

## LỜI MỞ ĐẦU

Việt Nam là một nước nông nghiệp với khoảng 70% số dân sống ở vùng nông thôn. Sản xuất nông nghiệp đóng vai trò rất quan trọng trong nền kinh tế-xã hội nước ta. Những năm qua, ngành chăn nuôi phát triển khá mạnh về cả số lượng lẫn quy mô. Tuy nhiên, việc chăn nuôi nhỏ lẻ trong nông hộ, thiếu quy hoạch, nhất là các vùng dân cư đông đúc đã gây ra ô nhiễm môi trường ngày càng trầm trọng. Ô nhiễm môi trường do chăn nuôi gây nên chủ yếu từ các nguồn chất thải rắn, chất thải lỏng, bụi, tiếng ồn, xác gia súc, gia cầm chết chôn lấp, tiêu hủy không đúng kỹ thuật. Nguồn nước thải chăn nuôi là một nguồn nước thải có chứa nhiều hợp chất hữu cơ, virus, vi trùng, trứng giun sán... Nguồn nước này có nguy cơ gây ô nhiễm các tầng nước mặt, nước ngầm và trở thành nguyên nhân trực tiếp phát sinh dịch bệnh cho đàn gia súc. Đồng thời nó có thể lây lan một số bệnh cho con người và ảnh hưởng đến môi trường xung quanh vì nước thải chăn nuôi còn chứa nhiều mầm bệnh như: Samonella, Leptospira, Clostridium tetani,...nếu không xử lý kịp thời. Bên cạnh đó còn có nhiều loại khí được tạo ra bởi hoạt động của vi sinh vật như NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, . . . Các loại khí này có thể gây nhiễm độc không khí và nguồn nước ngầm ảnh hưởng đến đời sống con người và hệ sinh thái. Chính vì vậy mà việc thiết kế hệ thống xử lý nước thải cho các trại chăn nuôi heo là một hoạt động hết sức cần thiết.

Trước thực tế đó em đã tìm hiểu và thực hiện đề tài **“nghiên cứu, tính toán hệ thống xử lý nước thải cho trang trại chăn nuôi”**.

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

### 1.1 Hiện trạng ô nhiễm môi trường do chăn nuôi heo ở nước ta

Hiện nay trên cả nước ta đã xây dựng nhiều mô hình chăn trại chăn nuôi heo với quy mô lớn, chủ yếu phân bố tại 5 vùng trọng điểm là Mộc Châu (Sơn La), Hà Nội và các vùng phụ cận, khu vực TP Hồ Chí Minh và các tỉnh xung quanh, Lâm Đồng và một số tỉnh duyên hải miền Trung. Tính đến năm 2002 đàn heo trên cả nước đã lên đến 23,20 triệu con. Và trung bình mỗi năm nước thải do ngành chăn nuôi heo sinh ra khoảng 20 – 24 triệu m<sup>3</sup>. Với lượng nước thải lớn như thế mà không được xử lý sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Tác động trực tiếp đến sức khỏe của con người cũng như của vật nuôi.

### 1.2 Thành phần, tính chất của nước thải chăn nuôi heo

Nước thải chăn nuôi là một trong những loại nước thải rất đặc trưng, có khả năng gây ô nhiễm môi trường cao bằng hàm lượng chất hữu cơ, cặn lơ lửng, N, P và sinh vật gây bệnh. Nó nhất thiết phải được xử lý trước khi thải ra ngoài môi trường. Lựa chọn một quy trình xử lý nước thải cho một cơ sở chăn nuôi phụ thuộc rất nhiều vào thành phần tính chất nước thải, bao gồm:

#### 1.2.1 Các chất hữu cơ và vô cơ

Những chất hữu cơ chưa được gia súc đồng hóa, hấp thụ sẽ được bài tiết ra ngoài theo phân, nước tiểu cùng các sản phẩm trao đổi chất khác. Thức ăn dư thừa cũng là một nguồn ô nhiễm hữu cơ.

Trong nước thải chăn nuôi, hợp chất hữu cơ chiếm 70–80% gồm protit, acid amin, chất béo, hidratcarbon và các dẫn xuất của chúng. Hầu hết các chất hữu cơ dễ phân hủy, giàu Nitơ, photpho. Các chất vô cơ chiếm 20–30% gồm cát, đất, muối, ure, ammonium, muối chlorua, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,...

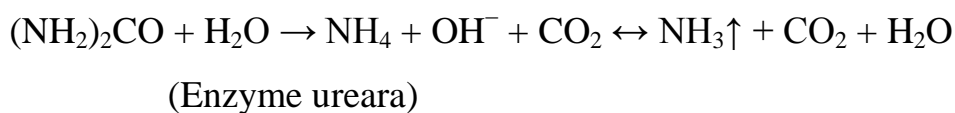
Các hợp chất hóa học trong phân và nước thải dễ dàng bị phân hủy. Tùy điều kiện hiếm khí hay kị khí mà quá trình phân hủy tạo thành các sản phẩm khác nhau như acid amin, acid béo, aldehyde, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S. Nếu quá trình phân hủy có mặt O<sub>2</sub> sản phẩm tạo thành sẽ là CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>. Còn nếu quá trình phân hủy diễn ra trong điều kiện thiếu khí thì tạo thành các sản phẩm CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, Indol, Scatol,... Các chất khí sinh ra trong quá trình phân hủy kị

khí và thiếu khí như  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,... gây mùi hôi thối trong khu vực nuôi và ảnh hưởng xấu đến môi trường không khí.

### 1.2.2 Nito và Photpho

Khả năng hấp thụ Nito và Photpho của các loài gia súc, gia cầm rất kém, nên khi ăn thức ăn có chứa Nito và Photpho thì chúng sẽ bài tiết ra ngoài theo phân và nước tiểu. Trong nước thải chăn nuôi heo thường chứa hàm lượng N và P rất cao. Hàm lượng N-tổng trong nước thải chăn nuôi 571 – 1026 mg/L, Photpho từ 39 – 94 mg/L. Theo Jongbloed và Lenis, đối với heo trưởng thành khi ăn vào 100g Nito thì 30g được giữ lại cơ thể, 50g bài tiết ra ngoài theo nước tiểu dưới dạng ure còn 20g ở dạng phân Nito vi sinh khó phân hủy và an toàn cho môi trường.

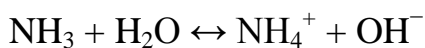
Nito bài tiết ra ngoài theo nước tiểu và phân dưới dạng ure, sau đó ure nhanh chóng chuyển hóa thành  $\text{NH}_3$  theo phương trình sau đây:



Khi nước tiểu và phân bài tiết ra ngoài, vi sinh vật sẽ tiết ra enzyme ureaza chuyển hóa ure thành  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_3$  phát tán vào không khí gây mùi hôi hoặc khuếch tán vào nước gây ô nhiễm nước.

Nồng độ  $\text{NH}_3$  trong nước thải phụ thuộc vào:

- Lượng ure trong nước tiểu.
- pH của nước thải: khi pH tăng,  $\text{NH}_4^+$  sẽ chuyển thành  $\text{NH}_3$ . Ngược lại khi pH giảm,  $\text{NH}_3$  chuyển thành  $\text{NH}_4^+$ .



- Điều kiện lưu trữ nước thải

Hàm lượng N- $\text{NH}_3$  trong nước thải sau khi ra biogas khá lớn khoảng 304 – 471mg/l, chiếm 75 – 85% N tổng.

Nước thải chăn nuôi chứa lượng lớn N, P. Đây là nguyên nhân có thể gây hiện tượng phú dưỡng cho các nguồn nước tiếp nhận, ảnh hưởng xấu đến chất lượng nguồn nước và các sinh vật sống trong nước.

### 1.2.3 Vi sinh vật gây bệnh

Nước thải chăn nuôi chứa nhiều loại vi trùng, virus và trứng ấu trùng giun sán gây bệnh. Do đó loại nước thải này có nguy cơ trở thành nguyên nhân trực tiếp phát sinh dịch bệnh cho đàn gia súc, gia cầm đồng thời lây lan một số bệnh cho người nếu không được xử lý.

Theo nghiên cứu của Nanxera đối với nước thải chăn nuôi: vi trùng gây bệnh đóng dấu (*Erisipelothris insidiosa*) có thể tồn tại 92 ngày, *Brucella* 74 – 108 ngày, *Samolnella* từ 6 – 7 tháng, *Leptospira* 5 – 6 tháng, *Microbacteria tuberculosis* 75 – 150 ngày, virus nở mồm long móng (FMD) sống trong nước thải 100 – 120 ngày..., các loại vi trùng có nha bào như: *Bacillus tetani* 3 – 4 năm. Trứng giun sán nhiều trong nước thải chăn nuôi với nhiều loại điển hình như: *Fasciolahepatica*, *Fasciola gigantica*, *Fasciolosis buski*, *Ascaris suum*, *Oesophagostomum sp*, *Trichocephalus dentatus*...có thể phát triển đến giai đoạn gây nhiễm sau 6 – 28 ngày và tồn tại 5 – 6 tháng.

