% lượng dòng chảy cả năm, tập trung nhiều vào tháng IX. Về mùa kiệt, dòng chảy trên sông Đáy đoạn từ đập Đáy đến Độc Bộ rất nhỏ, lượng nước chủ yếu được cung cấp từ sông Nhuệ với 90% là nước thải từ thành phố Hà Nội. Từ Độc Bộ ra đến cửa biển, dòng chảy dồi dào hơn do được cung cấp nước từ sông Đào - Nam Định.

Hiện nay, về mùa kiệt, sông Đáy đã bị xâm nhập mặn ở vùng hạ lưu. Phần thượng và trung lưu bị ô nhiễm do nguồn thải ở vùng dân cư tập trung, khu công nghiệp như Hà Nội, Phủ Lý, Nam Định, Ninh Bình. Đặc biệt là úng, lụt ở vùng trũng Nam Định, Ninh Bình gây ô nhiễm môi trường nói chung và môi trường nước nói riêng.



Hình 2.1. Sơ đồ lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy là khu vực dân cư tập trung cao; diện tích lưu vực chỉ chiếm 3,58% diện tích đất tự nhiên của cả nước nhưng dân số lại chiếm tới 12,55%. Hiện nay lưu vực có số dân khoảng hơn 10,9053 triệu người trong đó dân số đô thị chiếm khoảng 25%; mật độ dân số vào loại cao 921 người/km², gấp 3,5 lần so với bình quân chung của cả nước (263 người/km²). Dân số lưu vực sông Nhuệ – sông Đáy tăng với tốc độ bình quân năm khoảng 1,27% (mỗi năm tăng khoảng 99,4 ngàn người) [10];

Dân cư phân bố không đều trên toàn khu vực, chủ yếu tập trung ở các thành phố, các khu đô thị. Nơi có mật độ dân số cao nhất lưu vực là các quận nội thành Hà Nội, cao nhất là quận Hoàn Kiếm với mật độ dân số lên tới trên 4 vạn người /km². Khu vực có mật độ dân số thấp nhất là tỉnh Hoà Bình.

Lưu vực sông Nhuệ – sông Đáy nằm trong vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng là khu vực có hoạt động kinh tế sôi động nhất trong cả nước, với nhiều ngành nghề đa dạng và phong phú gồm hầu hết các lĩnh vực sản xuất hiện nay.

Ngành công nghiệp ở lưu vực sông Nhuệ – sông Đáy trong mấy năm qua đã có những bước phát triển mạnh mẽ. Các khu công nghiệp, cơ sở công nghiệp đã được hình thành, phát triển và không ngừng được mở rộng với quy mô lớn hơn và nhiều ngành nghề đa dạng hơn. Những lợi ích kinh tế do phát triển công nghiệp mang lại là rất lớn. Bên cạnh đó thì hoạt động công nghiệp đã gây tác hại vào môi trường cũng không phải là nhỏ. Toàn bộ 5 tỉnh trên lưu vực có khoảng 19 khu công nghiệp (KCN), trong đó Hà Nội có 11 KCN, Hà Nam có 3 KCN, Nam Định có 2 KCN, Ninh Bình có 2 KCN và tỉnh Hoà Bình có 1 KCN [3]; Các ngành công nghiệp có bước phát triển đáng kể nhất là các ngành công nghiệp cơ khí chế tạo, vật liệu xây dựng, chế biến lương thực thực phẩm, sản xuất hàng tiêu dùng...

Trong những năm gần đây các nghề truyền thống thuộc lưu vực sông Nhuệ, sông Đáy được khôi phục và xuất hiện thêm nhiều loại hình mới. Các hộ gia đình có vốn đã đầu tư mở rộng sản xuất phát triển thành những tổ hợp sản xuất, công ty tư nhân có tư cách pháp nhân nằm trên lưu vực sông Nhuệ, sông Đáy với nhiều ngành nghề sản xuất khác nhau như dệt may, giấy, cơ khí, bia, đường, vật liệu xây dựng...

hình thành nhiều xí nghiệp sản xuất tiểu thủ công nghiệp nhỏ. Nghề sản xuất phụ phát triển và không ngừng được nâng cao cả về quy mô cũng như công nghệ sản xuất, nhiều sản phẩm đạt trình độ hoàn mỹ tinh xảo. Tỉnh Hà Tây cũ (nay thuộc Hà Nội) là tỉnh đứng đầu trong cả nước về số làng nghề (hơn 200 làng nghề) với loại hình sản xuất đa dạng, phong phú như các nghề: dệt nhuộm, chế biến lương thực, thủ công mỹ nghệ... Nhiều cơ sở sản xuất tại các làng nghề đã mở rộng quy mô sản xuất, phát triển thành các cơ sở tiểu thủ công nghiệp.

Bên cạnh các hoạt động công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp rất phát triển, lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy vẫn là khu vực sản xuất nông nghiệp với số dân tham gia hoạt động nông nghiệp chiếm 65-75% dân số toàn khu vực, tuy nhiên đóng góp của ngành nông nghiệp còn khiêm tốn chỉ chiếm 21%.

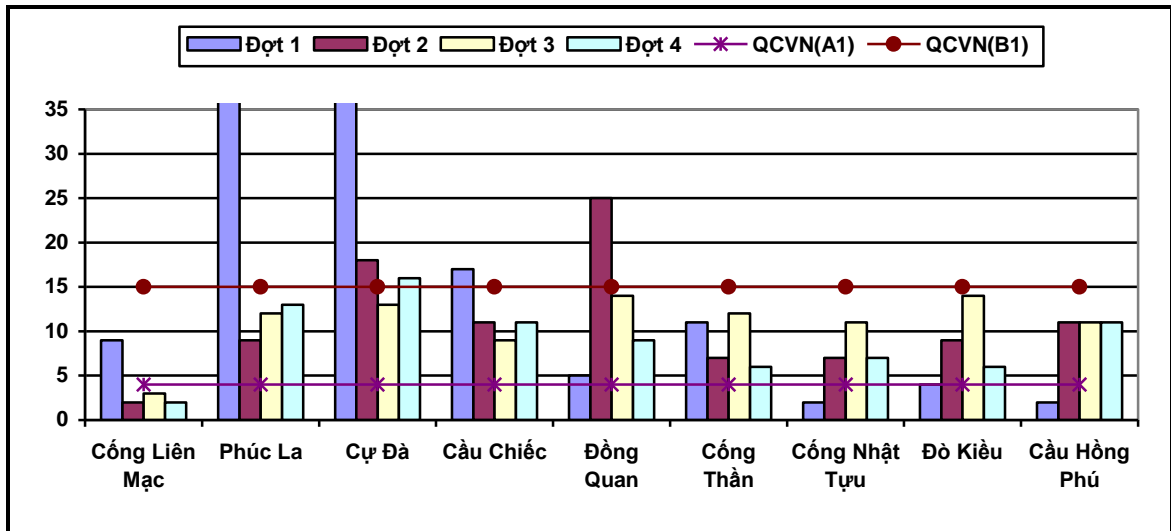
2.1.2. Đặc điểm hiện trạng chất lượng môi trường nước trên LVS Nhuệ - Đáy

Sông Nhuệ đang bị ô nhiễm nặng do những con sông tiêu thoát nước thải sinh hoạt và công nghiệp chưa được xử lý. Môi trường nước bị ô nhiễm do sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, làng nghề, sản xuất nông nghiệp, các khu khai khoáng, các khu đô thị và tập trung dân cư cao trong lưu vực. Sông Nhuệ là con sông bị ô nhiễm nặng nhất, đặc biệt trong mùa khô khi cống Liên Mạc đóng, nguồn nước lấy từ sông Hồng không còn, lúc đó hầu hết lượng nước cung cấp cho sông là từ nước thải của Hà Nội - Hà Nam.

Tại khu vực đầu nguồn (sau khi nhận nước sông Hồng từ cống Liên Mạc), nước sông hầu như không bị ô nhiễm. Tuy nhiên từ đoạn sông chảy qua khu vực Quận Hà Đông (Phúc La) cho tới trước khi nhận nước sông Tô Lịch, nước đã bắt đầu bị ô nhiễm nặng: giá trị tại các điểm đo đều vượt tiêu chuẩn loại A từ 1,25- 12,2 lần, trong đó cao nhất tại điểm Cống Thần (48 mg/l) (Hình 2.2).

Sau khi tiếp nhận nước thải của sông Tô Lịch, nước sông Nhuệ bị ô nhiễm nghiêm trọng. Đặc biệt là vào mùa khô, không có nguồn nước sông Hồng đổ vào pha loãng cho sông Nhuệ. Vào mùa mưa, tuy nước sông Nhuệ có nguồn bổ sung, nhưng các thông số đặc trưng cho ô nhiễm như BOD₅, COD, SS, cùng với các hợp chất dinh dưỡng chứa Nitơ, Photpho và coliform trong nước sông vẫn vượt quá

QCVN 08:2008 (loại B) nhiều lần [11].



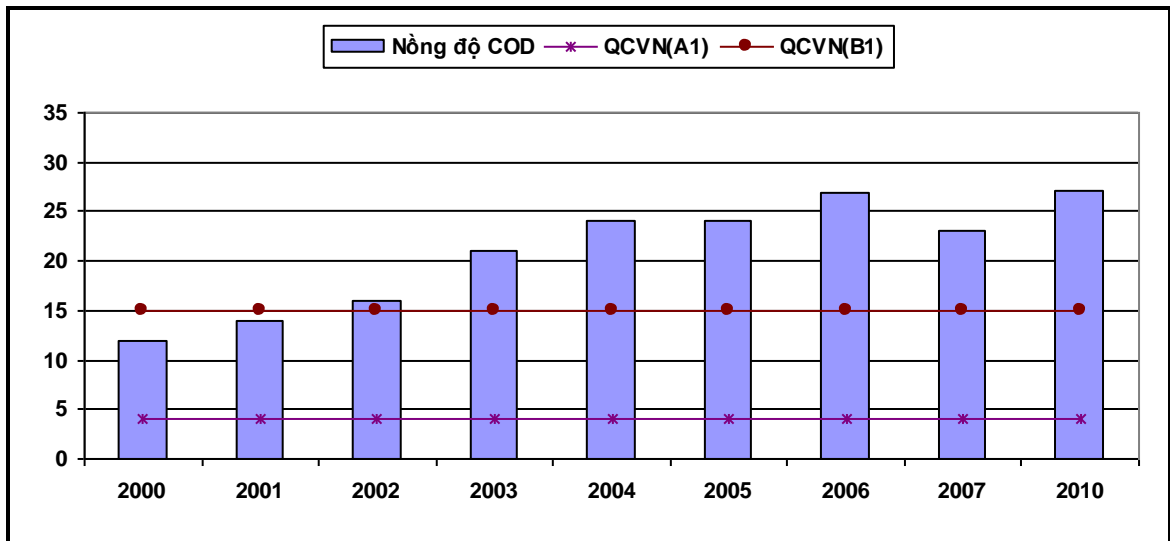
Hình 2.2. Diễn biến BOD₅ trên sông Nhuệ năm 2010

(Nguồn: Trung tâm Quan trắc môi trường, 2010)

Theo kết quả 4 đợt quan trắc năm 2010, giá trị NH₄⁺-N trên sông Nhuệ đã vượt từ 2,6-61,6 lần QCVN loại B1. Tại các điểm Phúc La, Cầu Tó, Cự Đà, Cầu Chiếc, Cống Nhật Tựu... đặc biệt là điểm Phúc La là điểm bị ảnh hưởng nguồn thải của sông Tô Lịch với sông Nhuệ, giá trị coliform luôn ở mức cao, vượt nhiều lần so với QCVN 08: 2008 loại B1.

Dọc theo đoạn sông từ sau khi nhận nước sông Tô Lịch cho tới cuối nguồn (hợp lưu với sông Đáy), mức độ ô nhiễm của nước sông Nhuệ tuy có giảm dần do quá trình tự làm sạch của dòng sông, nhưng vẫn ở mức vượt QCVN 08: 2008 (loại B).

Mặc dù gần đây, trong mùa khô đã áp dụng giải pháp đưa nước sông Tô Lịch qua hệ thống hồ điều hòa Yên Sở bơm ra sông Hồng, nhưng xu hướng ô nhiễm trên sông Nhuệ vẫn ngày càng tăng. Hình 2.3 cho thấy giá trị COD qua các năm đã tăng lên một cách rõ rệt.



Hình 2.3. Diễn biến COD tại Nhật Tựu (Hà Nam) qua các năm

(Nguồn: Trung tâm Quan trắc môi trường- 2010)

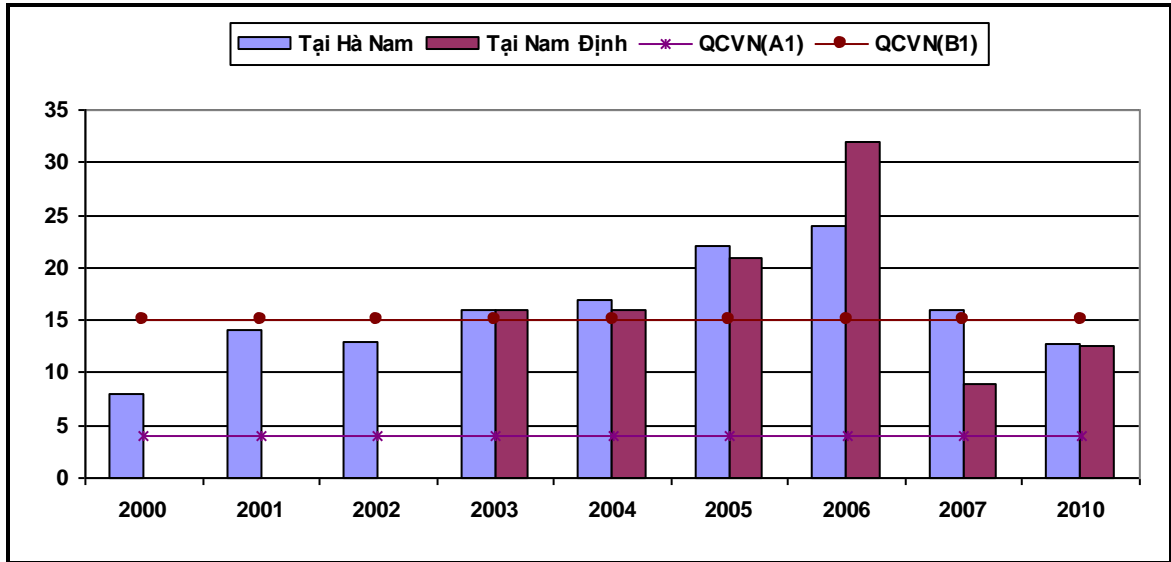
Như vậy nguồn nước sông Nhuệ đã bị ô nhiễm khá cao, nhất là các chất hữu cơ, cặn bã lơ lửng và hàm lượng oxy hòa tan thấp. Hàm lượng các yếu tố kim loại, một số hợp chất bị ô nhiễm cục bộ. Nguyên nhân chủ yếu là do nước thải sinh hoạt, nước thải sản xuất của thành phố Hà Nội và quận Hà Đông đổ vào. Do mức sống của người dân hai bên bờ sông Nhuệ còn thấp, không có điều kiện hoặc thiếu hiểu biết về vệ sinh nên nhiều hộ vẫn còn sử dụng trực tiếp nguồn nước từ ao, hồ, sông cho sinh hoạt [11].