Theo A.Kigirop, các loại vi trùng gây bệnh như: *Samonella*, *E.coli* và nha bào *Bacillus anthraxis* có thể xâm nhập theo mạch nước ngầm. *Samonella* có thể thấm sâu xuống lớp đất bề mặt 30-40 cm, ở những nơi thường xuyên tiếp nhận nước thải. Trứng giun sán, vi trùng có thể lan truyền đi rất xa và nhanh khi bị nhiễm vào nước mặt gây dịch bệnh cho người và gia súc.

Nghiên cứu của Bonde cho thấy: đa số các vi sinh vật gây bệnh không phát triển lâu dài trong nước thải, số lượng của chúng giảm nhanh trong những ngày đầu sau đó chậm dần. Các loại vi trùng tồn tại lâu trong nước ở vùng nhiệt đới *Samonella typhi* và *Samonella paratyphi*, *E.coli*, *Shigella*, *Vibrio comma* gây dịch tả.

Ngoài ra, *G.Rheinnhinmer* còn phân lập được nhiều loài nấm gây bệnh.

Đối với vi khuẩn và virus đường ruột thì thời gian sống sót trong nước thải càng lâu thì số lượng cá thể của chúng càng nhỏ và ngược lại.

Hệ vi sinh vật trong nước thải chăn nuôi rất phức tạp trong đó chủ yếu là vi khuẩn gây thối có 3-16 triệu tế bào/ml, vi khuẩn phân hủy đường mỡ, *E.coli*  $10.10^4$  –  $10.10^7$  tế bào/ml, vi khuẩn lưu huỳnh, vi khuẩn nitrat hóa. Hệ vi sinh

vật này có ảnh hưởng lớn đến tính chất và khả năng tự làm sạch của nguồn nước.

### **1.3 Các phương pháp xử lý nước thải chăn nuôi heo**

Việc xử lý nước thải chăn nuôi heo nhằm giảm nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải đến một nồng độ cho phép có thể xả vào nguồn tiếp nhận. Việc lựa chọn phương pháp làm sạch và lựa chọn quy trình xử lý nước phụ thuộc vào các yếu tố như :

- Các yêu cầu về công nghệ và vệ sinh nước.
- Lưu lượng nước thải.
- Các điều kiện của trại chăn nuôi.
- Hiệu quả xử lý.

Đối với nước thải chăn nuôi, có thể áp dụng các phương pháp sau :

- Phương pháp cơ học.
- Phương pháp hóa lý.
- Phương pháp sinh học.

Trong các phương pháp trên ta chọn xử lý sinh học là phương pháp chính. Công trình xử lý sinh học thường được đặt sau các công trình xử lý cơ học, hóa lý.

#### **1.3.1 Phương pháp xử lý cơ học**

Mục đích là tách chất rắn, cặn, phân ra khỏi hỗn hợp nước thải bằng cách thu gom, phân riêng. Có thể dùng song chắn rác, bể lắng sơ bộ để loại bỏ cặn thô, dễ lắng tạo điều kiện thuận lợi và giảm khối tích của các công trình xử lý tiếp theo. Ngoài ra có thể dùng phương pháp ly tâm hoặc lọc. Hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải chăn nuôi khá lớn (khoảng vài ngàn mg/L) và dễ lắng nên có thể lắng sơ bộ trước rồi đưa sang các công trình xử lý phía sau.

Sau khi tách, nước thải được đưa sang các công trình phía sau, còn phần chất rắn được đem đi ủ để làm phân bón.

#### **1.3.2 Phương pháp xử lý hóa lý**

Nước thải chăn nuôi còn chứa nhiều chất hữu cơ, chất vô cơ dạng hạt có kích thước nhỏ, khó lắng, khó có thể tách ra bằng các phương pháp cơ học thông

thường vì tốn nhiều thời gian và hiệu quả không cao. Ta có thể áp dụng phương pháp keo tụ để loại bỏ chúng. Các chất keo tụ thường sử dụng là phen nhôm, phen sắt, phen bùn,... kết hợp với polymer trợ keo tụ để tăng quá trình keo tụ.

Nguyên tắc của phương pháp này là : cho vào trong nước thải các hạt keo mang điện tích trái dấu với các hạt lơ lửng có trong nước thải (các hạt có nguồn gốc silic và chất hữu cơ có trong nước thải mang điện tích âm, còn các hạt nhôm hydroxid và sắt hydroxi được đưa vào mang điện tích dương). Khi thế điện động của nước bị phá vỡ, các hạt mang điện trái dấu này sẽ liên kết lại thành các bông cặn có kích thước lớn hơn và dễ lắng hơn.

Theo nghiên cứu của Trương Thanh Cảnh (2001) tại trại chăn nuôi heo 2/9: phương pháp keo tụ có thể tách được 80 – 90% hàm lượng chất lơ lửng có trong nước thải chăn nuôi heo.

Ngoài keo tụ còn loại bỏ được P tồn tại ở dạng  $PO_4^{3-}$  do tạo thành kết tủa  $AlPO_4$  và  $FePO_4$ .

Phương pháp này loại bỏ được hầu hết các chất bẩn có trong nước thải chăn nuôi. Tuy nhiên chi phí xử lý cao. Áp dụng phương pháp này để xử lý nước thải chăn nuôi là không hiệu quả về mặt kinh tế.

Ngoài ra, tuyển nổi cũng là một phương pháp để tách các hạt có khả năng lắng kém nhưng có thể kết dính vào các bọt khí nổi lên. Tuy nhiên chi phí đầu tư, vận hành cho phương pháp này cao, cũng không hiệu quả về mặt kinh tế đối với các trại chăn nuôi.

### ***1.3.3 Phương pháp xử lý sinh học***

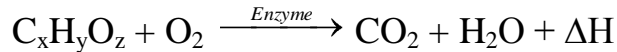
Phương pháp này dựa trên sự hoạt động của các vi sinh vật có khả năng phân hủy các chất hữu cơ. Các vi sinh vật sử dụng các chất hữu cơ và một số chất khoáng làm nguồn dinh dưỡng và tạo năng lượng. Tùy theo nhóm vi khuẩn sử dụng là hiếu khí hay kỵ khí mà người ta thiết kế các công trình khác nhau. Và tùy theo khả năng về tài chính, diện tích đất mà người ta có thể dùng hồ sinh học hoặc xây dựng các bể nhân tạo để xử lý.

#### ***1.3.3.1 Phương pháp xử lý hiếu khí***

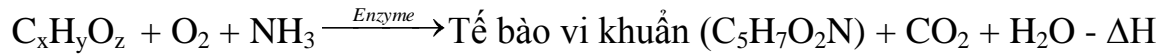
Sử dụng nhóm vi sinh vật hiếu khí, hoạt động trong điều kiện có oxy. Quá

trình xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí gồm 3 giai đoạn :

Oxy hóa các chất hữu cơ :



Tổng hợp tế bào mới :



Phân hủy nội bào :



### 1.3.3.2 Phương pháp xử lý kỵ khí

Sử dụng vi sinh vật kỵ khí, hoạt động trong điều kiện yếm khí không hoặc có lượng  $O_2$  hòa tan trong môi trường rất thấp, để phân hủy các chất hữu cơ.

Bốn giai đoạn xảy ra đồng thời trong quá trình phân hủy kỵ khí :

a. Thủy phân : Trong giai đoạn này, dưới tác dụng của enzyme do vi khuẩn tiết ra, các phức chất và các chất không tan (như polysaccharide, protein, lipid) chuyển hóa thành các phức chất đơn giản hơn hoặc chất hòa tan (như đường, các acid amin, acid béo).

b. Acid hóa : Trong giai đoạn này, vi khuẩn lên men chuyển hóa các chất hòa tan thành chất đơn giản như acid béo dễ bay hơi, rượu, acid lactic, methanol,  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  và sinh khối mới.

c. Acetic hóa : Vi khuẩn acetic chuyển hóa các sản phẩm của giai đoạn acid hóa thành acetat,  $H_2$ ,  $CO_2$  và sinh khối mới.

d. Methane hóa : Đây là giai đoạn cuối của quá trình phân hủy kỵ khí. Acid acetic,  $H_2$ ,  $CO_2$ , acid formic và methanol chuyển hóa thành methane,  $CO_2$  và sinh khối mới.

### 1.3.3.3 Các hệ thống xử lý bằng phương pháp sinh học

#### 1. Hệ thống tự nhiên

##### a. Hồ sinh học

Người ta có thể ứng dụng các quy trình tự nhiên trong các ao, hồ để xử lý nước thải. Trong các hồ, hoạt động của vi sinh vật hiếu khí, kỵ khí, quá trình cộng sinh của vi khuẩn và tảo là các quá trình sinh học chủ đạo. Các quá trình lý học, hóa học bao gồm các hiện tượng pha loãng, lắng, hấp phụ, kết tủa, các phản

ứng hóa học ... cũng diễn ra tại đây. Việc sử dụng ao hồ để xử lý nước thải có ưu điểm là ít tốn vốn đầu tư cho quá trình xây dựng, đơn giản trong vận hành và bảo trì. Tuy nhiên, do các cơ chế xử lý diễn ra với tốc độ tự nhiên (chậm) do đó đòi hỏi diện tích đất rất lớn. Hồ sinh học chỉ thích hợp với nước thải có mức độ ô nhiễm thấp. Hiệu quả xử lý phụ thuộc sự phát triển của vi khuẩn hiếu khí, kỵ khí, tùy nghi, cộng với sự phát triển của các loại vi nấm, rêu, tảo và một số loài động vật khác nhau.