Sông Đáy cũng nhận nước từ Hà Nội nhưng không bị ô nhiễm nghiêm trọng. Tuy nhiên, đoạn hạ lưu nơi hợp dòng với sông Nhuệ, sông Đáy bị ô nhiễm ở mức độ nghiêm trọng bởi nước sông Nhuệ có chứa các chất ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và lượng oxy rất thấp.

Từ quận Hà Đông đến thành phố Phủ Lý (Hà Nam), nước sông Đáy chủ yếu bị ô nhiễm hữu cơ ở từng đoạn sông với các mức độ khác nhau. Các thông số đặc trưng cho ô nhiễm hữu cơ đều vượt QCVN 08: 2008 (loại A). Hàm lượng BOD₅ quan trắc được tại Cầu Mai Lĩnh, Ba Thá, Cầu Quế, Trung Hiếu Hạ và Khánh Phú cao hơn QCVN 08: 2008 (loại A). Cũng tại các vị trí này đa số giá trị COD đo được cao hơn QCVN 2008 (loại A) và có 1 giá trị COD tại Cầu Mai Lĩnh cao hơn QCVN 2008 loại B. Hàm lượng COD và BOD₅ trung bình tại cầu Mai Lĩnh là lớn nhất và

thay đổi theo chiều giảm dần về phía đò Độc Bộ [11].

Như vậy, chất lượng nước sông Đáy diễn biến rất phức tạp. Nếu xét cả về không gian và thời gian thì mức độ ô nhiễm của sông Đáy thấp hơn sông Nhuệ. Mức độ ô nhiễm của từng đoạn sông rất khác nhau. Tuy nhiên, chất lượng nước sông Đáy đã có sự suy giảm trong những năm gần đây (Hình 2.4).



Hình 2.4. Diễn biến COD theo các năm (giá trị trung bình năm) của sông Đáy tại Hà Nam (trung lưu) và Nam Định (hạ lưu)

(Nguồn: Trung tâm Quan trắc môi trường, 2010)

Nhận xét chung:

- Chất lượng nước lưu vực sông Nhuệ nhìn chung đã bị ô nhiễm, thể hiện qua các chỉ tiêu BOD₅, COD, NH₄⁺, coliform và dầu mỡ tại một số khu vực. Kết quả quan trắc giai đoạn từ năm 2007 đến năm 2010 ghi nhận không có khác biệt rõ rệt.

- Chất lượng nước lưu vực sông Đáy và các sông khác bị ô nhiễm ở mức nhẹ hơn và tính ô nhiễm mang tính cục bộ. Riêng Cầu Mai Lĩnh thì có hiện tượng ô nhiễm tại tất cả các thời điểm quan trắc đối với các chỉ tiêu COD, BOD₅, NH₄⁺ và coliform.

- Các sông nội thành có mức ô nhiễm nghiêm trọng nhất, đặc biệt tại các điểm Cự Đà, Cầu Hồng Phú và Cống Thân.

- Môi trường sinh vật bị ô nhiễm từ mức trung bình đến mức ô nhiễm nặng.

Số lượng sinh vật so với các thủy vực tự nhiên khác là thấp.

2.2. Điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình

2.2.1. Điều kiện tự nhiên huyện Gia Viễn

2.2.1.1. Vị trí địa lý

Gia Viễn là huyện nằm ở phía Đông Bắc tỉnh Ninh Bình, huyện gồm có thị trấn Me và 20 xã với tổng diện tích là 178,5 km².

Huyện Gia Viễn có ranh giới hành chính được xác định như sau:

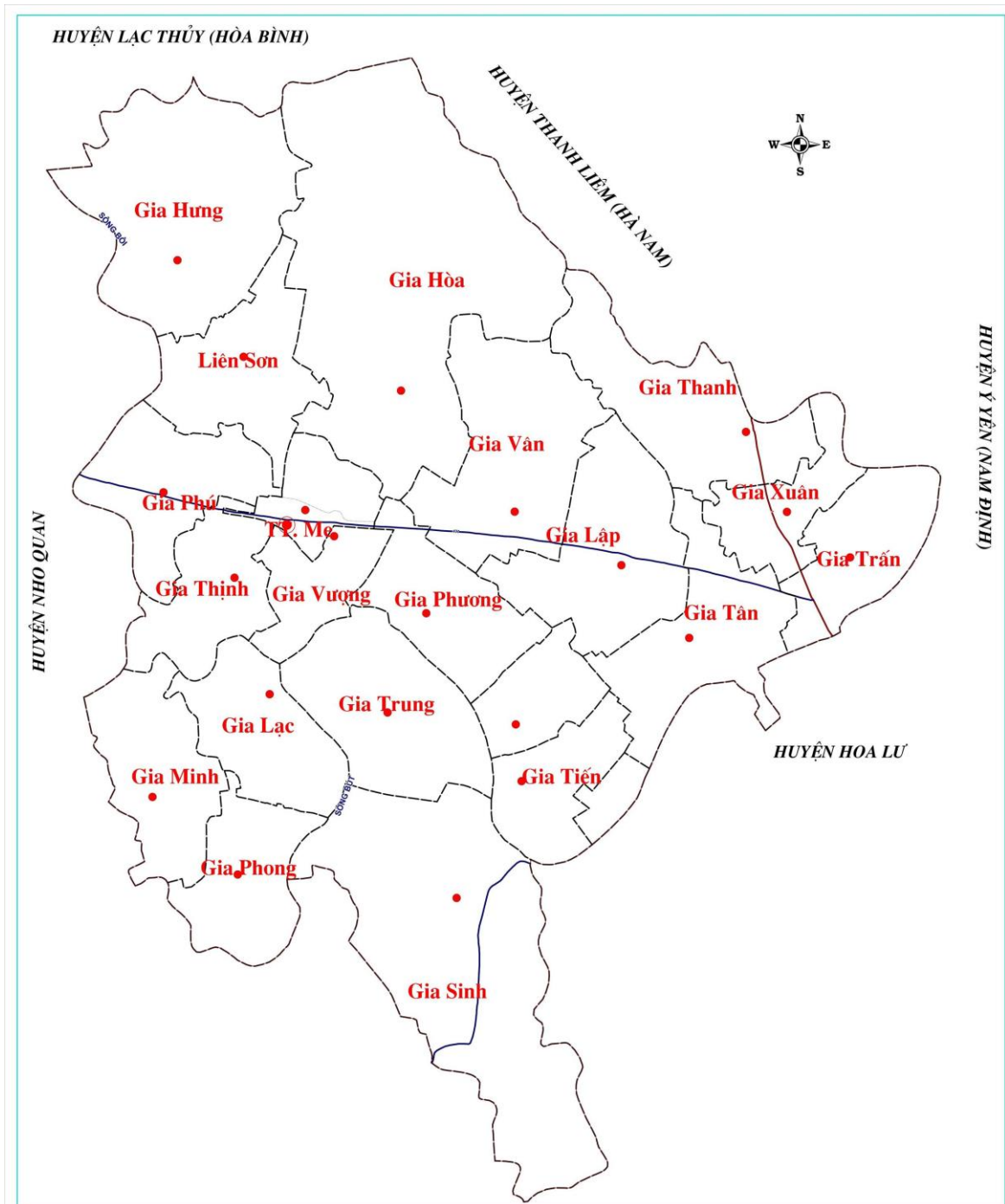
- + Phía Tây giáp huyện Nho Quan;
- + Phía Nam giáp huyện Hoa Lư;
- + Phía Bắc giáp huyện Lạc Thủy của tỉnh Hòa Bình và huyện Thanh Liêm của tỉnh Hà Nam;
- + Phía Đông giáp huyện Ý Yên của tỉnh Nam Định.

2.2.1.2. Địa hình

Địa hình huyện Gia Viễn phân bố không đồng đều: núi đá vôi xen kẽ đồi trọc và ruộng canh tác. Vùng đất này được thiên nhiên ban tặng nhiều hang động đẹp.

2.2.1.3. Khí hậu

Gia Viễn chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa và của núi rừng nhiệt đới. Bên cạnh đó, Gia Viễn còn chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam. Về mùa hè, khí hậu nóng bức, có lượng mưa lớn bình quân hàng năm tới 1.800 mm. Mùa đông chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông bắc do địa hình nhiều ô trũng, núi đồi bao bọc.



Hình 2.5. Bản đồ huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình

2.2.2. Kinh tế - xã hội huyện Gia Viễn

2.2.2.1. Dân số và nguồn lực

Theo thống kê sơ bộ năm 2010, dân số trung bình của huyện Gia Viễn là 120.007 người với mật độ dân số khoảng 672 người/km²[4].

Năm 2010, huyện Gia Viễn có 69.852 lao động, tăng 1.469 người so với năm 2009. Trong đó:

+ Số lao động trong ngành nông – lâm nghiệp chiếm tỷ lệ cao nhất với 49.975 người, và thấp nhất là ngành văn hóa thể thao với số lượng chỉ 7 người.

+ Số người trên độ tuổi thực tế có tham gia lao động: 2.745 người.

2.2.2.2. Tình hình phát triển các ngành kinh tế

a. Công nghiệp

Năm 2010, huyện Gia Viễn có 2.394 cơ sở sản xuất công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp với 9.714 lao động. Công nghiệp của huyện chủ yếu là hoạt động trong các lĩnh vực sản xuất xi măng, khai thác đá, gạch tuy nen, vôi củ, sản phẩm hương bia, may mặc, sản phẩm từ gỗ, sản phẩm kim loại, thêu ren, cốt nan, xay xát, tấm lợp, mỳ ăn liền...

Giá trị sản xuất công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp của huyện Gia Viễn đạt 1.497.772 triệu đồng. Trong đó: Kinh tế nhà nước 36.931 triệu đồng; kinh tế tập thể 642 triệu đồng; kinh tế tư nhân 1.280.808 triệu đồng; kinh tế cá thể 77.884 triệu đồng [4]

b. Nông nghiệp

Năm 2010, giá trị sản xuất ngành nông nghiệp trên địa bàn huyện Gia Viễn (theo giá so sánh năm 1994) là 684.664 triệu đồng. Trong đó: Trồng trọt 504.325 triệu đồng; Chăn nuôi 163.650 triệu đồng; Dịch vụ 16.689 triệu đồng [4].

Diện tích cây trồng hàng năm: 15.899 ha. Trong đó: Cây lương thực có hạt 13.541 ha (cây lúa chiếm diện tích 12.729 ha); Cây công nghiệp 517 ha; Cây hàng năm khác 1.841 ha;

Diện tích cây lâu năm: 676 ha. Trong đó: Cây công nghiệp 3 ha; Cây ăn quả 606 ha; Cây lâu năm khác 67 ha.

Sản lượng lúa năm 2010 của huyện là 71.543 tấn, trong đó lúa đông xuân là 40.618 tấn và lúa mùa 30.925 tấn.

Về chăn nuôi: huyện có 44.624 con lợn (sản lượng thịt thu được là 3.108 tấn), 1.276 con trâu, 6.825 con bò và 371.812 gia cầm

2.2.2.3. Văn hóa – xã hội huyện Gia Viễn

- Giáo dục: Năm 2010 huyện Gia Viễn có:
 - + 21 trường mẫu giáo với 152 lớp học và 246 giáo viên.
 - + 22 trường tiểu học với 280 lớp học và 343 giáo viên.
 - + 21 trường trung học cơ sở với 218 lớp học và 439 giáo viên.
 - + 3 trường phổ thông trung học với 65 lớp học và 156 giáo viên.
- 100% số xã và thị trấn ở huyện phổ cập giáo dục tiểu học, trung học cơ sở.
- Y tế: ở 21 xã và thị trấn của huyện Gia Viễn đều có 1 trạm xá. Như vậy, toàn huyện có 21 trạm xá với tổng số giường bệnh là 105 giường. Số y sỹ, dược sỹ trung cấp là 61 người và số bác sỹ, dược sỹ cao cấp có 2 người.
- Văn hóa: Toàn huyện có 01 trung tâm văn hóa; 05 thư viện, phòng đọc sách. 100% các xã và thị trấn được phủ sóng phát thanh và truyền hình. Ở mỗi xã và thị trấn đều có 01 trạm truyền thanh [4].

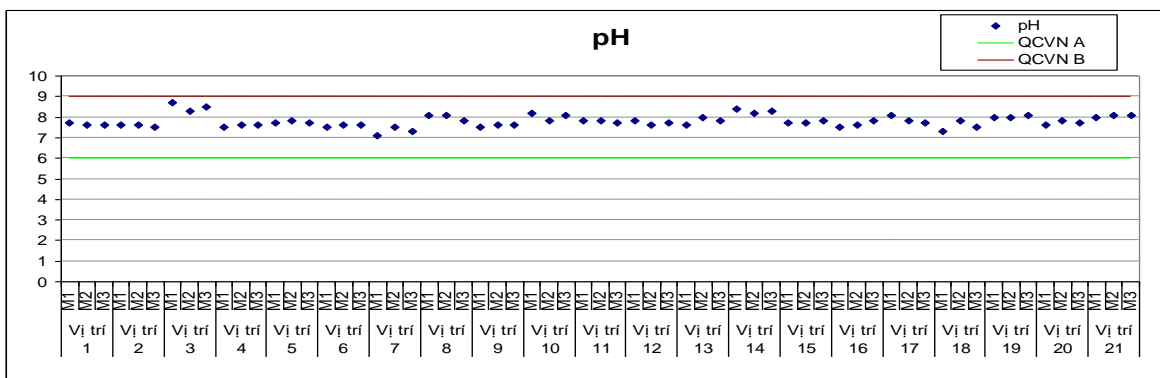
2.3. Hiện trạng và đánh giá chất lượng môi trường nước tại huyện Gia Viễn

2.3.1. Hiện trạng môi trường nước

Hiện trạng chất lượng môi trường nước mặt và nước ngầm tại một số vị trí tại các xã trên địa bàn huyện Gia Viễn được đánh giá chi tiết như sau:

2.3.1.1. Hiện trạng môi trường nước mặt

Chỉ tiêu pH

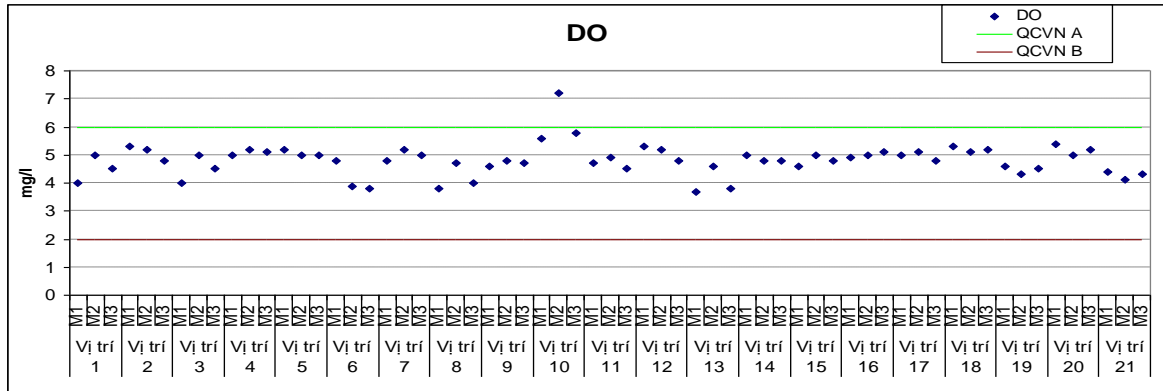


Hình 2.6. Hiện trạng chỉ số pH trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Chỉ tiêu pH tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B. Độ pH dao động trong khoảng từ 7,1 – 8,7. Giá trị cao nhất đo được là tại xã Gia Hưng là 8,7.

Hàm lượng oxy hoà tan (DO)

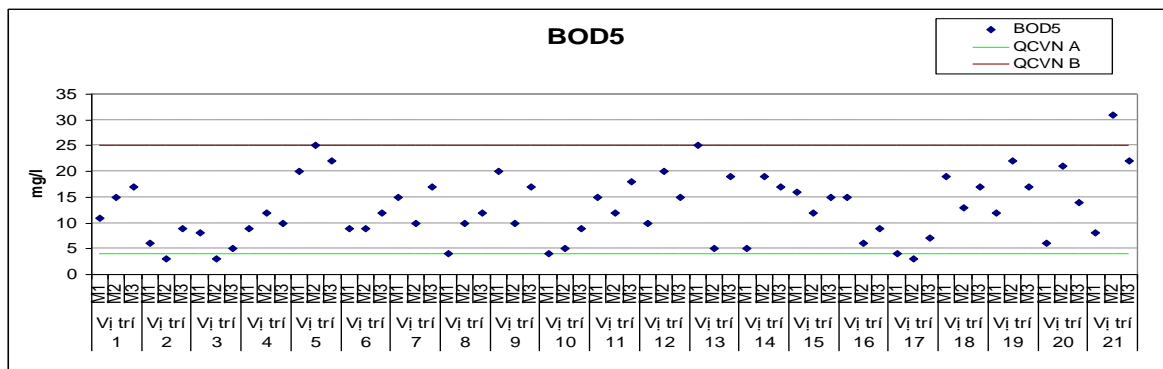


Hình 2.7. Hiện trạng chỉ số DO trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng DO (hàm lượng oxi hoà tan) tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B, dao động trong khoảng từ 3,7 – 7,2 mg/l. Giá trị cao nhất đo được là tại đê Hoàng Long thuộc xã Gia Sinh là 7,2 mg/l, đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B. Giá trị thấp nhất đo được tại xã Gia Thanh là 3,7 mg/l.

Chỉ tiêu BOD₅



Hình 2.8. Hiện trạng chỉ số BOD₅ trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

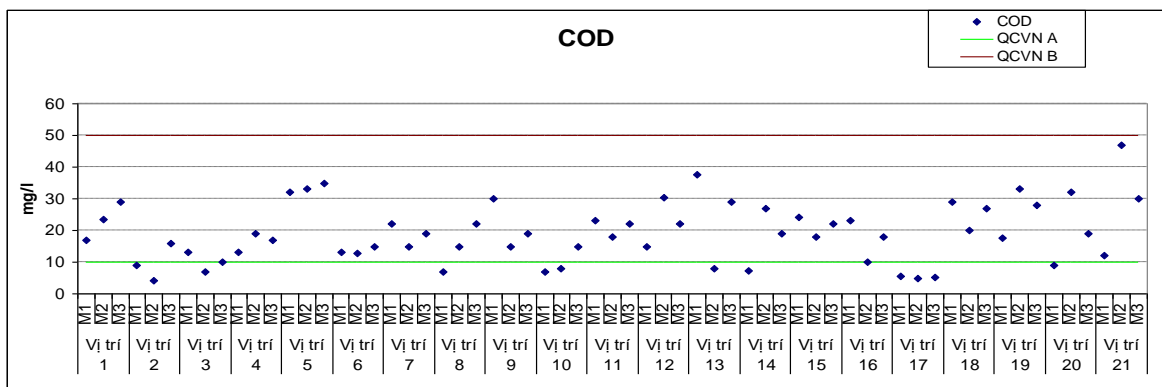
Hàm lượng BOD₅ tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn có giá trị dao động từ 3 – 31 mg/l. Giá trị cao nhất đo được là mẫu nước mặt tại xã Liên Sơn, vượt

quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B là 1,24 lần và cột A là 7,75 lần. Giá trị thấp nhất đo được tại các điểm như xã Gia Hoà, nước mặt tại kênh tưới tiêu của thôn 7 xã Gia Hưng và nước mặt tại sông xã Gia Trung đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột A.

Qua kết quả phân tích các mẫu nước mặt tại các xã thuộc huyện Gia Viễn, ngoài vị trí tại xã Liên Sơn có hàm lượng BOD₅ vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B thì hầu hết hàm lượng BOD₅ đều đạt quy chuẩn này.

Chỉ tiêu COD

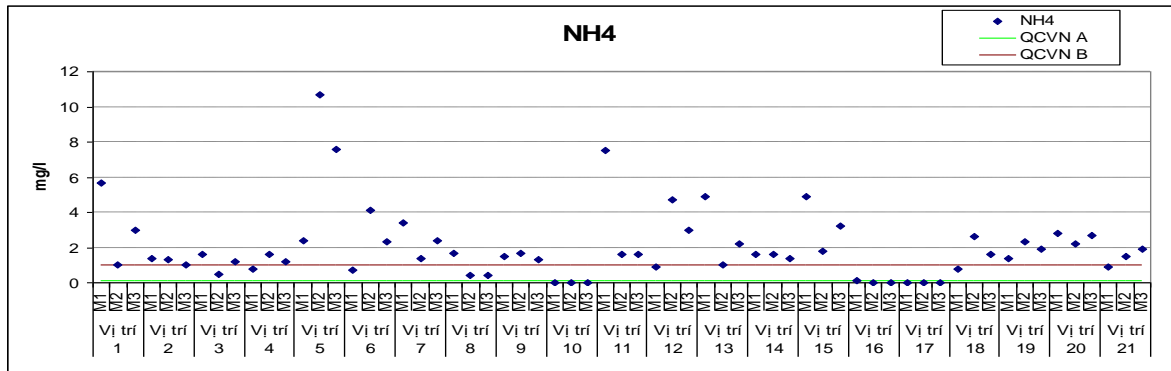
Hàm lượng COD tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B. Hàm lượng COD dao động trong khoảng từ 4 – 47 mg/l. Giá trị cao nhất đo được tại xã Liên Sơn là 47 mg/l. Giá trị COD thấp nhất đo được tại Xã Gia Hoà là 4 mg/l đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột A.



Hình 2.9. Hiện trạng chỉ số COD trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Chỉ tiêu NH₄⁺



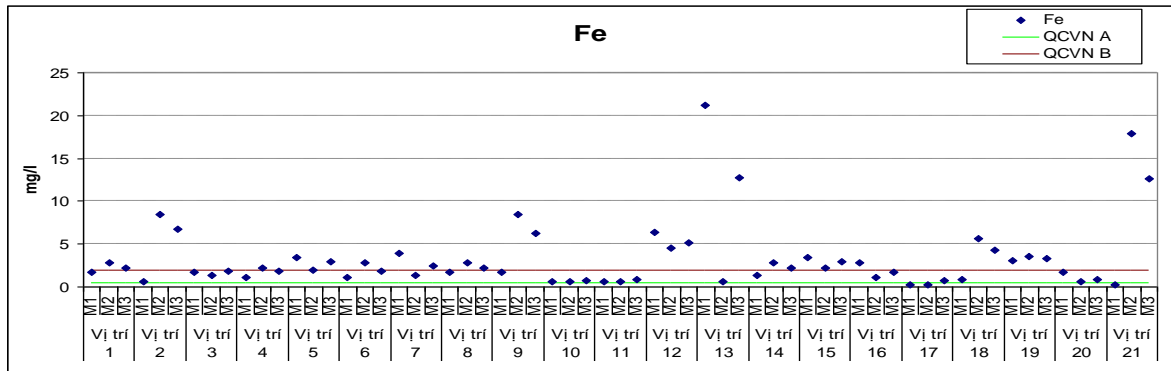
Hình 2.10. Hiện trạng chỉ số NH_4^+ trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng NH_4^+ tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn có giá trị dao động từ 0 – 10,7 mg/l. Theo kết quả phân tích các mẫu nước mặt tại các xã thuộc huyện Gia Viễn, ngoài xã Gia Sinh, Gia Trán và Gia Trung không có vị trí nào vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột A, tại nhiều điểm lấy mẫu thuộc các xã còn lại, hàm lượng NH_4^+ đều vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B từ 1,2 – 10,7 lần. Giá trị cao nhất đo được là tại xã Gia Lập, vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B là 10,7 lần.

Hàm lượng Fe

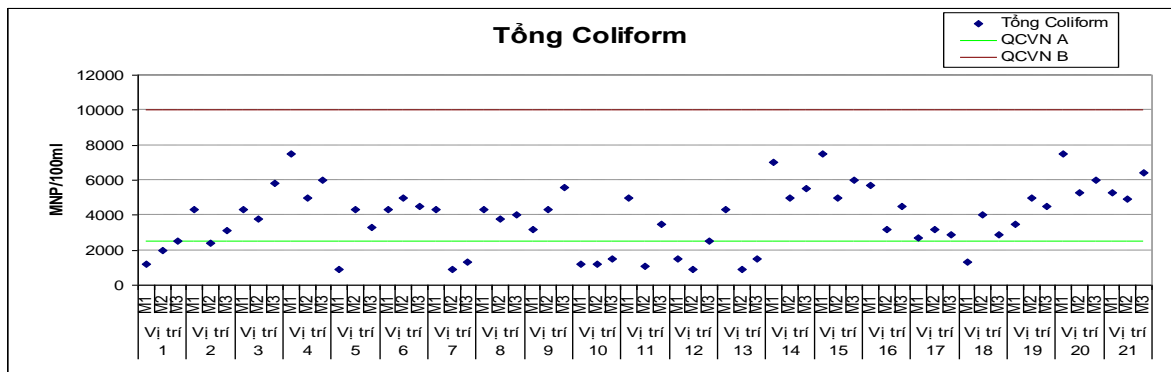
Hàm lượng Fe trong nước mặt tại huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,3 – 21,2 mg/l. Tại nhiều điểm lấy mẫu nồng độ Fe vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B từ 1,1 – 10,6 lần như tại các xã Gia Hoà, Gia Phương, Gia Thắng, Gia Thanh, Liên Sơn. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Thanh là 21,2 mg/l vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B 10,6 lần.



Hình 2.11. Hiện trạng chỉ số Fe trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Chỉ tiêu Coliform



Hình 2.12. Hiện trạng chỉ số Coliform trong nước mặt

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng Coliform tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B, có giá trị giao động từ 930 – 7500 MPN/100ml. Giá trị cao nhất đo được là mẫu nước mặt tại xã Gia Lạc và xã Gia Tiến là 7500 MPN/100ml.

Các chỉ tiêu khác:

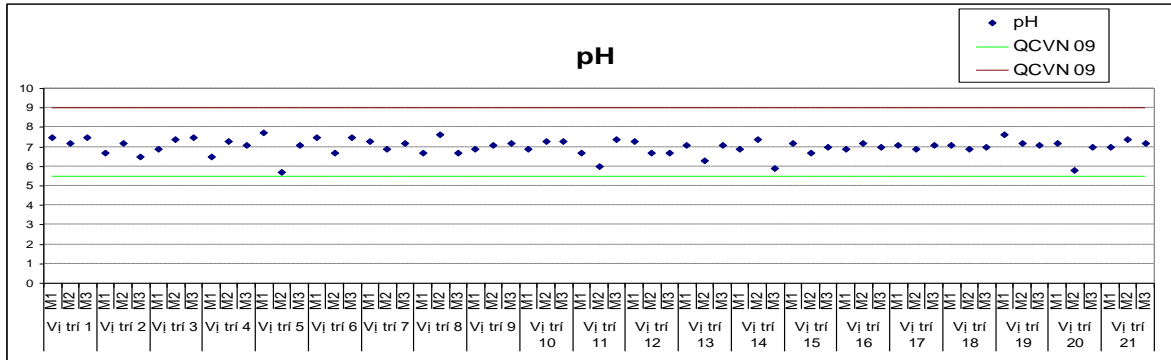
Qua kết quả phân tích các chỉ tiêu như PO_4^{3-} , As, Hg, Cu, Pb, Al, các giá trị không có sự chênh lệch lớn và đều đạt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) loại B. Cụ thể :

PO_4^{3-} dao động trong khoảng 0,1 đến 0,3 mg/l ; As dao động trong khoảng 0,005 đến 0,01 mg/l ; Hg dao động trong khoảng 0,00002 đến 0,0002 mg/l ; Cu dao

động trong khoảng 0,0002 đến 0,005 mg/l ; Pb dao động trong khoảng 0,001 đến 0,002 mg/l ; Al dao động trong khoảng 0,01 đến 1,28 mg/l.