Hệ hồ sinh học có thể phân loại như sau:

(1) Hồ hiếu khí (Aerobic Pond); (2) Hồ tùy nghi (Facultative Pond); (3) Hồ kỵ khí (Anaerobic Pond); (4) Hồ xử lý bổ sung.

**(1) Hồ hiếu khí (Aerobic Pond)**

- Hồ làm thoáng tự nhiên

Oxy được cung cấp cho quá trình oxy hóa chất hữu cơ chủ yếu do sự khuếch tán không khí qua mặt nước và quá trình quang hợp của các thực vật nước (rong, tảo,...). Chiều sâu của hồ phải bé (thường lấy khoảng 30-40 cm) để đảm bảo cho điều kiện hiếu khí có thể duy trì tới đáy hồ. Trong hồ, nước thải được xử lý bởi quá trình cộng sinh giữa tảo và vi khuẩn, các động vật bậc cao hơn như nguyên sinh động vật cũng xuất hiện trong hồ và nhiệm vụ của chúng là làm sạch nước thải (ăn các vi khuẩn). Các nhóm vi khuẩn, tảo hay nguyên sinh động vật hiện diện trong hồ tùy thuộc vào các yếu tố như lưu lượng nạp chất hữu cơ, khuấy trộn, pH, dưỡng chất, ánh sáng và nhiệt độ.

Hiệu suất chuyển hóa BOD<sub>5</sub> của hồ rất cao, có thể lên đến 95%. Tuy nhiên, chỉ có BOD<sub>5</sub> dạng hòa tan mới bị loại khỏi nước thải đầu vào, và trong nước thải đầu ra chứa nhiều tế bào tảo và vi khuẩn, do đó nếu phân tích tổng BOD<sub>5</sub> có thể sẽ lớn hơn cả tổng BOD<sub>5</sub> của nước thải đầu vào. Nhiều thông số không thể khống chế được nên hiện nay người ta thường thiết kế theo lưu lượng nạp đạt từ các mô hình thử nghiệm. Việc điều chỉnh lưu lượng nạp phản ánh lượng oxy có thể đạt được từ quang hợp và trao đổi khí qua bề mặt tiếp xúc nước, không khí.

Do độ sâu nhỏ, thời gian lưu nước dài nên diện tích của hồ lớn. Vì thế hồ chỉ thích hợp khi kết hợp việc xử lý nước thải với nuôi trồng thủy sản cho mục đích



chăn nuôi và công nghiệp.

- Hồ làm thoáng nhân tạo

Nguồn oxy cung cấp cho quá trình sinh học từ các thiết bị như bơm khí nén hay máy khuấy cơ học. Vì được tiếp khí nhân tạo nên chiều sâu của hồ có thể từ 2 - 4,5 m. Sức chứa tiêu chuẩn khoảng 400 kg/(ha.ngày). Thời gian lưu nước trong hồ 1-3 ngày.

Hồ hiếu khí làm thoáng nhân tạo do có chiều sâu hồ lớn, mặt khác việc làm thoáng cũng khó đảm bảo toàn phần vì thế một phần lớn của hồ làm việc như hồ hiếu-ky khí, nghĩa là phần trên hiếu khí, phần dưới ky khí.

(2) Hồ tùy nghi ( Facultative Pond )

Việc xử lý nước thải tốt là do hoạt động của các vi sinh vật hiếu khí, ky khí và tùy nghi. Từ trên xuống đáy hồ có 3 khu vực chính.

- Khu vực thứ nhất (hay là khu vực hiếu khí) được đặc trưng bởi hệ cộng sinh giữa vi khuẩn và tảo. Nguồn oxy được cung cấp bởi oxy khí trời thông qua quá trình trao đổi tự nhiên qua bề mặt hồ, và oxy được tạo ra qua quá trình quang hợp của tảo. Oxy được vi khuẩn sử dụng để phân hủy các chất hữu cơ tạo nên các dưỡng chất và CO<sub>2</sub>, tảo sử dụng các sản phẩm này để quang hợp.

- Khu vực trung gian (hay là khu vực ky khí không bắt buộc) đặc trưng bởi các hoạt động của các vi khuẩn ky khí không bắt buộc.

- Khu vực thứ ba (hay là khu vực ky khí) đặc trưng bởi các hoạt động của các vi khuẩn ky khí phân hủy các chất hữu cơ lắng đọng dưới đáy bể.

(3) Hồ ky khí ( Anaerobic Pond )

Hồ ky khí được sử dụng để xử lý nước thải có hàm lượng chất rắn cao. Thông thường đây là một ao sâu (có thể đến 9,1 m) với các ống dẫn nước thải đầu vào và đầu ra được bố trí một cách hợp lý. Điều kiện ky khí được duy trì suốt chiều sâu của bể. Việc ổn định nước thải được tiến hành thông qua quá trình kết tủa, phân hủy ky khí của vi sinh vật. Hiệu quả khử BOD<sub>5</sub> thường ở mức 70% và có thể lên đến 85% khi các điều kiện môi trường đạt tối ưu.

(4) Hồ xử lý bổ sung

Có thể áp dụng sau quá trình xử lý sinh học (aerotank, bể lọc sinh học hoặc

sau hồ sinh học hiếu khí, tùy nghi,...) để đạt chất lượng nước ra cao hơn, đồng thời thực hiện quá trình nitrat hóa. Do thiếu chất dinh dưỡng, vi sinh còn lại trong hồ này sống ở giai đoạn hô hấp nội bào và amoniac chuyển hóa thành nitrat. Thời gian lưu nước trong hồ này khoảng 18 - 20 ngày. Tải trọng thích hợp 67 - 200kg BOD<sub>5</sub>/ha.ngày.

#### *b. Cánh đồng tưới*

Dẫn nước thải theo hệ thống mương đất trên cánh đồng tưới, dùng bơm và ống phân phối phun nước thải lên mặt đất. Một phần nước bốc hơi, phần còn lại thấm vào đất để tạo độ ẩm và cung cấp một phần chất dinh dưỡng cho cây cỏ sinh trưởng. Phương pháp này chỉ được dùng hạn chế ở những nơi có khối lượng nước thải nhỏ, vùng đất khô cằn xa khu dân cư, độ bốc hơi cao và đất luôn thiếu độ ẩm.

Ở cánh đồng tưới không được trồng rau xanh và cây thực phẩm vì vi khuẩn, virus gây bệnh trong nước thải chưa được loại bỏ có thể gây tác hại cho sức khỏe của con người sử dụng các loại rau và thực phẩm này.

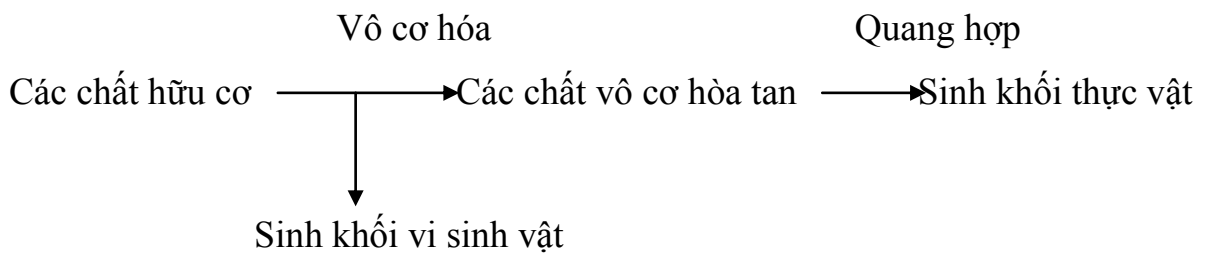
#### *c. Xả nước thải vào ao, hồ, sông suối*

Nước thải được xả vào những nơi vận chuyển và chứa nước có sẵn trong tự nhiên để pha loãng chúng và tận dụng khả năng tự làm sạch của các nguồn. Đối với nước thải chăn nuôi heo, biện pháp này thường không được áp dụng vì nó gây mùi hôi thối rất nghiêm trọng và giết chết các loài thủy sinh vật sống trong nước. Mặc dù vậy ở nước ta, phần lớn nước thải chăn nuôi thường xả vào các hệ thống sông, hồ gần khu vực chăn nuôi sau khi xử lý bằng những biện pháp thô sơ như hầm biogas, hồ lắng,...

Ngoài các phương pháp sinh học tự nhiên trên, người ta còn sử dụng các phương pháp vùng đất ngập nước (wetland), xử lý bằng đất (land treatment),... Hiện nay người ta đã áp dụng việc sử dụng các loài thực vật nước để làm tăng hiệu quả xử lý tự nhiên của các ao hồ, đặc biệt thích hợp với nước thải chăn nuôi.

Thực vật nước thuộc loài thảo mộc, thân mềm. Quá trình quang hợp của các loài thủy sinh hoàn toàn giống các thực vật trên cạn. Vật chất có trong nước sẽ

được chuyển qua hệ rễ của thực vật nước và đi lên lá. Lá nhận ánh sáng mặt trời để tổng hợp thành vật chất hữu cơ. Các chất hữu cơ này cùng với chất khác xây dựng nên tế bào và tạo ra sinh khối. Thực vật chỉ tiêu thụ các chất vô cơ hòa tan. Vì sinh vật sẽ phân hủy các hợp chất hữu cơ và chuyển chúng thành các chất và hợp chất vô cơ hòa tan để thực vật có thể sử dụng chúng để tiến hành trao đổi chất. Quá trình vô cơ hóa bởi VSV và quá trình hấp thụ các chất vô cơ hòa tan bởi thực vật nước tạo ra hiện tượng giảm vật chất có trong nước. Vì vậy người ta ứng dụng thực vật nước để xử lý nước thải.



Có 3 loài thực vật nước chính:

- Thực vật nước sống chìm :

Loại thực vật nước này phát triển dưới mặt nước và chỉ phát triển được ở nguồn nước có đủ ánh sáng. Chúng gây nên các tác hại như làm tăng độ đục của nguồn nước, ngăn cản sự khuếch tán của ánh sáng vào nước. Do đó các loài thực vật nước này không hiệu quả trong việc làm sạch nước thải.

- Thực vật nước sống trôi nổi :

Rễ của thực vật này không bám vào đất mà lơ lửng trên mặt nước, thân và lá phát triển trên mặt nước. Nó trôi nổi trên mặt nước theo gió và dòng nước. Rễ của chúng tạo điều kiện cho vi khuẩn bám vào để phân hủy nước thải.

- Thực vật sống nửa chìm nửa nổi :

Loại thực vật này có rễ bám vào đất nhưng thân và lá phát triển trên mặt nước. Loại này thường sống ở những nơi có chế độ thủy triều ổn định.

## 2. Hệ thống nhân tạo

### a. Xử lý theo phương pháp hiếu khí

Xử lý nước thải theo phương pháp hiếu khí nhân tạo dựa trên nhu cầu oxy cần cung cấp cho vi sinh vật hiếu khí có trong nước thải hoạt động và phát triển. Các

vi sinh vật hiếu khí sử dụng các chất hữu cơ, các nguồn N và P cùng với một số nguyên tố vi lượng khác làm nguồn dinh dưỡng để xây dựng tế bào mới, phát triển tăng sinh khối. Bên cạnh đó quá trình hô hấp nội bào cũng diễn ra song song, giải phóng CO<sub>2</sub> và nước. Cả hai quá trình dinh dưỡng và hô hấp của vi sinh vật đều cần oxy. Để đáp ứng nhu cầu oxy hòa tan trong nước, người ta thường sử dụng hệ thống sục khí bề mặt bằng cách khuấy đảo hoặc bằng hệ thống khí nén.

🚦 Quá trình xử lý hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng (bùn hoạt tính)

Quá trình này sử dụng bùn hoạt tính dạng lơ lửng để xử lý các chất hữu cơ hòa tan hoặc các chất hữu cơ dạng lơ lửng. Sau một thời gian thích nghi, các tế bào vi khuẩn bắt đầu tăng trưởng và phát triển. Các hạt lơ lửng trong nước tải được các tế bào vi sinh vật bám lên và phát triển thành các bông cặn có hoạt tính phân hủy các chất hữu cơ. Các hạt bông cặn dần dần lớn lên do được cung cấp oxy và hấp thụ các chất hữu cơ làm chất dinh dưỡng để sinh trưởng và phát triển.

Bùn hoạt tính là tập hợp các vi sinh vật khác nhau, chủ yếu là vi khuẩn, bên cạnh đó còn có nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn, nguyên sinh động vật, giun, sán,... kết thành dạng bông với trung tâm là các hạt lơ lửng trong nước. Trong bùn hoạt tính ta thấy có loài *Zoogelea* trong khối nhầy. Chúng có khả năng sinh ra một bao nhầy xung quanh tế bào, bao nhầy này là một polymer sinh học với thành phần là polysaccharide có tác dụng kết các tế bào vi khuẩn lại tạo thành bông.

Một số công trình hiếu khí phổ biến xây dựng trên cơ sở xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính :

- Bể aeroten thông thường

Đòi hỏi chế độ dòng chảy nút (plug-flow), khi đó chiều dài bể rất lớn so với chiều rộng. Trong bể, nước thải vào có thể phân bố ở nhiều điểm theo chiều dài, bùn hoạt tính tuần hoàn đưa vào đầu bể. Tốc độ sục khí giảm dần theo chiều dài bể. Quá trình phân hủy nội bào xảy ra ở cuối bể.

- Bể aeroten xáo trộn hoàn toàn

Đòi hỏi chọn hình dạng bể, trang thiết bị sục khí thích hợp. Thiết bị sục khí cơ khí (motor và cánh khuấy) hoặc thiết bị khuếch tán khí thường được sử dụng. Bể này thường có dạng tròn hoặc vuông, hàm lượng bùn hoạt tính và nhu cầu oxy đồng nhất trong toàn bộ thể tích bể.

- Bể aeroten mở rộng


Hạn chế lượng bùn dư sinh ra, khi đó tốc độ sinh trưởng thấp, sản lượng bùn thấp và chất lượng nước ra cao hơn. Thời gian lưu bùn cao hơn so với các bể khác (20-30 ngày).

- Mương oxy hóa

Là mương dẫn dạng vòng có sục khí để tạo dòng chảy trong mương có vận tốc đủ xáo trộn bùn hoạt tính. Vận tốc trong mương thường được thiết kế lớn hơn 3m/s để tránh lắng cặn. Mương oxy hóa có thể kết hợp quá trình xử lý N.

- Bể hoạt động gián đoạn (SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cặn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục, chỉ có điều tất cả quá trình xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần lượt theo các bước: (1) làm đầy, (2) phản ứng, (3) lắng, (4) xả cặn, (5) ngưng.

 Quá trình xử lý hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám

Khi dòng nước thải đi qua những lớp vật liệu rắn làm giá đỡ, các vi sinh vật sẽ bám dính lên bề mặt. Trong số các vi sinh vật này có loài sinh ra các polysaccharide có tính chất như là một polymer sinh học có khả năng kết dính tạo thành màng. Màng này cứ dày thêm với sinh khối của vi sinh vật dính bám hay cố định trên màng. Màng được tạo thành từ hàng triệu đến hàng tỉ tế bào vi khuẩn, với mật độ vi sinh vật rất cao. Màng có khả năng oxy hóa các hợp chất hữu cơ, trong đó ít tiếp xúc với cơ chất và ít nhận được  $O_2$  sẽ chuyển sang phân hủy kỵ khí, sản phẩm của biến đổi kỵ khí là các acid hữu cơ, các alcol,... Các chất này chưa kịp khuếch tán ra ngoài đã bị các vi sinh vật khác sử dụng. Kết

quả là lớp sinh khối ngoài phát triển liên tục nhưng lớp bên trong lại bị phân hủy hấp thụ các chất lắng lơ lửng có trong nước khi chảy qua hoặc tiếp xúc với màng.

*b. Xử lý theo phương pháp kỵ khí*

✚ Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng

- Bể xử lý bằng lớp bùn kỵ khí với dòng nước đi từ dưới lên (UASB)

Về cấu trúc : Bể UASB là một bể xử lý với lớp bùn dưới đáy, có hệ thống tách và thu khí, nước ra ở phía trên. Khi nước thải được phân phối từ phía dưới lên sẽ đi qua lớp bùn, các vi sinh vật kỵ khí có mật độ cao trong bùn sẽ phân hủy các chất hữu cơ có trong nước thải. Bên trong bể UASB có các tấm chắn có khả năng tách bùn bị lôi kéo theo nước đầu ra.

Về đặc điểm : Cả ba quá trình phân hủy - lắng bùn - tách khí được lắp đặt trong cùng một công trình. Sau khi hoạt động ổn định trong bể UASB hình thành loại bùn hạt có mật độ vi sinh rất cao, hoạt tính mạnh và tốc độ lắng vượt xa so với bùn hoạt tính hiếu khí dạng lơ lửng.

- Bể phản ứng yếm khí tiếp xúc

Hỗn hợp bùn và nước thải được khuấy trộn hoàn toàn trong bể kín, sau đó được đưa sang bể lắng để tách riêng bùn và nước. Bùn tuần hoàn trở lại bể kỵ khí, lượng bùn dư thải bỏ thường rất ít do tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật khá chậm. Bể phản ứng tiếp xúc thực sự là một bể biogas cải tiến với cánh khuấy tạo điều kiện cho vi sinh vật tiếp xúc với các chất ô nhiễm trong nước thải.

✚ Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám

- Bể lọc kỵ khí

Bể lọc kỵ khí là một bể chứa vật liệu tiếp xúc để xử lý chất hữu cơ chứa nhiều cacbon trong nước thải. Nước thải được dẫn vào bể từ dưới lên hoặc từ trên xuống, tiếp xúc với lớp vật liệu có các vi sinh vật kỵ khí sinh trưởng và phát triển.