2.3.1.2. Hiện trạng môi trường nước ngầm

✚ Chỉ tiêu pH

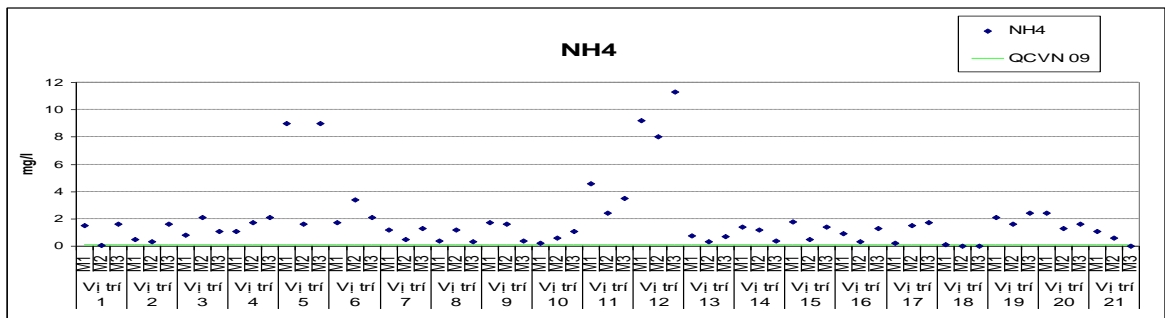


Hình 2.13. Hiện trạng chỉ số pH trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Độ pH tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 5,7 – 7,7, tất cả đều nằm trong giới hạn cho phép trong quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT).

✚ Chỉ tiêu NH₄⁺



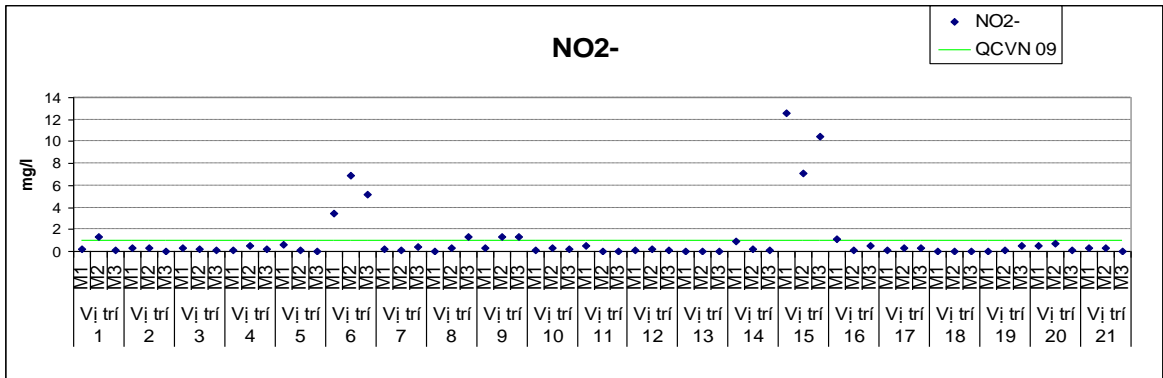
Hình 2.14. Hiện trạng chỉ số NH₄⁺ trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng NH₄⁺ tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,03 – 11,3 mg/l, hầu hết đều không đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Ngoài một vài điểm lấy mẫu tại thị trấn Me, xã Gia Vân và xã Liên Sơn hàm lượng NH₄⁺ trong nước ngầm thấp hơn tiêu

chuẩn, còn lại tại các điểm khác đều vượt quy chuẩn từ 2 – 113 lần. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Thắng là 11,3 mg/l, gấp 113 lần so với quy chuẩn Việt Nam.

Chỉ tiêu NO₂⁻

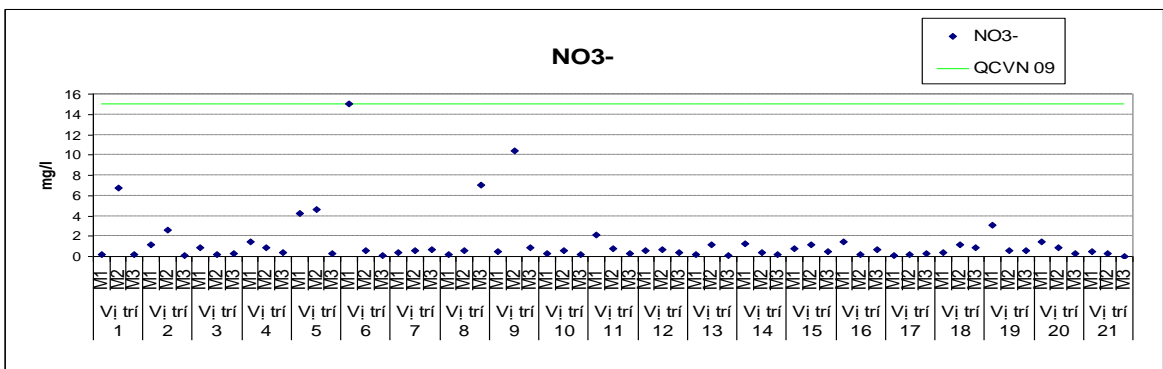


Hình 2.15. Hiện trạng chỉ số NO₂⁻ trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng NO₂⁻ tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,003 – 12,6 mg/l, hầu hết đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Ngoài các điểm lấy mẫu đạt quy chuẩn Việt Nam về hàm lượng NO₂⁻ trong nước ngầm thì tại một vài điểm tại thị trấn Me, xã Gia Minh, xã Gia Tiến, xã Gia Phương, xã Gia Phú và xã Gia Trấn hàm lượng NO₂⁻ trong nước ngầm vượt quy chuẩn từ 1,1 – 12,6 lần. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Tiến là 12,6 mg/l, gấp 12,6 lần quy chuẩn Việt Nam.

Chỉ tiêu NO₃⁻

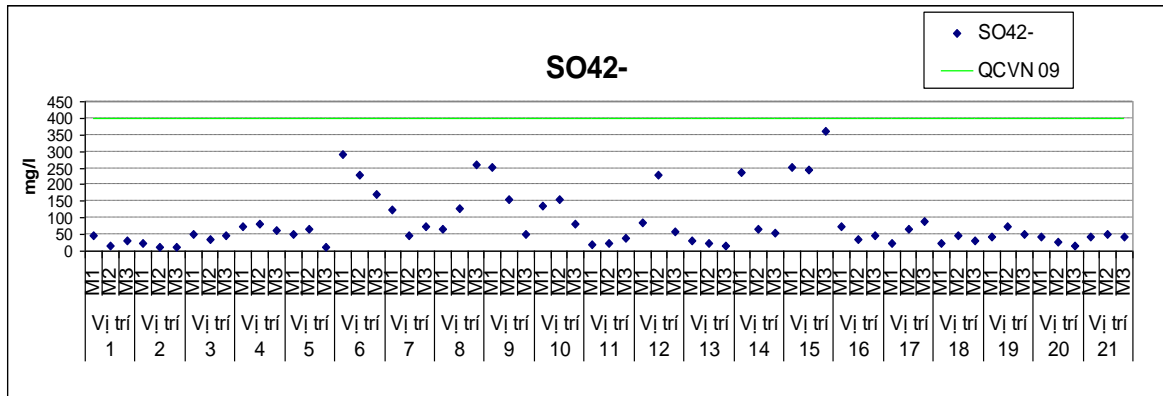


Hình 2.16. Hiện trạng chỉ số NO₃⁻ trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng NO_3^- tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,02 – 15 mg/l, tất cả đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Minh là 15 mg/l.

Chỉ tiêu SO_4^{2-}

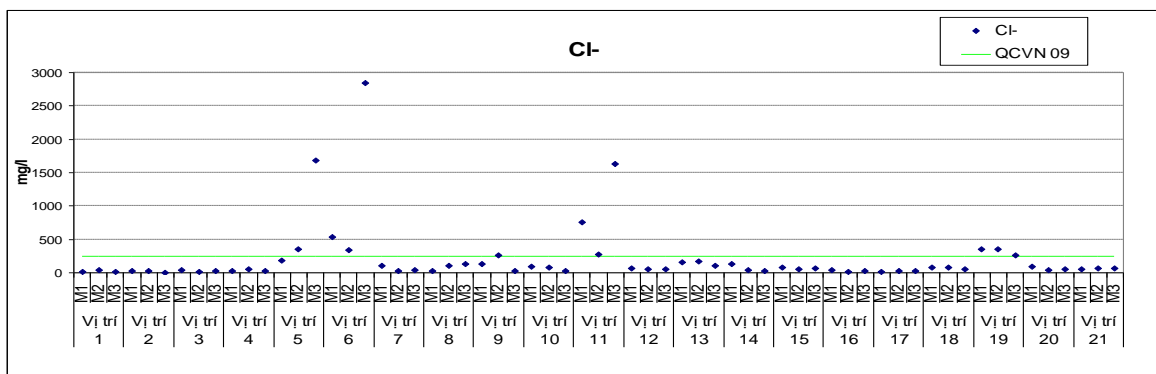


Hình 2.17. Hiện trạng chỉ số SO_4^{2-} trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng SO_4^{2-} tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 10 – 360 mg/l, tất cả đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Tiến là 360 mg/l.

Chỉ tiêu Cl^-



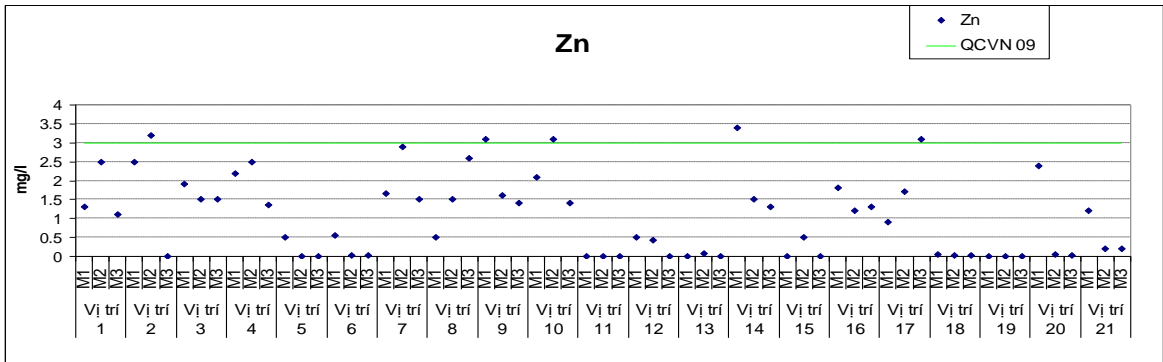
Hình 2.18. Hiện trạng chỉ số Cl^- trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng Cl^- tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 4,8 – 2840 mg/l, hầu hết đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09: 2008/BTNMT). Ngoài các điểm lấy mẫu đạt quy chuẩn Việt Nam

về hàm lượng Cl- trong nước ngầm thì tại một vài điểm tại xã Gia Lập, xã Gia Minh, xã Gia Tân, và xã Gia Vượng hàm lượng Cl- trong nước ngầm vượt quy chuẩn từ 1,02 – 11,36 lần. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Minh là 2840 mg/l, gấp 11,36 lần so với quy chuẩn Việt Nam.

Chỉ tiêu Zn

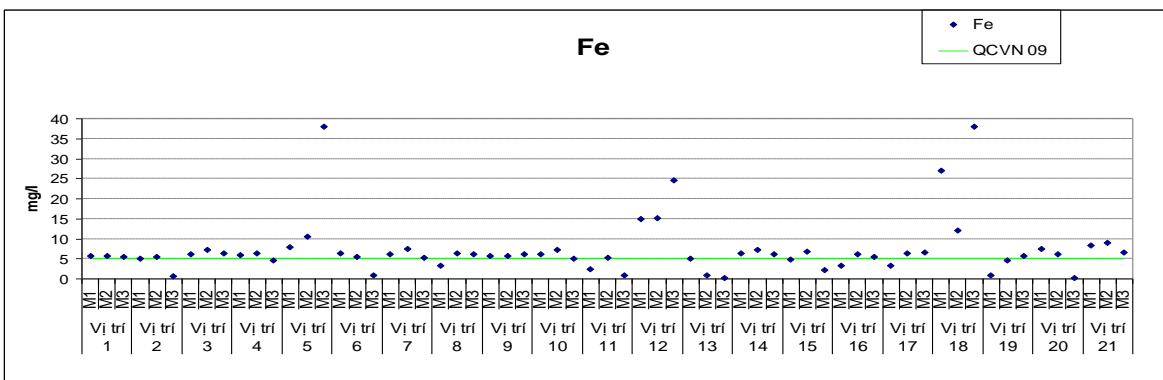


Hình 2.19. Hiện trạng chỉ số Zn trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng Zn tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,01 – 3,4 mg/l, hầu hết đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Ngoài các điểm lấy mẫu đạt quy chuẩn Việt Nam về hàm lượng Zn trong nước ngầm thì tại một vài điểm tại các xã Gia Thịnh, xã Gia Trung, xã Gia Phương, xã Gia Sinh và xã Gia Hoà hàm lượng Zn trong nước ngầm vượt quy chuẩn không đáng kể, dao động từ 1,03 – 1,13 lần. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Thịnh là 3,4 mg/l, gấp 1,13 lần quy chuẩn Việt Nam .

Chỉ tiêu Fe

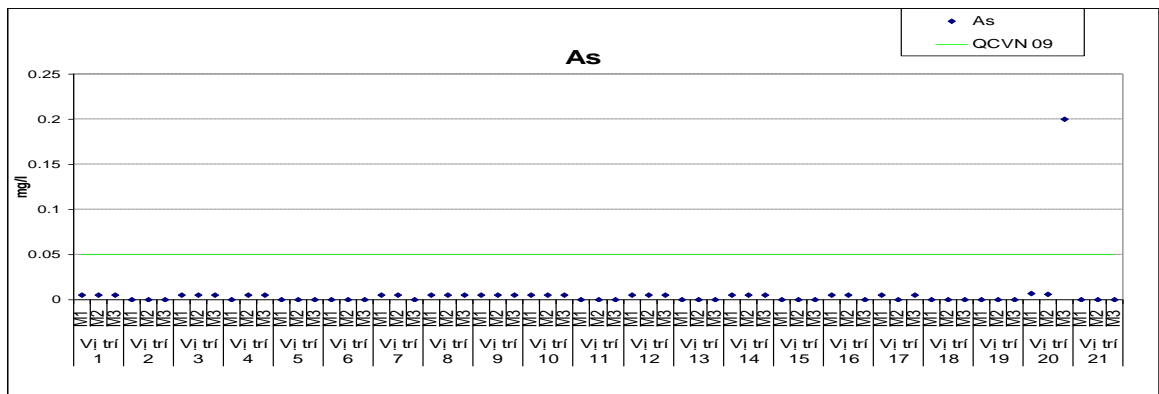


Hình 2.20. Hiện trạng chỉ số Fe trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Hàm lượng Fe tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn dao động trong khoảng 0,3 – 38 mg/l, hầu hết đều không đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Hàm lượng Fe trong nước ngầm tại các điểm vượt tiêu chuẩn dao động trong khoảng 5,1 – 38 mg/l. Giá trị cao nhất đo được tại xã Gia Lập và xã Gia Vân là 38 mg/l, gấp 7,6 lần quy chuẩn Việt Nam.