- Bể phản ứng có dòng nước đi qua lớp cặn lơ lửng và lọc tiếp qua lớp vật liệu lọc cố định. Là dạng kết hợp giữa quá trình xử lý kỵ khí lơ lửng và dính bám.

## CHƯƠNG 2: ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI HEO

### 2.1 Các nghiên cứu trong và ngoài nước về xử lý nước thải chăn nuôi heo

#### 2.1.1 Các nước trên thế giới

Ở Châu Á, các nước như: Trung Quốc, Thái Lan,... là những nước có ngành chăn nuôi công nghiệp lớn trong khu vực nên rất quan tâm đến vấn đề xử lý nước thải chăn nuôi.

Nhiều nhà nghiên cứu Trung Quốc đã tìm ra nhiều công nghệ xử lý nước thải thích hợp như là:

- ✓ Kỹ thuật lọc yếm khí
- ✓ Kỹ thuật phân hủy yếm khí hai giai đoạn
- ✓ Bể Biogas tự hoại

Hiện nay ở Trung Quốc các bể Biogas tự hoại đã sử dụng rộng rãi như phần phụ trợ cho các hệ thống xử lý trung tâm. Bể Biogas là một phần không thể thiếu trong các hộ gia đình chăn nuôi heo vừa và nhỏ ở các vùng nông thôn, nó vừa xử lý được nước thải và giảm mùi hôi thối mà còn tạo ra năng lượng để sử dụng.

Trong lĩnh vực nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi heo tại Thái Lan thì trường đại học Chiang Mai đã có nhiều đóng góp rất lớn.

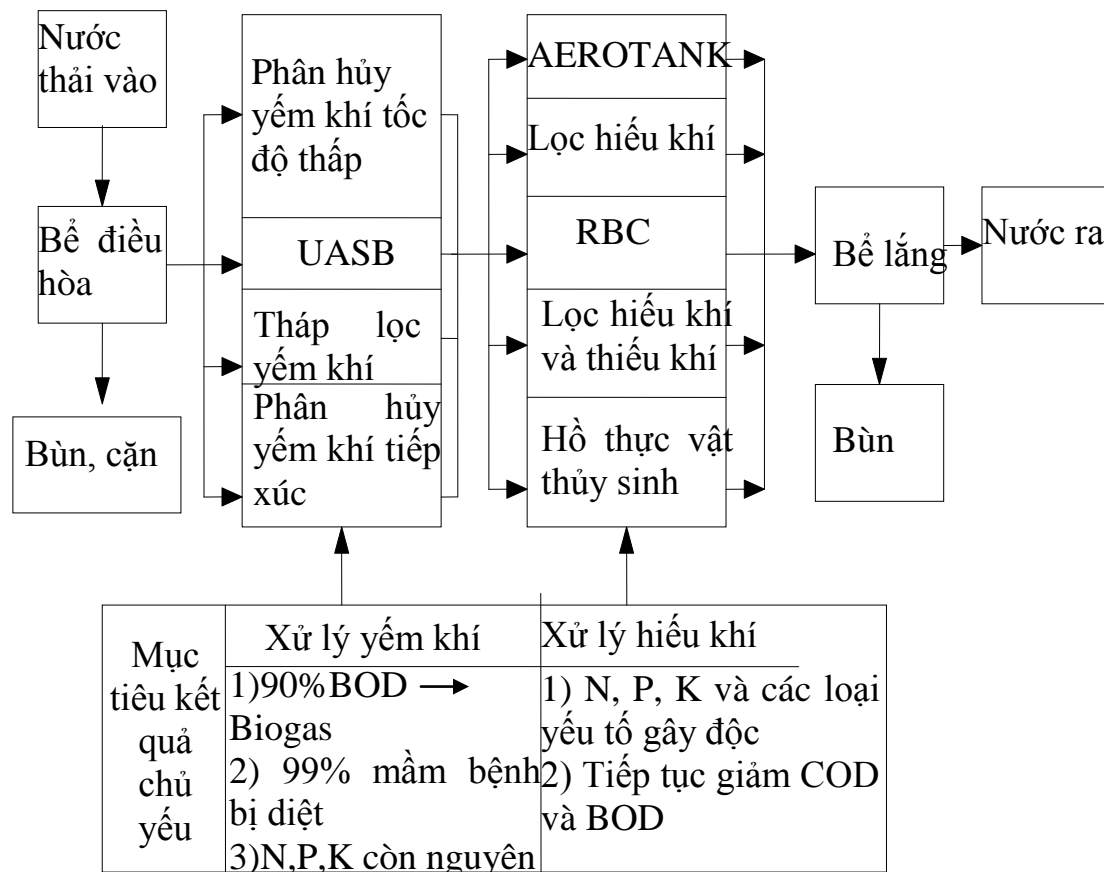
- HYPHI (hệ thống xử lý tốc độ cao kết hợp với hệ thống chảy nút): hệ thống HYPHI gồm có thùng lắng, bể chảy nút và bể UASB. Phân heo được tách làm 2 đường, đường thứ nhất là chất lỏng có ít chất rắn tổng số, còn đường thứ hai là phần chất rắn với nồng độ chất rắn tổng số cao, kỹ thuật này đã được xây dựng cho các trại heo trung bình và lớn.

Ở Nga các nhà nghiên cứu cũng nghiên cứu xử lý nước thải phân heo, phân bò dưới các điều kiện ưa lạnh và ưa nóng trong điều kiện khí hậu ở Nga.

Một số tác giả Úc cho rằng chiến lược giải quyết vấn đề xử lý nước thải chăn nuôi heo là sử dụng kỹ thuật SBR (sequencing batch reactor). Ở Ý đối với các loại nước thải giàu Nitơ và Phospho như nước thải chăn nuôi heo thì các phương pháp xử lý thông thường không thể đạt được các tiêu chuẩn cho phép về

hàm lượng về Nitơ và Phospho trong nước ra sau xử lý. Công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi giàu chất hữu cơ ở Ý đưa ra là SBR có thể giảm trên 97% nồng độ COD, Nitơ, Phospho.

Nhận xét chung về công nghệ xử lý nước thải giàu chất hữu cơ sinh học trên thế giới là áp dụng tổng thể và đồng bộ các thành tựu kỹ thuật lên men yếm khí, lên men hiếu khí và lên men thiếu khí, nhằm đáp ứng các yêu cầu kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường. Trên cơ sở đó có thể đề xuất ra những giải pháp kỹ thuật phù hợp với từng điều kiện sản xuất cụ thể. Sơ đồ khái quát sau đây là cơ sở lựa chọn mô hình xử lý thích hợp.



Hình 2.1: Sơ đồ tổng quát xử lý nước thải giàu chất hữu cơ sinh học

### 2.1.2 Ở Việt Nam

Ở Việt Nam, nước thải chăn nuôi heo được coi là một trong những nguồn nước thải gây ô nhiễm nghiêm trọng. Việc mở rộng các khu dân cư xung quanh các xí nghiệp chăn nuôi heo nếu không được giải quyết thỏa đáng sẽ gây ra ô



niễm môi trường ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng và gây ra những vấn đề mang tính chất xã hội phức tạp.

Nhiều nghiên cứu trong lĩnh vực xử lý nước thải chăn nuôi heo đang được hết sức quan tâm vì mục tiêu giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường, đồng thời với việc tạo ra năng lượng mới. Các nghiên cứu về xử lý nước thải chăn nuôi heo ở Việt Nam đang tập trung vào hai hướng chính, hướng thứ nhất là sử dụng các thiết bị yếm khí tốc độ thấp như bể lên men tạo khí Biogas kiểu Trung Quốc, Ấn độ, Việt Nam, hoặc dùng các túi PE. Phương hướng thứ nhất nhằm mục đích xây dựng kỹ thuật xử lý yếm khí nước thải chăn nuôi heo trong các hộ gia đình chăn nuôi heo với số đầu heo không nhiều. Hướng thứ hai là xây dựng quy trình công nghệ và thiết bị tương đối hoàn chỉnh, đồng bộ nhằm áp dụng trong các xí nghiệp chăn nuôi mang tính chất công nghiệp. Trong các nghiên cứu về quy trình công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi heo công nghiệp đã đưa ra một số kiến nghị sau:

Công nghệ xử lý nước thải chăn nuôi công nghiệp có thể tiến hành như sau:

(1) xử lý cơ học: lắng 1; (2) xử lý sinh học: bắt đầu bằng sinh học kỵ khí UASB, tiếp theo là sinh học hiếu khí (Aerotank hoặc hồ sinh học); (3) khử trùng trước khi thải ra ngoài môi trường.

Nhìn chung những nghiên cứu của chúng ta đã đi đúng hướng, tiếp cận được công nghệ thế giới đang quan tâm nhiều. Tuy nhiên số lượng nghiên cứu và chất lượng các nghiên cứu của chúng ta còn cần được nâng cao hơn, nhằm nhanh chóng được áp dụng trong thực tế sản xuất.

## **2.2 Cơ sở lựa chọn phương án xử lý nước thải**

Để xác định được dây chuyền công nghệ xử lý cần phải phân tích được các chỉ tiêu gây ô nhiễm, công việc này có tính chất rất quan trọng vì nó quyết định dây chuyền công nghệ và hiệu suất của quá trình xử lý nước thải.

Lượng nước thải chăn nuôi chủ yếu là từ công đoạn tắm cho heo và rửa chuồng, vì vậy mà thành phần của nước thải chủ yếu là của phân và nước tiểu. Đó là lý do mà hàm lượng BOD, Nitơ tổng và photpho tổng trong nước thải cao. Công

việc loại bỏ Nitơ và photpho trong nước là rất khó, thường được xử lý bằng phương pháp sinh học.

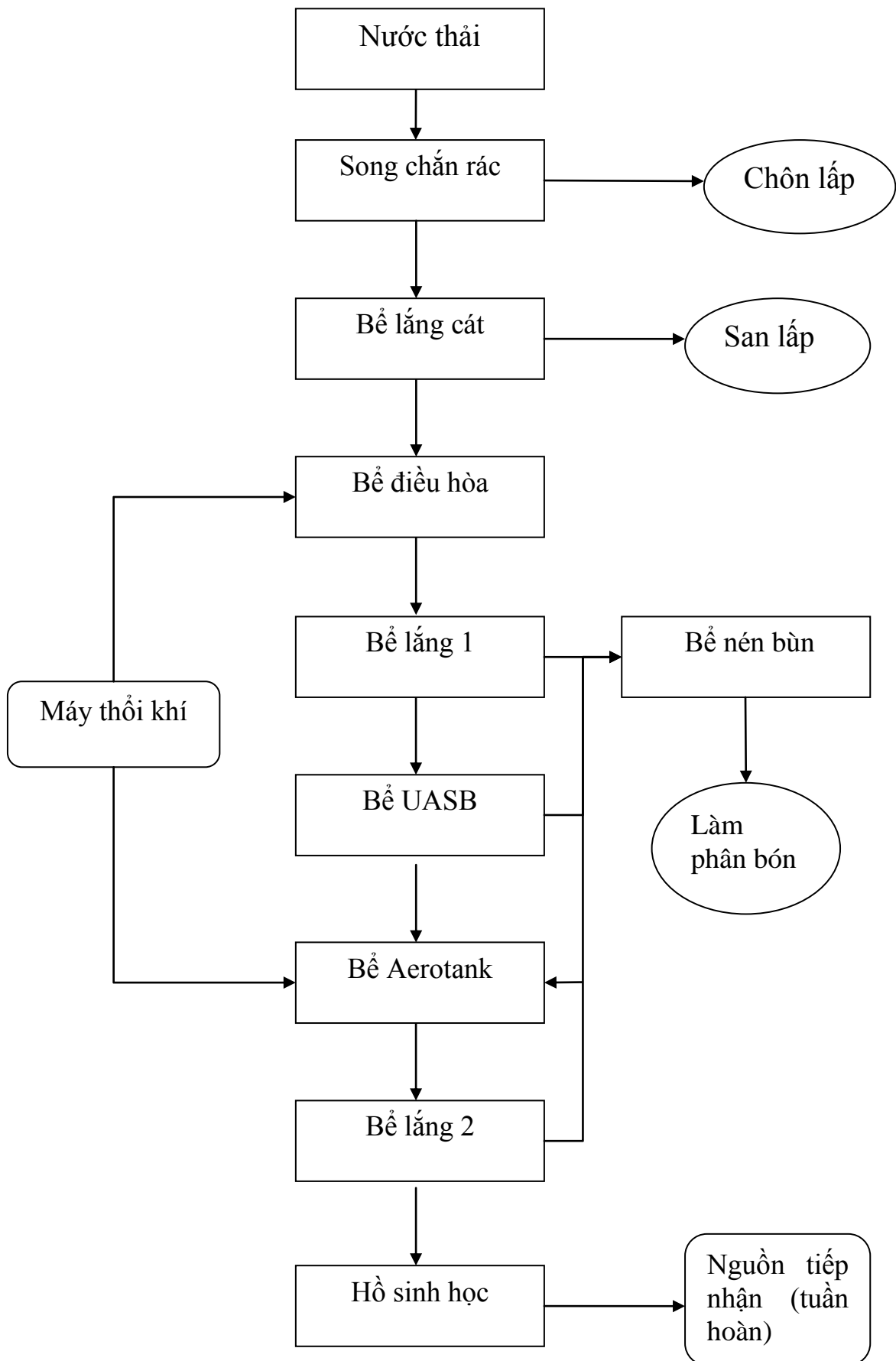
*Bảng 2.1 Thành phần nước thải chăn nuôi heo*

Thông số	Nồng độ	Nồng độ tính toán	Đơn vị	QCVN 24-2009 cột B
pH	7,23 – 8,07	7,5		5,5-9
BOD <sub>5</sub>	1664 – 3268	2500	mg/L	50
COD	2561 – 5028	3750	mg/L	100
TSS	1700 – 3218	2000	mg/L	100
N <sub>tổng</sub>	304 – 471	350	mg/L	30
P <sub>tổng</sub>	13,8 – 62	38	mg/L	6
Coliform	5,8.10 <sup>9</sup>	5,8.10 <sup>9</sup>	MPN/100mL	5000

*Nguồn: Trường ĐH Bách Khoa TP HCM.*

Theo như bảng 2.1 ta thấy thành phần nước thải chăn nuôi heo rất giàu chất hữu cơ, tỷ lệ COD : BOD<sub>5</sub> = 1,5 : 1 thích hợp cho xử lý bằng phương pháp sinh học. BOD<sub>5</sub> của nước thải khá cao (2000 mg/l) nên phải tiến hành xử lý kỵ khí trước khi xử lý hiếu khí.

Dựa vào đó có thể đề xuất phương án xử lý nước thải chăn nuôi heo như sau:



Hình 2.2: Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải chăn nuôi heo

➤ *Thuyết minh qui trình công nghệ*

Nước thải được đưa qua lưới chắn rác nhằm loại bỏ một phần rác có kích thước lớn, rác từ đây được thu gom và đem đi chôn lấp. Sau đó nước thải được đưa qua bể lắng cát. Tại đây, lượng cát có trong nước thải sẽ lắng xuống và được đem đi san lấp. Nước từ bể lắng cát tiếp tục qua bể điều hòa để ổn định lưu lượng và nồng độ các chất gây ô nhiễm. Sau đó, nước thải được bơm đến bể lắng đợt I có dạng bể lắng ly tâm để tách một phần chất hữu cơ dễ lắng. Bùn thu được tại đây được thu gom về bể nén bùn. Nước thải tiếp tục qua bể UASB. Tại bể UASB, các vi sinh vật kỵ khí ở dạng lơ lửng sẽ phân hủy các chất hữu cơ có trong nước thải thành các chất vô cơ dạng đơn giản và khí  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .... Trong bể UASB có bộ phận tách 3 pha: khí, nước thải và bùn. Nước thải sau khi được tách bùn và khí được dẫn sang bể Aerotank. Tại đây diễn ra quá trình phân hủy hiếu khí các hợp chất hữu cơ. Bể được thổi khí liên tục nhằm duy trì điều kiện hiếu khí cho vi sinh vật phát triển. Sau đó nước thải được dẫn sang bể lắng II, tại đây diễn ra quá trình phân tách nước thải và bùn hoạt tính. Bùn hoạt tính lắng xuống đáy, nước thải ở phía trên được dẫn qua hồ sinh học để xử lý tiếp. Nước thải sau khi qua hồ sinh học đạt tiêu chuẩn loại B sẽ được thải ra nguồn tiếp nhận.

➤ *Ưu điểm*

- Hệ thống xử lý nước thải vận hành tương đối dễ dàng.
- Nước đầu ra đạt tiêu chuẩn.
- Khả thi về mặt kinh tế.

➤ *Khuyết điểm*

- Quá trình vận hành cần phải theo dõi thường xuyên cường độ sục khí trong bể.

**CHƯƠNG 3:****TÍNH TOÁN CHI TIẾT CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ****3.1 Song chắn rác****3.1.1 Nhiệm vụ**

Song chắn rác có nhiệm vụ tách các vật thô như giẻ, rác, vỏ đồ hộp, các mẫu đá, gỗ và các vật khác trước khi đưa vào các công trình xử lý phía sau. Song chắn rác có thể đặt cố định hoặc di động, song chắn rác giúp tránh các hiện tượng tắc nghẽn đường ống, mương dẫn và gây tắt nghẽn bơm.

**3.1.2 Tính toán**

Lưu lượng nước thải ra của trại chăn nuôi là  $Q = 90(\text{m}^3/\text{ngđ})$ .

Thời gian tắm heo trong ngày là 2 lần, mỗi lần là từ 6h – 7h30' và từ 17h – 18h30'. Thời gian nước thải ra trong một ngày là 3 giờ.