Chỉ tiêu As



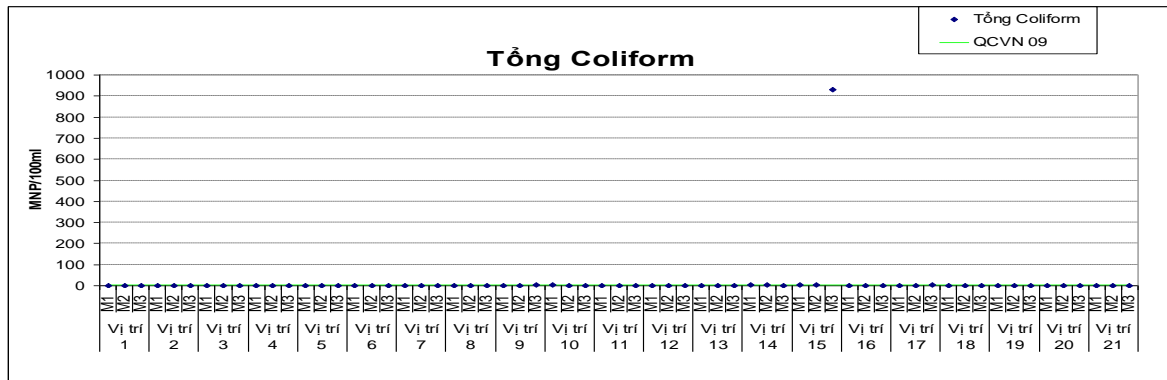
Hình 2.21. Hiện trạng chỉ số As trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

Nhìn chung nước ngầm tại các điểm lấy mẫu thuộc huyện Gia Viễn đều không bị nhiễm As, các giá trị đo được đều thấp hơn quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT), ngoại trừ 1 điểm lấy mẫu thuộc xã Gia Xuân, hàm lượng As trong nước ngầm đạt 0,2 mg/l, gấp 4 lần quy chuẩn Việt Nam.

Tổng coliform

Hàm lượng Coliform tại các điểm lấy mẫu nước ngầm thuộc huyện Gia Viễn đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT), ngoại trừ điểm lấy mẫu thuộc xã Gia Tiến có hàm lượng coliform trong nước là 930 mg/l, gấp 310 lần quy chuẩn Việt Nam.



Hình 2.22. Hiện trạng chỉ số coliform trong nước ngầm

Nguồn: Trung tâm Tư vấn và Công nghệ môi trường – Tổng cục Môi trường, 2010

.Các chỉ tiêu khác

Qua kết quả phân tích các chỉ tiêu như Hg, Cu, Pb, các giá trị không có sự chênh lệch lớn và đều đạt quy chuẩn môi trường nước ngầm (QCVN 09 : 2008/BTNMT). Cụ thể : Hg dao động trong khoảng 0,00002 đến 0,0002 mg/l; Cu dao động trong khoảng 0,001 đến 0,05 mg/l.

2.3.2. Đánh giá chất lượng môi trường nước tại huyện Gia Viễn

Qua phân tích 63 mẫu nước mặt tại 21 xã thuộc huyện Gia Viễn, ngoài các chỉ tiêu như BOD₅, NH₄, Fe có các giá trị vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT), còn lại hầu hết các chỉ tiêu đạt quy chuẩn.

Nhìn chung hàm lượng BOD₅ tại các xã thuộc huyện Gia Viễn đều đạt tiêu chuẩn, chỉ có vị trí tại xã Liên Sơn thông số này vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT) cột B 1,24 lần, và cột A 7,75 lần, qua đó có thể thấy được môi trường nước mặt ở đây đã có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ.

Hàm lượng NH₄ vượt tiêu chuẩn môi trường tại hầu hết các vị trí lấy mẫu, trong đó tại xã Gia Lập hàm lượng này vượt quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08: 2008/BTNMT) cột B 10,7 lần.

Tại một số mẫu nước mặt thuộc các xã như Gia Hoà, Gia Phương, Gia Thắng, Gia Thanh, Liên Sơn, bắt đầu có dấu hiệu ô nhiễm kim loại nặng mà cụ thể ở đây là sắt, mẫu nước mặt tại xã Gia Thanh đo được hàm lượng sắt trong nước là

21,2 mg/l gấp 10,6 lần quy chuẩn môi trường nước mặt (QCVN 08: 2008/BTNMT) cột B.

Qua phân tích cho thấy chất lượng nước ngầm tại các xã thuộc huyện Gia Viễn hầu như chưa bị ô nhiễm. Ngoài chỉ tiêu NH_4^+ và Fe thì các chỉ tiêu khác đều đạt QCVN 09:2008/BTNMT.

2.4. Lựa chọn khu vực nghiên cứu

Ninh Bình có hệ thống sông ngòi dày đặc. Sông Đáy là sông lớn nhất chảy vào giữa ranh giới Ninh Bình với Hà Nam, Nam Định. Sông Càn với nhiều nhánh nhỏ, phân hạ lưu chảy giữa ranh giới huyện Kim Sơn với tỉnh Thanh Hóa. Các sông nội tỉnh khác: sông Hoàng Long, sông Vạc, sông Vân, sông Bôi, sông Lạng, sông Bến đang đem lại nguồn lợi đáng kể về tưới tiêu, giao thông và khai thác thủy sản.

Thị trấn Me là trung tâm kinh tế, chính trị của huyện Gia Viễn thuộc tỉnh Ninh Bình, với tổng diện tích tự nhiên 340 ha. Thị trấn Me nằm dọc theo đường ĐT477, phía Đông giáp xã Gia Phương, phía Tây giáp xã Gia Thịnh, phía Nam giáp xã Gia Vượng, phía Bắc giáp xã Gia Hòa. Theo điều tra, số dân của Thị trấn năm 2010 là 6332 người, chia thành 1.655 hộ. Trong đó, 40% hộ sản xuất nông nghiệp, 20% hộ kinh doanh cá thể, 30% hộ nghỉ công tác hưởng chế độ hưu trí của nhà nước, 10% hộ cán bộ đương chức hưởng chế độ lương từ ngân sách của nhà nước.

Ô nhiễm môi trường tại thị trấn Me cũng đang ở mức báo động, nhất là môi trường nước, nước thải của dân cư thị trấn, hơn 20 cơ sở sản xuất, kinh doanh ăn uống, một bệnh viện, các trường học và nước thải của toàn bộ các cơ quan đóng trên địa bàn thị trấn không được xử lý thải trực tiếp xuống các ao hồ, sông Me và chảy ra sông Đáy làm tăng ô nhiễm nguồn nước của sông Đáy. Các giải pháp tổng thể quản lý và bảo vệ môi trường chưa hoàn chỉnh hoặc chưa có, do vậy các cấp quản lý từ huyện tới xã rất lúng túng trong công tác quản lý môi trường.

Khu vực lựa chọn nghiên cứu có địa hình bằng phẳng, phía Nam giáp với núi đá, phía Bắc giáp với cánh đồng lúa, phía Đông và Tây giáp với đường vào bãi đá, khu đất thuộc khu đất dự trữ của Thị Trấn, đất được dùng vào các mục đích

công cộng, hiện tại trên diện tích đất chỉ trồng cây xanh của thị trấn, không có nhà cửa và các công trình xây dựng khác.

Do vậy việc lựa chọn thị trấn Me làm địa điểm thực hiện nghiên cứu là nơi có tính chất đại diện, điển hình rất cao cho các khu dân cư tập trung. Đặc biệt là cho lưu vực sông Nhuệ - Đáy và cho các vùng của đồng bằng Bắc Bộ.

CHƯƠNG III

ỨNG DỤNG NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG CÔNG NGHỆ BÃI LỌC NHÂN TẠO TẠI THỊ TRẤN ME. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG NHÂN RỘNG MÔ HÌNH ĐỐI VỚI LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

3.1. Tính toán lưu lượng nước thải cần thiết phải xử lý

3.1.1. Lưu lượng nước thải của thị trấn Me

Hiện tại, khu vực dân cư ở thị trấn Me có số dân là 6332 người, do vậy ta có:

Lưu lượng nước thải trung bình ngày được tính theo công thức:

$$Q_{ng}^{tb} = \frac{N \times q_0}{1000} = \frac{6332 \times 150}{1000} = 950 \text{ (m}^3\text{/ngày)} \quad (3.1)$$

Trong đó:

N - Dân số tính toán; N = 6332 người

q₀ - Tiêu chuẩn thải nước q₀ = 150 l/ng. ngđ.

Ta có lưu lượng nước thải khu vực dân cư toàn thị trấn là: 950 (m³/ngđ); hay 39,6 (m³/h); hay 11 (l/s).

Từ lưu lượng trung bình giây tra bảng 2 – TCVN 7957-2008 (Tiêu chuẩn quốc gia về: Thoát nước – mạng lưới và công trình bên ngoài – Tiêu chuẩn thiết kế)

Ta có hệ số không điều hòa . K_{ch}=2,0

3.1.2. Tải lượng nước thải sinh hoạt thị trấn Me

3.1.2.1. Thành phần và tính chất nước thải sinh hoạt thị trấn Me

Nước thải sinh hoạt được hình thành trong quá trình sinh hoạt của con người. Dựa vào nguồn gốc hình thành và để tiện cho việc lựa chọn phương pháp, thiết kế các công trình xử lý, nước thải sinh hoạt được phân loại như sau:

- Nước thải không chứa phân, nước tiểu và các loại thực phẩm từ các thiết bị vệ sinh như bồn tắm, chậu giặt, chậu rửa mặt. Loại nước thải này chủ yếu chứa chất lơ lửng, các chất tẩy rửa. Nồng độ các chất hữu cơ trong loại nước thải này thấp và thường khó phân hủy sinh học. Trong nước thải có nhiều tạp chất vô cơ.

- Nước thải chứa phân, nước tiểu từ các khu vệ sinh. Trong nước thải tồn tại các loại vi khuẩn gây bệnh và dễ gây mùi hôi thối. Hàm lượng các chất hữu cơ (BOD) và các chất dinh dưỡng như nitơ, photpho cao. Các loại nước thải này thường gây nguy hại đến sức khỏe và dễ làm nhiễm bẩn nguồn nước mặt.

- Nước thải nhà bếp chứa dầu mỡ và phế thải thực phẩm từ nhà bếp, khu rửa bát. Nước thải loại này có hàm lượng lớn các chất hữu cơ (BOD, COD) và các nguyên tố dinh dưỡng (nitơ và photpho).

Lượng nước thải sinh hoạt phát sinh dao động trong phạm vi rất lớn, phụ thuộc nhiều vào điều kiện từng khu vực, quy mô khu dân cư, nước sinh hoạt và các thói quen của người dân.

Thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt có thể tồn tại dưới dạng các chất hòa tan, chất không hòa tan (cặn dễ lắng, cặn lơ lửng) và thành phần gồm: hữu cơ (52%) chủ yếu là cacbonhydrat (CHO) như đường, xenlulozo; các chất dầu mỡ (CHNO) như axit béo dễ bay hơi; các chất đạm (CHOSP) như là axit amin, amoni và ure (CHON)_m và vô cơ (48%). Ngoài ra còn một lượng lớn các loại vi sinh vật là các vi rút, vi khuẩn gây bệnh. Hai chỉ tiêu cơ bản, đặc trưng cho thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt là hàm lượng cặn lơ lửng (TSS) và nhu cầu oxy sinh học (BOD).

Theo TCVN 7957-2008 – Tiêu chuẩn quốc gia về thoát nước – mạng lưới và công trình bên ngoài – Tiêu chuẩn thiết kế, ta có tải lượng chất ô nhiễm đưa vào môi trường với các thông số như sau:

Bảng 3.1. Tải lượng ô nhiễm trung bình trên đầu người

STT	Các đại lượng	Khối lượng (g/người.ngày)
1	Chất rắn lơ lửng (SS)	60 - 65
2	BOD ₅ của nước thải đã lắng	30 - 35
3	BOD ₅ của nước thải chưa lắng	65
4	Nitơ của các muối amoni (N-NH ₄)	8
5	Photphat (P ₂ O ₅)	3,3

6	Clorua (Cl ⁻)	10
7	Chất hoạt động bề mặt	2 – 2,5

3.1.2.2. Tải lượng nước thải sinh hoạt thị trấn Me

Như kết quả tính toán ở trên, với dân số là: 6332 người, hiện nay lượng nước thải sinh hoạt phát sinh hàng ngày tại thị trấn Me là 950 m³/ngày đêm.