*Lưu lượng nước thải vận chuyển qua song là:*

$$q = \frac{Q}{t} = \frac{90}{3 \times 3600} = 0,0083(\text{m}^3/\text{s})$$

*Chọn các thông số kỹ thuật của mương đặt song chắn rác:*

- Độ dốc:  $I = 0,008$
- Chiều ngang:  $B = 0,2\text{m}$
- Tốc độ của nước thải trước song chắn rác:  $v = 0,6\text{m/s}$
- Độ dày  $h = 0,1\text{m}$

Chiều cao lớp nước sau song chắn rác lấy bằng độ dày tính toán ở mương dẫn  $h_1 = h = 0,1\text{m}$ . Chọn tiết diện song chắn rác là hình chữ nhật, kích thước thanh  $10 \times 20 \text{ mm}$

*Số khe hở của song chắn rác được tính theo công thức:*

$$n = \frac{q}{v \times b \times h_1} \times k = \frac{0,0083}{0,6 \times 0,016 \times 0,1} \times 1,05 = 9 \text{ (khe)}$$

Trong đó:

k: hệ số tính đến mức độ thu hẹp dòng chảy do chảy qua song chắn rác, lấy  $k = 1,05$ .

b: khoảng cách khe hở của song chắn rác,  $b = 16 - 25$  mm, chọn  $b = 16$ mm.

(giáo trình “Xử lý nước thải” – trường đại học Kiến Trúc Hà Nội).

*Chiều rộng song chắn rác:*

$$B_s = s \times (n - 1) + b \times n = 0,01 \times (9 - 1) + 0,016 \times 9 = 0,225 \text{ m}$$

*Trong đó:*

s: chiều rộng của thanh chắn rác,  $s = 0,01$ m.

*Tổn thất áp lực qua song chắn rác:*

$$h_s = \xi \times \frac{v^2}{2g} \times k$$

*Trong đó:*

v: vận tốc nước thải trước song chắn,  $v = 0,6$  m/s.

k: hệ số tính đến sự tăng tổn thất do vướng mắc rác ở song chắn rác,  $k = 2 - 3$ , chọn  $k = 2$ .

$\xi$ : hệ số sức cản cục bộ của thanh chắn, được xác định theo công thức:

$$\xi = \beta \times \left(\frac{s}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin\alpha = 2,42 \times \left(\frac{0,01}{0,016}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin 45^\circ = 0,91$$

*Với*

$\beta$ : hệ số phụ thuộc vào tiết diện ngang của thanh. Đối với thanh tiết diện hình chữ nhật thì  $\beta = 2,42$ .

$\alpha$ : góc nghiêng của thanh chắn so với phương ngang,  $\alpha = 45^\circ$ .

*Do đó:*

$$h_s = 0,91 \times \frac{0,6^2}{2 \times 9,81} \times 2 = 0,033 \text{ m}$$

Vậy sau song chắn rác ta phải đào sâu mương dẫn một khoảng là 3,3 cm.

Hàm lượng chất lơ lửng TSS sau khi qua lưới chắn rác giảm 10%, BOD<sub>5</sub> giảm 5%

$$\text{TSS còn lại} = 2000 \times (1 - 0,1) = 1800 \text{ (mg/l)}.$$

$$\text{BOD}_5 \text{ còn lại} = 2500 \times (1 - 0,05) = 2375 \text{ (mg/l)}$$

*Bảng 3.1 Tổng hợp các thông số thiết kế song chắn rác*

STT	Tên thông số	Đơn vị	Kích thước
1	Số song chắn	song	8
2	Chiều cao lớp nước ở song	m	0,1
3	Chiều rộng	m	0,225
4	Tổn thất áp lực	m	0,033

## 3.2 Bể lắng cát ngang

### 3.2.1 Nhiệm vụ

Nhiệm vụ của bể lắng cát là lắng các hạt cặn có kích thước lớn nhằm bảo vệ các thiết bị máy móc khỏi bị mài mòn, giảm sự lắng đọng các vật liệu nặng trong ống, kênh, mương dẫn...

Bể lắng cát dùng để tách các hợp phần không tan vô cơ chủ yếu là cát ra khỏi nguồn nước.

### 3.2.2 Tính toán

Chọn thời gian lưu nước trong bể lắng cát ngang:  $t = 60s$

Lưu lượng nước tính toán:  $Q = 0,0083$  (m/s)

*Thể tích tổng cộng của bể lắng cát*

$$W_b = Q \times t = 0,0083 \times 60 = 0,5 \text{ (m}^3\text{)}$$

*Diện tích đáy:*

$$B \times L = \frac{Q}{v_s} = \frac{0,0083}{0,021} = 0,4 \text{ (m}^2\text{)}$$

*Diện tích tiết diện ngang:*

$$B \times h = \frac{Q}{v} = \frac{0,0083}{0,3} = 0,03 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

h: độ sâu tính toán của bể lắng cát,  $h=0,25 - 1m$  (điều 6.3.4.a-TCXD 51-84). Chọn  $h= 0,25m$ .

v: tốc độ của nước thải trong bể lắng cát ngang,  $v=0,25 - 0,4m/s$ , chọn  $v= 0,3m/s$ .

$v_s$ : vận tốc lắng của hạt có  $d = 0,2 \text{ mm}$ ,  $v_s = 0,021 \text{ m/s}$

*Chiều dài cần thiết của bể lắng cát:*

$$B \times h \times v = B \times L \times v_s \rightarrow L = \frac{h \times v}{v_s} = \frac{0,25 \times 0,3}{0,021} = 3,5 \text{ m}$$

*Chiều rộng của bể lắng cát ngang*

$$B = \frac{W}{L \times h} = \frac{0,5}{3,5 \times 0,25} = 0,5 \text{ (m)}$$

*Lượng cát trung bình sau mỗi ngày đêm*

$$W_c = \frac{Q \times q_0}{1000} = \frac{90 \times 0,15}{1000} = 0,0135 \text{ (m}^3 \text{/ngđ)}$$

Với  $q_0$ : lượng cát trong  $1000 \text{ m}^3$  nước thải,  $q_0 = 0,15 \text{ m}^3 \text{ cát/ngaydem}$

*Chiều cao lớp cát trong bể lắng cát ngang trong 1 ngày đêm:*

$$h_c = \frac{W_c \times t_x}{L \times B \times n} = \frac{0,0135 \times 1}{3,5 \times 0,5 \times 1} = 0,008 \text{ (m)}$$

Với:

$h_c$ : chiều cao lớp cát trong bể.

$t_x$ : chu kì lấy cát,  $t_x = 1 \text{ ngđ}$

$L$ : chiều dài bể lắng cát.

$B$ : chiều rộng bể lắng cát.

$n$ : số ngăn công tác,  $n = 1$

*Chiều cao xây dựng của bể:*

$$H_{XD} = h + h_c + h_{bv} = 0,25 + 0,008 + 0,3 = 0,6 \text{ m}$$

Trong đó:

$h$  : chiều cao công tác của bể lắng cát;  $h = 0,25 \text{ m}$ .

$h_c$  : chiều cao lớp cát trong bể;  $h_c = 0,056 \text{ m}$ .

$h_{bv}$ : chiều cao bảo vệ;  $h_{bv} = 0,3 \text{ m}$ .

Hàm lượng SS và  $BOD_5$  của nước thải sau khi đi qua bể lắng cát ngang giảm 5%, còn lại:

$$TSS = 1710 \times (1 - 0,05) = 1625 \text{ mg/l}$$

$$BOD_5 = 2256 \times (1 - 0,05) = 2143 \text{ mg/l}$$



*Bảng 3.2 Tổng hợp các thông số thiết kế bể lắng cát*

STT	Tên thông số	Đơn vị	Kích thước
1	Chiều dài	m	3,5
2	Chiều rộng	m	0,5
3	Chiều cao	m	0,6
4	Thời gian lưu nước	giây	60

### 3.3 Bể điều hòa

#### 3.3.1 Nhiệm vụ

Bể điều hoà có nhiệm vụ điều hoà lưu lượng và nồng độ nước thải dòng vào, tránh lắng cặn và làm thoáng sơ bộ, qua đó oxy hoá một phần chất hữu cơ trong nước thải. Nước thải được ổn định về lưu lượng và nồng độ để thuận lợi cho việc xử lý ở các công trình xử lý sau, nhất là sẽ tránh được hiện tượng quá tải của hệ thống xử lý.

Để đảm bảo điều hoà nồng độ, lưu lượng và tránh lắng cặn, bể được bố trí hệ thống thổi khí làm việc liên tục.

#### 3.3.2 Tính toán

Chọn thời gian lưu nước của bể điều hoà  $t = 6\text{h}$  (quy phạm 4 - 12h).

##### *Xác định kích thước bể*

Vì nước thải tại trang trại chăn nuôi là không liên tục, chia thành hai thời điểm kéo dài 1,5h và cách nhau 9,5 giờ (từ 6h – 7h30' và từ 17h – 18h30') lớn hơn thời gian lưu của nước tại bể điều hoà (6h) nên ta chọn thể tích bể điều hoà là

$$W = Q \times t = \frac{90}{3} \times 1,5 = 45 (m^3)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải ( $m^3/h$ )

t: thời gian nước chảy (h)

Chọn chiều cao hữu ích của bể điều hoà là  $h = 3\text{m}$ .

Chiều cao bảo vệ là  $h_{bv} = 0,5\text{m}$ .