Tải lượng ô nhiễm từ nguồn sinh hoạt được ước tính thông qua số dân và định mức tải lượng ô nhiễm trung bình cho một người/ngày đêm của WHO nghiên cứu đối với các nước đang phát triển qua công thức:

$$E_j = p \times DMT_j \text{ (kg/ngày)} \quad (3.2)$$

Trong đó:

DMT_j : định mức tải lượng ô nhiễm thông số j (kg/người/ngđ)

p : dân số (người); $p = 6332$ người

Thông qua định mức tải lượng trung bình tính cho một người của WHO (bảng 3.1), ta có kết quả tính toán tổng tải lượng thải sinh hoạt của thị trấn Me như sau:

Bảng 3.2. Ước tính tải lượng nước thải sinh hoạt của thị trấn Me

Địa điểm	Tải lượng thải (kg/ngày)			
	SS	BOD ₅	N	P
Thị trấn Me	380	190	50,6	20,9

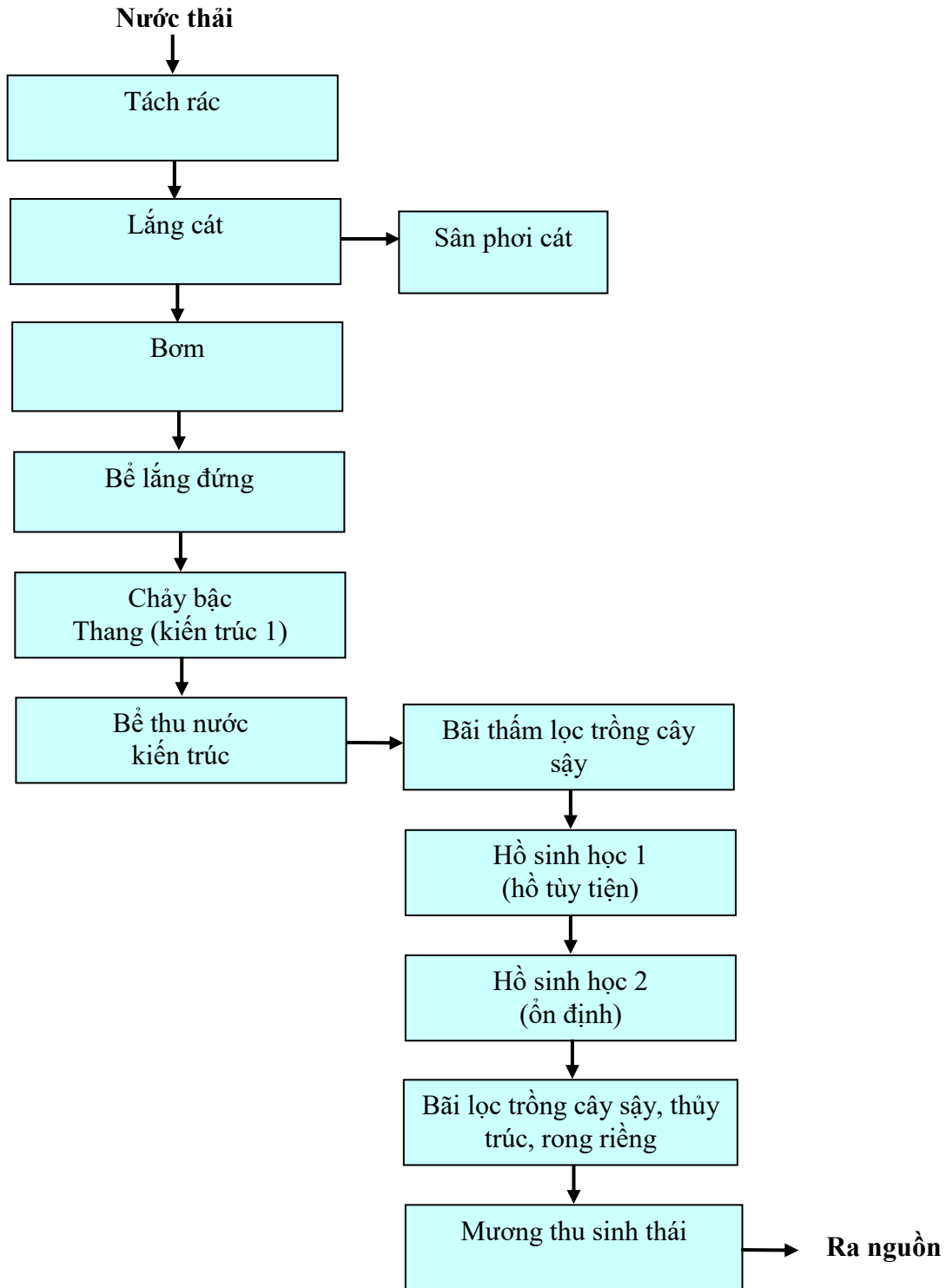
Ta có các thông số đặc tính của nước thải được thể hiện trong bảng 3.3

Bảng 3.3. Các thông số đặc tính của nước thải

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	SS	mg/l	400
2	BOD ₅	mg/l	200
3	N	mg/l	53,3
4	P	mg/l	22
6	Lưu lượng nước thải	m ³ /ngày.đêm	950

3.2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải

Hiện nay, có rất nhiều công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt đã được áp dụng trên thế giới và ở Việt Nam như công nghệ sinh học, công nghệ hóa sinh, công nghệ xử lý nước thải phân tán, công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt Johkasou- Nhật Bản, cánh đồng lọc, cánh đồng tưới... Việc nghiên cứu mô hình xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ thẩm lọc, với tiêu chí giá thành rẻ, dễ vận hành, chi phí vận hành thấp, vừa xử lý nước thải vừa khôi phục cảnh quan lưu vực sông, kết hợp làm công viên sinh thái nhưng vẫn đảm bảo xử lý nước thải sinh hoạt đạt tiêu chuẩn xả thải (QCVN 14: 2008/BTNMT), dễ áp dụng trong điều kiện Việt Nam, nhất là các khu dân cư, thị trấn, thị xã dọc lưu vực sông Nhuệ - Đáy.



Hình 3.1. Sơ đồ dây truyền công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt Thị Trấn Me

Nước thải sinh hoạt của thị trấn Me được đưa về khu xử lý. Tại đây, nước thải được đưa qua song chắn rác, các chất rắn, các vật to được giữ lại tại song chắn rác. Rác thải tại song chắn rác được thu gom thường xuyên và được mang đi xử lý.

Nước tiếp tục được đưa vào bể lắng cát. Tại bể lắng cát, các phần tử rắn như cát... có trọng lượng lớn sẽ bị tách ra khỏi nước thải và được xả ra sân phơi cát.

Sau khi qua bể lắng cát, nước thải được bơm qua bể lắng đứng. Trong bể lắng đứng, nước thải được dẫn vào ống trung tâm và từ đáy được chuyển động từ dưới lên theo phương thẳng đứng. Vận tốc dòng chảy trong vùng công tác không lớn hơn 0,7 mm/s. Nước trong được tập trung vào máng thu phía trên, cặn lắng được chứa ở phần hình nón hoặc chóp cụt phía dưới và được xả ra ngoài bằng bơm hay áp lực thủy tĩnh trên 1,5 m.

Nước thu được từ bể lắng đứng cho chảy bậc thang rồi chảy về bể thu nước kiến trúc. Sau đó, nước thải được đưa qua bãi lọc trồng sậy. Sậy là loại cây có khả năng chống chịu tốt với điều kiện sống khắc nghiệt. Nước được bố trí phân phối đều trên bề mặt của bãi lọc. Nước được thấm từ trên xuống dưới và được thu lại nhờ hệ thống ống thu đặt dưới đáy bãi lọc.

Nước thải tiếp tục được đưa qua hồ sinh học 1 và 2. Tại hồ sinh học này có trồng bèo lục bình, có tác dụng làm lắng các hạt cặn lơ lửng trong nước. Lượng cặn lơ lửng được lắng xuống tùy thuộc vào thời gian lưu nước. Bèo lục bình thuộc loại thực vật sống trôi nổi trên mặt nước, do vậy bèo lục bình có bộ rễ nằm trong nước. Bộ rễ của bèo lục bình có khả năng hấp thụ một phần các chất ô nhiễm có hại trong nước. Sau khi qua ao trồng bèo, nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải được giảm đi đáng kể. Quá trình lắng của ao trồng bèo sinh ra bùn trong ao, do vậy cần định kỳ nạo vét để đảm bảo độ thông thoáng và tránh sự tồn diện tích không cần thiết.

Nước qua hồ sinh học 1 và 2 được bơm lên bãi lọc trồng cây sậy, thủy trúc, rong giềng. Cơ chế xử lý nước giống như ở bãi lọc trên. Sau đó nước chảy qua mương sinh thái và xả ra nguồn tiếp nhận.

3.3. Thiết kế mô hình bãi lọc trồng cây nhân tạo

3.3.1. Nguyên tắc thiết kế

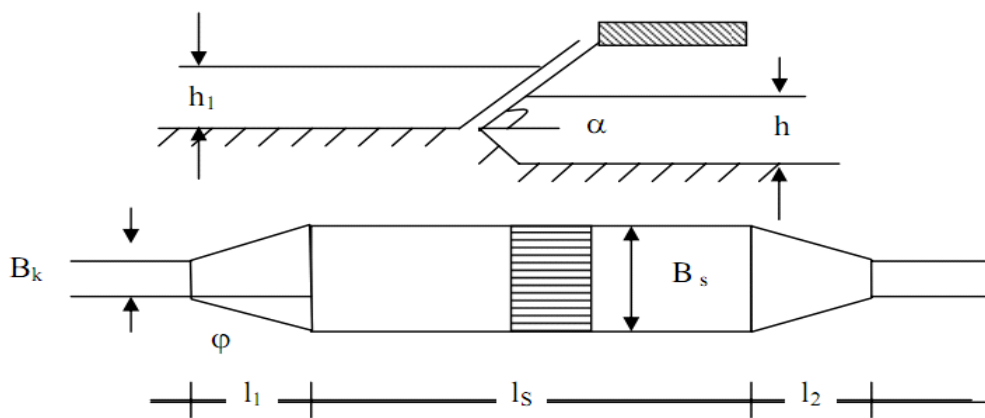
Nguyên tắc tính toán thiết kế bãi lọc ngập nước là xác định các thông số hoạt động của chúng như tải trọng chất rắn (chất hữu cơ hoặc chất dinh dưỡng), tải trọng

thủy lực, thời gian lưu nước, chiều cao lớp nước bề mặt... từ đó tính được diện tích cần thiết của bãi lọc và các đại lượng cần thiết kể khác. Quá trình xử lý nước thải trong các bãi lọc ngập nước được xem như là phản ứng hoá học bậc 1.

3.3.2. Tính toán thiết kế công trình

3.3.2.1. Song chắn rác

Thiết bị chắn rác dùng để giữ lại các tạp chất thô như rác, túi nilon, vỏ cây... nhằm đảm bảo cho máy bơm, các công trình và thiết bị xử lý nước thải hoạt động ổn định.



Hình 3.2. Cấu tạo song chắn rác

Chọn 2 thiết bị chắn rác, vớt rác bằng phương pháp thủ công: một thiết bị công tác, một thiết bị dự phòng.

Lưu lượng nước thải: $q_{tb} = 950 \text{ m}^3/\text{ngày} = 39,6 \text{ m}^3/\text{h} = 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$

Hệ số K_{ch} được xác định theo công thức:

$$K_{ch} = 1,35 + \frac{0,81}{Q_{tb}^{0,2}} = 1,35 + \frac{0,81}{39,6^{0,2}} = 1,74 \quad (3.3)$$

Lưu lượng tính toán: $q_{tt} = q_{h,max} = K_{ch} \cdot q_{tb} = 1,74 \times 0,011 = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$

Chọn: - Vận tốc dòng chảy qua khe hở song chắn rác là: $v = 0,8 \text{ m/s}$

- Chiều rộng khe hở: $b = 0,016 \text{ m}$

- Chiều sâu lớp nước trước song chắn rác là: $h_1 = 0,3 \text{ m}$

Số lượng khe hở giữa các thanh chắn rác xác định theo công thức:

$$n = \frac{q \cdot K_z}{b \cdot h_1 \cdot v_u} = \frac{0,019 \cdot 1,05}{0,016 \cdot 0,3 \cdot 0,8} = 6 \text{ khe hở} \quad (3.4)$$

Trong đó:

q : lưu lượng nước thải tính toán; $q = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$

b : chiều rộng khe hở giữa các thanh đan; $b = 0,016 \text{ m}$

h_1 : Chiều sâu lớp nước trước song chắn rác; $h_1 = 0,3 \text{ m}$

v_{tt} : vận tốc trung bình qua các khe hở; $v_{tt} = 0,8 - 1,0 \text{ m/s}$

K_z : hệ số nén dòng do các thiết bị vớt rác; $K_z = 1,05$

Số thanh của một thiết bị chắn rác là: $6 + 1 = 7$ thanh

Chọn bề dày thanh chắn rác $d = 0,008 \text{ m}$, ta có chiều rộng toàn bộ thiết bị chắn rác là: $B_s = d(n+1) + n.b = 0,008.(6+1) + 6.0,016 = 0,15 \text{ m}$ (3.9)

Trong đó: d là bề dày hay đường kính các thanh song chắn rác; $d = 0,008 \text{ m}$

Lượng rác giữ lại trên thiết bị chắn rác là:

$$W = \frac{a.N}{365.1000} = \frac{5.6332}{365.1000} = 0,087 \text{ (m}^3\text{/ngày)} \quad (3.5)$$

Trong đó:

a : lượng rác tính theo đầu người trong năm; $a = 5 \text{ (l/người.năm)}$

N : số người sử dụng hệ thống xử lý nước thải.

3.3.2.2. Bể lắng cát

Bể lắng cát ngang bao gồm phần công tác và phần cặn lắng.

Chọn bể lắng cát ngang có 2 ngăn, vận tốc dòng chảy $v = 0,3 \text{ m/s}$ ứng với $q_{\max} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diện tích tiết diện ướt của mỗi ngăn là:

$$W = \frac{q}{v.n} = \frac{0,019}{0,3.2} = 0,4 \text{ m}^2 \quad (3.6)$$

Trong đó:

q : lưu lượng lớn nhất của nước thải; $q_{\max} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$

v : vận tốc của nước trong bể; $v = 0,3 \text{ m/s}$

n : số bể hoặc số đơn nguyên; $n = 2$

Chiều dài phần công tác của bể lắng cát ngang được xác định theo công thức:

$$L = \frac{1000.K.v.h}{U_o} = \frac{1000 \times 1,3 \times 0,3 \times 0,6}{24,2} = 9,6 \text{ (m)}; \text{ lấy } L = 10 \text{ (m)} \quad (3.7)$$

Trong đó:

U_o : độ lớn thủy lực của các hạt cát với đường kính 0,2 đến 0,25 mm giữ lại trong bể, U_o lấy bằng 18 đến 24 mm/s;

K: hệ số lấy bằng 1,7 với $U_o = 18,7$ và bằng 1,3 với $U_o = 24,2$ mm/s;

h: chiều sâu công tác của bể lắng cát lấy bằng 0,25 đến 1,0 m;

v: vận tốc dòng chảy trong bể khi lưu lượng nước thải lớn nhất $v=0,3$ m/s.

Thời gian lưu nước trong bể lắng cát ngang là 30 đến 120 giây; Chiều rộng mỗi ngăn lắng cát là 2,0 m.

3.3.2.3. Bể lắng đứng

Hiệu suất lắng cần thiết E đảm bảo hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải khi đưa về công trình xử lý tiếp theo là $C_2 \leq 150$ mg/l là:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{400 - 150}{400} = 0,625 \quad (3.8)$$

Thời gian lắng được xác định theo công thức:

$$t = \frac{529E}{1 - \left(1 + \frac{22400}{C_1}\right)E} = \frac{529 \cdot 0,625}{1 - \left(1 + \frac{22400}{400}\right) \cdot 0,625} = 1150 \text{ s} \quad (3.9)$$

Tốc độ lắng U_o của phần tử cặn nhỏ nhất giữ lại theo hiệu suất lắng $E = 0,625$ khi chiều sâu bể lắng h_1 chọn bằng 3,7 m được xác định theo công thức sau:

$$U_o = \frac{840(K.h_1)^{0,75}}{\alpha.t} = \frac{840(0,5 \cdot 3,7)^{0,75}}{0,9 \cdot 1150} = 1,3 \text{ mm/s} \quad (3.10)$$

Trong đó:

K: hệ số sử dụng thể tích bể lắng; chọn $K = 0,5$

h_1 : chiều cao công tác của bể lắng đứng; $h_1 = 3,7$ m

α : hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ đối với độ nhớt động học của nước thải; Ở 25°C lấy $\alpha = 0,9$

Đường kính của bể lắng đứng được xác định theo công thức:

$$D = 2 \sqrt{\frac{Q}{3,6\pi \cdot K \cdot U_o}} = 2 \sqrt{\frac{39,6}{3,6 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,3}} = 4,64 \text{ m} \quad (3.11)$$

Lấy đường kính bể $D = 5$ m, chiều sâu công tác $h_1 = 3,7$ m

Dung tích phân chứa bùn cặn của bể được xác định theo công thức:

$$W_c = \frac{10^{-4} \cdot Q \cdot C_1 \cdot E \cdot T}{(100 - p) \gamma} = \frac{10^{-4} \cdot 950 \cdot 400 \cdot 0,625 \cdot 2}{(100 - 95) \cdot 1} = 9,5 \text{ m}^3 \quad (3.12)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải; $Q = 950 \text{ m}^3/\text{ngày}$

C_1 : hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải trước khi lắng; $C_1 = 400$ mg/l

E: hiệu suất lắng; $E = 0,625$

T: thời gian lưu cặn; $T = 2$ ngày

p: độ ẩm bùn cặn lắng; $p = 95\%$

γ : khối lượng thể tích của cặn; $\gamma = 1 \text{ tấn/m}^3$

Tổng chiều sâu H của bể lắng đứng là:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 3,7 + 0,25 + 0,3 + 1,21 + 0,3 = 5,76 \text{ m}$$

Trong đó:

h_1 : chiều sâu công tác của bể lắng đứng; $h_1 = 3,7$ m

h_2 : khoảng cách từ miệng lọc ống trung tâm đến điểm phản xạ; $h_2 = 0,25$ m

h_3 : lớp trung hoà giữa vùng lắng và vùng chứa bùn cặn; $h_3 = 0,3$ m

h_4 : chiều sâu lớp bùn; được tính như sau:

Từ công thức tính toán thể tích hình nón cụt chứa cặn:

$$W_c = \frac{\pi}{12} (D_a^2 \cdot h_a - D_b^2 \cdot h_b) = \frac{\pi}{12} (D_a^2 h_a - D_b^2 \cdot \frac{D_b}{D_a} h_a) \quad (3.13)$$

Khi $D_a = 9,0$ m; $D_b = 1,0$ m (đường kính phần đáy ống thu cặn) ta có:

$h_a = 1,36$ m; $h_b = 0,15$ m;

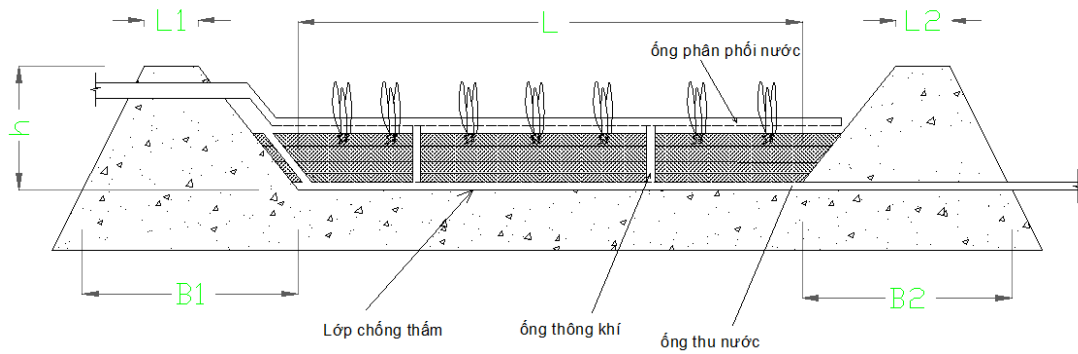
chiều sâu lớp bùn là: $h_4 = h_a - h_b = 1,36 - 0,15 = 1,21$ m

h_5 : chiều cao lớp bảo vệ trên bể lắng; $h_5 = 0,3$ m

3.3.2.4. Bãi lọc trồng cây sậy

Bãi lọc trồng cây sậy được thiết kế dưới dạng bãi lọc trồng cây dòng chảy

đứng.



Hình 3.3 Bãi lọc trồng sậy

Giả sử nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau khi qua bãi lọc trồng sậy giảm như sau: SS giảm 70%; BOD₅ giảm 50%; N giảm 50%; P giảm 20%;

Ta có thông số các chất ô nhiễm vào bãi lọc trồng sậy như sau:

Bảng 3.4. Đặc tính nước thải vào bãi lọc trồng sậy

Thông số	Đơn vị	Giá trị vào
SS	mg/l	150
BOD ₅	mg/l	200
N	mg/l	53,3
P	mg/l	22
Lưu lượng Q	m ³ /ngày đêm	950

a. Diện tích bề mặt bãi lọc được tính theo công thức:

$$A = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) \text{m}^2 \quad (3.14)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải (m³/ngày)

k: hệ số tốc độ phân hủy bậc nhất; k = 0,095 (m/ngày)

C_v: nồng độ chất ô nhiễm đầu vào (mg/l)

C_r: nồng độ chất ô nhiễm đầu ra (mg/l)

C*: nồng độ nền của chất ô nhiễm trong hệ thống (mg/l);

Giá trị C^* phụ thuộc vào dạng hệ thống, dạng thực vật, dạng và nồng độ chất ô nhiễm của nước thải được xử lý [Kadlec và Knight, 1996]; C^* có thể được lấy như sau: SS 2-5 mg/l; BOD 1-5 mg/l; tổng N <1,5 mg/l; tổng P <0,02 mg/l;

Ta có:

Diện tích cần thiết để xử lý SS là:

$$A_{SS} = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0.095} \ln \left(\frac{150 - 5}{45 - 5} \right) = 12879 \text{ m}^2$$

Diện tích cần thiết để xử lý BOD₅ là:

$$A_{BOD_5} = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0.095} \ln \left(\frac{200 - 5}{100 - 5} \right) = 7192 \text{ m}^2$$

Diện tích cần thiết để xử lý tổng N là:

$$A_N = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0.095} \ln \left(\frac{53,3 - 1,4}{26,5 - 1,4} \right) = 7265 \text{ m}^2$$

Diện tích cần thiết để xử lý tổng P là:

$$A_P = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0.095} \ln \left(\frac{22 - 0,01}{17,6 - 0,01} \right) = 2233 \text{ m}^2$$

Chọn:

Diện tích của bãi lọc trồng sậy là: $A = 12879 \text{ m}^2$

Chiều dài bãi lọc $L = 239 \text{ m}$

Chiều rộng bãi lọc $W = 54 \text{ m}$

Chia bãi lọc ra làm 2 đơn nguyên, mỗi đơn nguyên có diện tích là $6439,5 \text{ m}^2$.

b. Lựa chọn lớp lọc đối với bãi lọc trồng sậy như sau:

Phía dưới cùng của bãi lọc là lớp đất sét, sau đó đến lớp chống thấm làm bằng vải địa kỹ thuật HDPE dày 1mm, tiếp đến là các lớp vật liệu lọc:

Lớp 1: Lớp đá cuội, sỏi thô, chiều cao là 0,2 m

Lớp 2: Lớp cát sỏi có $d = 12 - 30 \text{ mm}$ chiều cao 0,6 m

Lớp 3: Lớp cát thô có $d = 5 - 12 \text{ mm}$ chiều cao 0,5 m

Và trên cùng là lớp đất phủ 0,2 m để trồng sậy.

c. Lựa chọn ống phân phối nước và ống thu nước

Lựa chọn ống phân phối nước vào bãi lọc:

Ống phân phối được đặt theo hình xương cá so le nhau.

Chọn ống nhựa PVC D210 làm ống phân phối chính

PVC D110 phân phối phụ nằm so le nhau.

Lựa chọn ống thu nước trong bãi lọc:

Ống được bố trí dọc theo chiều dài của bãi lọc

Ống thu nước đặt cách nhau 4 m

chọn ống nhựa PVC D110

Các ống đứng thông hơi cho hệ thống thu nước được bố trí cao hơn bề mặt bãi lọc khoảng 0,3 m để thông khí cho hệ thống thu nước và lớp vật liệu lọc.

d. Kích thước đê bao xung quanh bãi lọc

Phân bờ bao xung quanh bãi cao 0,2 m để ngăn nước tràn từ khu vực xung quanh vào bãi lọc

Chọn kích thước mặt đê bao là 1,2 (m) Kích thước chân đê bao là 3,2 (m)

Bảng 3.5 Kích thước của một bãi lọc xử lý trồng sậy

Thông số	Đơn vị	Kích thước
Chiều cao lớp lọc	m	0,85
Chiều rộng	m	54
Chiều dài	m	239
Rộng mặt đê	m	1,2
Rộng chân đê	m	3,2
Chiều cao xây dựng	m	2,5

Bảng 3.6 Thông số chất ô nhiễm sau bãi lọc trồng sậy

Thông số	Giá trị vào	Giá trị ra
SS (mg/l)	150	45
BOD ₅ (mg/l)	200	100
Tổng N (mg/l)	53,3	26,65
Tổng P (mg/l)	22	17,6

3.3.2.5. Hồ sinh học tùy tiện (thả bèo)

Giả sử nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau khi qua hồ sinh học tùy tiện (thả bèo) giảm như sau: BOD₅ giảm 85%; N giảm 50%; P giảm 50%

Ta có thông số các chất ô nhiễm vào hồ sinh học thả bèo như sau:

Bảng 3.7 Thông số các chất ô nhiễm vào hồ sinh học thả bèo

Thông số	Đơn vị	Giá trị vào
BOD ₅	mg/l	100
Tổng N	mg/l	26,65
Tổng P	mg/l	17,6

a. Tính diện tích của hồ sinh học thả bèo

Chọn chiều sâu của hồ H = 2,5 m.

Diện tích hữu ích của hồ là:

$$F = \frac{Q}{H.K} \left(\frac{L_a}{L_t} - 1 \right) = \frac{950}{2,5 \cdot 0,3} \left(\frac{100}{15} - 1 \right) = 8972 \text{ m}^2 \quad (3.15)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải; Q = 950 (m³/ngày đêm)

H: chiều sâu hồ tùy tiện; chọn H = 2,5 m

K: hệ số phân huỷ chất hữu cơ trong hồ tùy tiện; chọn K = 0,3 (ngày⁻¹)

L_a: là BOD₅ của nước thải đưa vào hồ; L_a = 100 (mg/l)

L_t: là BOD₅ của nước thải ra khỏi hồ; L_t = 15 (mg/l)

Chọn chiều dài của hồ là 150 m; chiều rộng của hồ là 60 m

b. Thời gian nước lưu lại trong hồ tùy tiện là:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{F.H}{Q} = \frac{8972 \cdot 2,5}{950} = 23,7 \text{ (ngày)} \quad (3.16)$$

c. Lựa chọn các thông số

- Hồ sinh học thả bèo được xây dựng với thành ao nghiêng một góc 45°
- Đáy hồ được thiết kế có độ dốc s = 3%; Đáy được gia cố bằng đất đầm chặt, bên trên là lớp đất sét dày 200 mm, tiếp theo là lớp HDPE dày 3 mm.

- Đường ống dẫn nước có $D = 300$ mm; Ống được đặt ngay sát mép của hồ
- Đường kính ống phân phối có $D=210$ mm; ống phân phối có đục lỗ nhằm mục đích phân phối đều nước trong ao xử lý
- Đường kính ống thu nước có $D = 300$ mm
- Chọn kích thước mặt đê bao là 1,2 (m)
- Kích thước chân đê bao 3,6 (m)

Ta có: Kích thước của hồ sinh học thả bè là

Bảng 3.8 Kích thước hồ sinh học thả bè

Thông số	Đơn vị	Kích thước
Chiều sâu	m	2,5
Chiều rộng	m	60
Chiều dài	m	150
Rộng mặt đê	m	1,2
Rộng chân đê	m	3,6

Bảng 3.9 Thông số chất ô nhiễm sau hồ sinh học thả bè

Thông số	Giá trị vào	Giá trị ra
BOD ₅ (mg/l)	100	15
N (mg/l)	26,65	13,33
P (mg/l)	17,6	8,8

3.3.2.6. Hồ sinh học ổn định

Hồ sinh học ổn định được bố trí tiếp sau hồ sinh học tùy tiện. BOD₅ sau mỗi cấp hồ giảm đi 20%. Ta có:

Chọn chiều sâu của hồ là 1,5 m

a. Diện tích của hồ là:

$$F = \frac{Q}{H.K} \left(\frac{L_a}{L_t} - 1 \right) = \frac{950}{1,5.0,3} \left(\frac{15}{12} - 1 \right) = 528 \text{ m}^2 \quad (3.17)$$

Chọn chiều dài của hồ là 35 m; chiều rộng của hồ là 15 m

b. Thời gian nước lưu trong hồ là:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{F.H}{Q} = \frac{528.1,5}{950} = 0,83 \text{ (ngày)} \quad (3.18)$$

3.3.2.7. Bãi lọc trồng cây (rong giềng)

Giả sử nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau khi qua hồ sinh học ổn định giảm 20%. Ta có thông số các chất ô nhiễm bãi lọc như sau:

Bảng 3.10 Thông số các chất ô nhiễm vào bãi lọc

Thông số	Đơn vị	Giá trị vào
BOD ₅	(mg/l)	15
Tổng N	(mg/l)	13,33
Tổng P	(mg/l)	8,8

Diện tích cần thiết để xử lý BOD₅ là:

$$A_{BOD_5} = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0,095} \ln \left(\frac{15 - 5}{12 - 5} \right) = 3567 \text{ m}^2$$

Diện tích cần thiết để xử lý tổng N là:

$$A_N = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0,095} \ln \left(\frac{13,33 - 1,4}{10,67 - 1,4} \right) = 2529 \text{ m}^2$$

Diện tích cần thiết để xử lý tổng P là:

$$A_P = \frac{Q}{k} \ln \left(\frac{C_v - C^*}{C_r - C^*} \right) = \frac{950}{0,095} \ln \left(\frac{8,8 - 0,01}{7,04 - 0,01} \right) = 2234 \text{ m}^2$$

Chọn:

Diện tích của bãi lọc là: $A = 3567 \text{ m}^2$

Chọn chiều dài bãi lọc 123 m; Chiều rộng là 29 m

Bãi lọc trồng cây (rong giềng) được thiết kế tương tự như bãi lọc trồng sậy ở phía trên.

Nước thải sau khi được xử lý qua các công trình phía trên và qua hồ sinh học ổn định thì hàm lượng các chất có trong nước thải giảm đi đáng kể, đạt QCVN 14/2008-BTNMT (loại A).

Bãi lọc trồng cây (rong giềng) được thiết kế sau hồ sinh học ổn định có tác dụng xử lý tảo trong nước, vừa có tác dụng tạo cảnh quan cho khu vực nghiên cứu.

3.4. Chi phí vận hành công trình

3.4.1. Nhân công

Số nhân công dự tính: 02 người

- Lương tháng bình quân: 2.500.000đ/người/tháng.

$$L = 2.500.000đ \times 2 = 5.000.000đ/\text{tháng}$$

- Chi lương cho một năm: $5.000.000 \times 12 = 60.000.000đ$ ồng

3.4.2. Chi phí điện năng

$$1,5KW/h/máy \times 8h \times 2máy = 24 Kw$$

Giá điện: 1.500đ/kw

$$24 \times 1.500 = 36.000đ/\text{ngày}$$

$$36.000 \times 30 = 1.080.000đ/\text{tháng}$$

$$1.080.000 \times 12 = 12.960.000đ$$
ồng/năm

3.4.3. Chi phí nước

Nước dùng sinh hoạt, tưới cây và rửa máy bơm: $10 m^3$ /tháng

Giá nước: 5.000đ/ m^3

$$10 \times 5.000 = 50.000đ/\text{ngày}$$

$$50.000 \times 30 = 1.500.000đ/\text{tháng}$$

$$1.500.000 \times 12 = 18.000.000đ$$
ồng/năm

3.4.4. Chi phí khác

- Quần áo bảo hộ lao động: 02 bộ/người năm \times 2 người = 4 bộ

$$4 \text{ bộ} \times 300.000đ/\text{bộ} = 1.200.000đ$$
ồng/năm

- Kéo cắt cỏ: 4 cái /năm: $250.000 đ/\text{cái} \times 4 \text{ cái} = 1.000.000 đ$ ồng/năm

- Cuốc, xẻng : 4 cái: $100.000đ/\text{cái} \times 4 \text{ cái} = 400.000 đ$ ồng/năm

- Xe đẩy: 1 cái: $2.000.000đ/\text{cái} \times 1 \text{ cái} = 2.000.000đ$ ồng/năm

$$TC = 1.200.000 + 1.000.000 + 400.000 + 2.000.000 = 4.600.000 đ$$
ồng/năm

3.4.5. Tổng chi phí cho công trình

- Chi phí hàng tháng: Lương + điện+ nước

$$CT = 5.000.000 + 1.080.000 + 1.500.000 = 7.580.000 \text{ đồng/tháng}$$

- Chi phí một năm:

$$CN = 60.000.000 + 12.960.000 + 18.000.000 + 4.600.000 = 95.560.000 \text{ đồng/năm}$$

3.5. Đánh giá khả năng ứng dụng và nhân rộng mô hình

Hệ thống XLNT chi phí thấp được coi là công nghệ xử lý tự nhiên, gần tự nhiên hay trên cơ sở tự nhiên do thực tế là bản chất của các quá trình xử lý các chất ô nhiễm diễn ra trong các hệ thống này đều dựa trên cơ sở các quá trình và chu trình chuyển hóa tự nhiên (như các yếu tố sinh học, cơ học hay năng lượng mặt trời và các yếu tố tự nhiên khác).

Hệ thống XLNT chi phí thấp được thiết kế, xây dựng, bảo dưỡng và quản lý một cách hợp lý có thể đảm bảo duy trì hiệu suất xử lý nước thải cao và ổn định. Các kết quả thực nghiệm cho thấy photpho, nitra, nitrit, amonia, BOD₅, và các chất rắn lơ lửng có thể được xử lý đạt tới mức có thể chấp nhận. Nhìn chung, hiệu suất xử lý các thành phần BOD, TSS, COD, các kim loại, và chất hữu cơ bền vững trong nước thải sinh hoạt có thể đạt mức cao với thời gian lưu nước hợp lý. Với thời gian lưu nước lâu hơn đáng kể, nito và photpho cũng có thể được xử lý triệt để. Các hệ thống xử lý nước thải tự nhiên chi phí thấp áp dụng cho xử lý bậc hai có thể được vận hành quanh năm ngoại trừ khi thời tiết lạnh nhất. Đối với xử lý bậc ba hoặc xử lý đặc biệt có thể vận hành quanh năm đối với các khu vực có điều kiện thời tiết ấm.

Đối với những khu vực có quỹ đất với giá đất có thể chấp nhận được, việc đầu tư xây dựng hệ thống XLNT chi phí thấp sẽ kinh tế hơn so với các hệ thống XLNT thông thường có sử dụng các thiết bị cơ khí. Không sử dụng các thiết bị xử lý phức tạp góp phần làm giảm đáng kể giá thành đầu tư. Khi thiết kế hệ thống XLNT chi phí thấp cần quan tâm tới các đặc điểm tại vị trí xây dựng như địa hình, địa chất, nguồn cấp nước, loại đất, loại nước thải được xử lý v.v... Lựa chọn vị trí với các đặc điểm thích hợp sẽ làm giảm được giá thành xây dựng.

Hệ thống XLNT chi phí thấp thường có chi phí vận hành thấp, giảm thiểu các chi phí sử dụng điện năng và các thiết bị, không cần sử dụng hóa chất. Các bãi lọc thường được thiết kế đảm bảo khả năng tự chảy của nước trong hệ thống. Nếu

địa hình không thuận lợi, không đảm bảo khả năng tự chảy của nước trong hệ thống thì sẽ cần đến bơm và làm tăng giá thành vận hành. Hệ thống XLNT tự nhiên nếu được thiết kế và xây dựng hợp lý có khả năng tự duy trì và bảo dưỡng trong thời gian lâu dài. Nhìn chung, mặc dù hệ thống xử lý nước thải tự nhiên thường chỉ duy trì được hiệu suất xử lý một cách thụ động nhưng giảm thiểu được các nhu cầu về thiết bị cơ khí, điện năng và các yêu cầu cao về kỹ năng của người vận hành.

Hệ thống XLNT chi phí thấp được thiết kế một cách hợp lý có khả năng tự điều tiết và duy trì hiệu suất xử lý đối với các loại tải lượng ô nhiễm khác nhau của nước thải. Đây là ưu điểm nổi bật của hệ thống XLNT chi phí thấp vì các thành phần ô nhiễm trong nước thải rất đa dạng và chế độ thải nước không đều, các điều kiện thời tiết thay đổi, sự phát triển của dân cư trong khu vực hay sự thay đổi quản lý các hoạt động thương mại trong lưu vực làm thay đổi đáng kể tải lượng ô nhiễm.

Hệ thống XLNT chi phí thấp có khả năng xử lý triệt để các chất ô nhiễm. Vì vậy, diện tích cần thiết cho việc tái sử dụng nước sau xử lý từ các bãi lọc nhân tạo ít hơn diện tích đất cần thiết khi trực tiếp sử dụng nước thải.

Hệ thống XLNT chi phí thấp có thể giảm tối thiểu khối lượng các chất bị loại và phát sinh trong quá trình xử lý. Lượng bùn/sinh khối dư phát sinh ít hơn nhiều so với các quá trình xử lý thứ cấp khác. Rất nhiều hệ thống XLNT chi phí thấp không làm phát sinh bùn dư đòi hỏi phải xử lý tiếp theo hay tiêu hủy.

Tùy thuộc vào thiết kế, vị trí và chủng loại thực vật, các hệ thống XLNT chi phí thấp đặc biệt là các bãi lọc ngập nước nhân tạo có thể làm nổi bật phong cảnh với màu sắc, bố cục và sự đa dạng của các loài cây. Hệ thống XLNT chi phí thấp có thể tăng cường không gian, diện tích cây xanh trong đô thị và kết hợp cả các chức năng giải trí công cộng.

Hệ thống XLNT chi phí thấp có khả năng kiến tạo môi trường tốt thu hút một số loài động vật hoang dã đến sinh sống và phát triển và làm tăng thêm lợi ích, sự hấp dẫn về du lịch cho khu vực.

Tuy nhiên, ngay cả khi được thiết kế tối ưu nhất, hệ thống XLNT chi phí thấp vẫn tồn tại những hạn chế như: khả năng loại bỏ các vi khuẩn gây bệnh từ nước

thải sinh hoạt có thể chưa đáp ứng được các tiêu chuẩn xả cho phép và cần thiết phải thực hiện thêm công đoạn khử trùng; Bùn lắng và các chất lơ lửng cần phải định kỳ được lấy đi vì có thể làm tắc dòng chảy trong hệ thống; Có thể phát sinh mùi khó chịu làm ảnh hưởng tới các khu dân cư lân cận đặc biệt trong điều kiện thời tiết nóng; Có thể mất khả năng xử lý do sự quá tải về chất rắn hoặc amonia; Sự có mặt của các động vật và côn trùng không mong muốn có thể là một trở ngại nếu không kiểm soát được sự phát triển của các loại thực vật v.v...

Từ những phân tích ở trên cho thấy, khả năng ứng dụng và nhân rộng mô hình cao. Việc nhân rộng thành công của mô hình ra những khu vực khác trên toàn quốc sẽ có hiệu quả gián tiếp làm giảm mức độ ô nhiễm môi trường trên toàn bộ các lưu vực sông tại Việt Nam.

Sự thành công của mô hình sẽ giúp cho công tác quản lý môi trường, hoạch định chính sách môi trường sẽ dễ dàng và thuận lợi hơn. Kết quả nghiên cứu của đề tài cũng có thể sử dụng giúp thực hiện các công tác nghiên cứu, nâng cao nhận thức cộng đồng, giúp xây dựng các giải pháp cải thiện và phục hồi cảnh quan môi trường cho các lưu vực sông.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Luận văn đã đề xuất được mô hình xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo phù hợp cho thị trấn Me, huyện Gia Viễn, tỉnh Ninh Bình vì:

+ Thị trấn Me là nơi có tính chất đại diện điển hình rất cao cho các khu dân cư tập trung, đặc biệt là lưu vực sông Nhuệ - Đáy và cho các vùng của đồng bằng Bắc bộ. Khu vực nghiên cứu thuộc khu đất dự trữ của Thị Trấn, đất được dùng vào các mục đích công cộng, hiện tại trên diện tích đất chỉ trồng cây xanh của thị trấn, không có nhà cửa và các công trình xây dựng khác. Do vậy mô hình đã được tính toán, thiết kế phù hợp với diện tích khu đất của thị trấn.

+ Với giá thành xử lý gần 300 đ/m³ nước thải là phù hợp với nền kinh tế của địa phương

+ Nước thải sau khi được xử lý đảm bảo đạt tiêu chuẩn xả thải ra môi trường theo QCVN 14:2008/BTNMT (loại B)

+ Ngoài mục đích dùng để xử lý nước, bãi lọc ngập nước còn có những lợi ích khác như tạo cảnh quan và môi trường sống cho con người và các loài thú.

KIẾN NGHỊ

Việc ứng dụng mô hình xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ bãi lọc nhân tạo có tính khả thi và có khả năng nhân rộng cho các lưu vực sông khác của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Việt Anh, Bộ Tài nguyên và môi trường (2007), *Xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy thẳng đứng trong điều kiện Việt Nam*. <http://www.nea.gov.vn>
2. Nguyễn Việt Anh (2007), *Xử lý nước thải sinh hoạt vệ sinh chi phí thấp*, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), “Báo cáo môi trường quốc gia năm 2009”, *Môi trường khu công nghiệp Việt Nam*,
4. Cục thống kê Ninh Bình (2010), *Niên giám thống kê huyện Gia Viễn năm 2010*, Ninh Bình
5. D.XANTHOULIS, LÈU THỌ BÁCH, WANG CHENGDUAN, HANS BRIX (2009,) *Xử lý nước thải chi phí thấp*, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội
6. Hoàng Đan, *Xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng cây, công nghệ mới đem lại nhiều lợi ích cho môi trường*, <http://www.nea.gov.vn>
7. Trần Đức Hạ (2002), *Xử lý nước thải sinh hoạt quy mô vừa và nhỏ*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
8. Trần Hiếu Nhuệ (2002), *Cấp nước và vệ sinh nông thôn*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội
9. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga, *Giáo Trình Công nghệ xử lý nước thải*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
10. Tổng cục thống kê (2010), *Niên giám thống kê năm 2010*, Hà Nội
11. Trung tâm quan trắc môi trường (2010), “Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc năm 2010”, *Môi trường nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy*, Hà Nội
12. TCVN 7957-2008 – Tiêu chuẩn quốc gia về thoát nước – mạng lưới và công trình bên ngoài – Tiêu chuẩn thiết kế
13. BRIX, H., 1994. *Chức năng của thực vật trong bãi lọc nhân tạo*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ nước. 29, 71-78.

14. BRIX, H, 1998. Đan Mạch. Trong: Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P.F., Grên, M.B., Haberl, R. (Eds), *Bãi lọc nhân tạo trong xử lý nước thải ở Châu Âu*. NXB Backhuys, Leiden, Hà Lan, 123-152.
15. BRIX, H, 2003. *Kinh nghiệm của Đan Mạch trong xử lý nước thải bằng các bãi lọc nhân tạo* trong Kỷ yếu Hội thảo khoa học lần thứ nhất về sử dụng thực vật để xử lý nước thải trong bãi lọc nhân tạo (biên tập V. Diaz, J. Vymazal) Lisboa, Portugal PAC.
16. LAWSON, G.J., 1985. *Dùng cây sậy để dùng rễ xử lý nước thải*. Báo cáo hợp đồng ITE, Trung tâm nghiên cứu nước, Cumbria, Vương quốc Anh.
17. SCHIERUP, H.-H., BRIX, v H., LORENZEN, B., 1990. *Xử lý nước thải ở bãi lọc nhân tạo ở Đan Mạch – giai đoạn nghệ thuật*. Trong: Cooper, P. F., Findlater, B.C (biên tập), *Bãi lọc nhân tạo để xử lý ô nhiễm nước*. Pergamon Press, London, 495-504.
18. VYMAZAL, J., BRIX, H., COOPER, P.F., HABERL, R., PERFLER, R., v LABER, J., 1998. *Cơ chế lọc và các loại bãi lọc nhân tạo*. Trong: Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P.F., Green, M.B., Haberl, R. (Eds), *Bãi lọc nhân tạo để xử lý nước thải ở châu Âu*. NXB Backhuys, Leiden, Hà Lan, 17-66.
19. WORRALL, P., PEBERDY, K.J., v MILLETT, M.C., 1996. *Bãi lọc nhân tạo và sự bảo tồn thiên nhiên*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ nước. 35, 2051-2139.