→ Chiều cao xây dựng bể điều hòa là  $H = 3,5\text{m}$ .

Diện tích mặt bằng bể:

$$F = \frac{V}{h} = \frac{45}{3} = 15 \text{ (m}^2\text{)}$$

Chọn kích thước bể  $L \times B \times H = 5 \times 3 \times 3,5 \text{ (m)}$ .

Hàm lượng  $BOD_5$  của nước thải sau khi đi qua bể điều hòa giảm 5%, còn :

$$BOD_5 = 2143 \times (1 - 0,05) = 2036 \text{ mg/l.}$$

**Tính toán hệ thống cấp khí cho bể điều hòa**

Lượng không khí cần thiết

$$Q_{khí} = Q \times a = \frac{90}{3} \times 3,74 = 28,05 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Trong đó

a: lượng không khí cấp cho bể điều hòa,  $a = 3,74 \text{ m}^3 \text{ khí/m}^3 \text{ nước thải}$  (theo W.Wesley Echenfelder, Industrial Water Pollution Control, 1989)

Chọn hệ thống cấp khí bằng thép có đục lỗ, mỗi ngăn bao gồm 2 ống đặt dọc theo chiều dài bể (6,0 m).

Lưu lượng khí trong mỗi ống :

$$q_{ống} = \frac{Q_{khí}}{v_{ống}} = \frac{112,2}{10} = 2,8 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Trong đó : v là vận tốc khí trong ống,  $v_{ống} = 10 - 15\text{m/s}$ , chọn  $v_{ống} = 10\text{m/s}$ .

Đường kính ống dẫn

$$d_{ống} = \sqrt{\frac{4 \times q_{ống}}{\pi \times v \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 11,22}{\pi \times 10 \times 3600}} = 0,02 \text{ (m)} = 20 \text{ (mm)}$$

Chọn ống  $\Phi = 10\text{mm}$ , đường kính các lỗ 2 – 5mm, chọn  $d_{lỗ} = 4\text{mm} = 0,004\text{m}$ . Vận tốc khí qua lỗ  $v_{lỗ} = 5 - 20\text{m/s}$ , chọn  $v_{lỗ} = 10\text{m/s}$ .

Lưu lượng khí qua 1 lỗ:

$$q_{lỗ} = v_{lỗ} \times \frac{\pi \times d_{lỗ}^2}{4} = 10 \times 3600 \times \frac{\pi \times 0,004^2}{4} = 0,38 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Số lỗ trên một ống:

$$N = \frac{q_{\text{ống}}}{q_{\text{lỗ}}} = \frac{11,22}{0,38} = 30 \text{ (lỗ)}$$

Số lỗ trên 1m chiều dài ống:

$$n = \frac{N}{5} = \frac{30}{5} = 6 \text{ (lỗ)}$$

### **Áp lực và công suất của hệ thống nén khí**

Áp lực cần thiết cho hệ thống nén khí xác định theo công thức:

$$H_{\text{tc}} = h_d + h_c + h_f + H$$

Trong đó:

$h_d$ : tổn thất áp lực do ma sát dọc theo chiều dài trên đường ống dẫn

$h_c$ : tổn thất áp lực cục bộ, m

$h_f$ : tổn thất qua thiết bị phân phối, m

H: chiều cao hữu ích của bể điều hoà,  $H = 3 \text{ m}$

Tổng tổn thất  $h_d$  và  $h_c$  thường không vượt quá 0,4m, tổn thất  $h_f$  không vượt quá 0,5m, do đó áp lực cần thiết là:

$$H_{\text{tc}} = 0,4 + 0,5 + 4 = 4,9 \text{ mH}_2\text{O} = 0,39 \text{ at}$$

Công suất máy thổi khí tính theo công thức sau:

$$P = \frac{G \cdot R \cdot T}{29,7 \cdot n \cdot \eta} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

Trong đó:

+ P: Công suất yêu cầu của máy (Kw/h)

+ G: trọng lượng dòng khí (kg/s)

$$G = Q_k \times \rho_k = \frac{112,2}{3600} \times 1,29 = 0,04 \text{ (kg/s)} = 144,74 \text{ (kg/h)}$$

+R: hằng số khí.  $R = 8,314 \text{ (KJ/K.mol.}^\circ\text{K)}$

+ T: nhiệt độ tuyệt đối của không khí đầu vào:

$$T_1 = 273 + 25 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$$

+  $P_1$  : áp lực tuyệt đối của không khí đầu vào,  $P_1 = 1 \text{ at}$

+  $P_2$ : áp lực tuyệt đối của không khí đầu ra,  $P_2 = H_{\text{tc}} + 1 \text{ at} = 1,39 \text{ at}$

$$+ n = \frac{k-1}{k} = \frac{1,395-1}{1,395} = 0,283 \text{ ( } k = 1,395 \text{ đối vi không khí).}$$

+ 29,7: hệ số chuyển đổi.

+  $\eta$ : hiệu suất của máy nén khí,  $\eta = 0,7 - 0,9$ , chọn  $\eta = 0,8$ .

$$P = \frac{144,74 \times 8,314 \times 298}{29,7 \times 0,283 \times 0,8} \left[ \left( \frac{1,39}{1} \right)^{0,283} - 1 \right] = 5209(W)$$

Chọn máy thổi khí có công suất 5,2 (Kw).

**Tính toán các ống dẫn nước vào và ra khỏi bể điều hoà:**

Chọn vận tốc nước vào bể là 0,7 (m/s), lưu lượng nước thải 30 (m<sup>3</sup>/h), đường kính ống vào là:

$$D_v = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v \times 3600}} = \sqrt{\frac{4 \times 30}{\pi \times 0,7 \times 3600}} = 0,12 (m)$$

⇒ Chọn ống nhựa PVC có đường kính  $\Phi 120$

Chọn vận tốc nước ra khỏi bể là 1m/s, đường kính ống dẫn nước ra:

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 90}{\pi \times 1 \times 3600 \times 24}} = 0,036 (m)$$

⇒ Chọn ống nhựa PVC có đường kính  $\Phi 40$ .

**Tính bơm để bơm nước thải**

*Công suất của bơm được tính theo công thức:*

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q_s}{1000\eta} = \frac{1000 \times 9,81 \times 8 \times 90}{1000 \times 0,8 \times 24} = 368 (W)$$

Với:

$Q_s$  : lưu lượng nước thải (m<sup>3</sup>/h).

$H$  : chiều cao cột áp toàn phần,  $H = 8$  (mH<sub>2</sub>O).

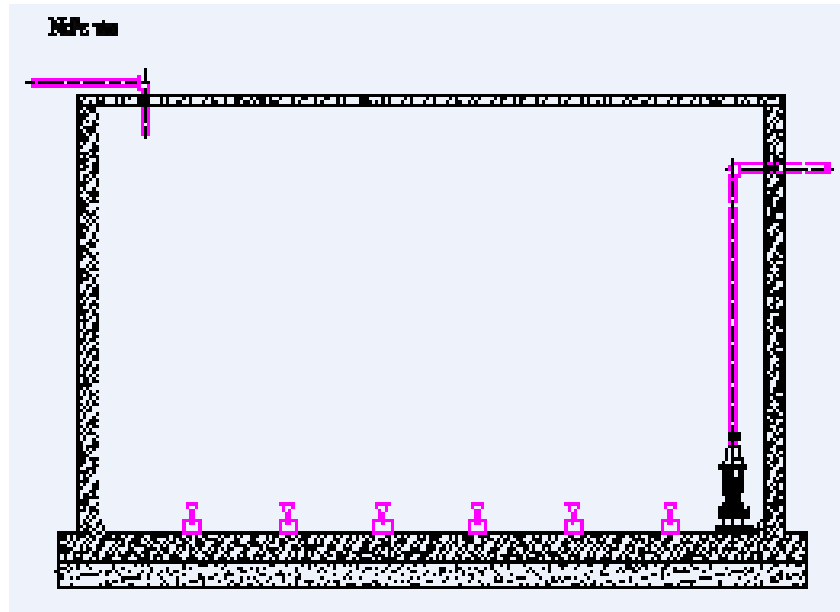
$\rho$  : khối lượng riêng của nước (kg/m<sup>3</sup>).

$\eta$  : hiệu suất bơm (%). Chọn  $\eta = 0,8$ .

*Công suất thực tế của máy bơm:*

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 368 = 442 (W)$$

Chọn 2 bơm công suất 0,5 kW, 1 bơm hoạt động và 1 bơm dự phòng



Hình 3.2 Mặt cắt bể điều hòa

Bảng 3.3: Tổng hợp tính toán bể điều hoà

Thông số	Giá trị
Chiều dài, L (m)	5
Chiều rộng, B (m)	3
Chiều cao, H (m)	3,5
Đường kính ống dẫn khí, $d_{\text{ống}}$ (mm)	20
Đường kính lỗ khí, $d_{\text{lỗ}}$ (mm)	4
Số lỗ trên một ống, N	30
Số lỗ trên 1m chiều dài ống, n	6
Đường kính ống dẫn nước vào bể (mm)	120
Đường kính ống dẫn nước ra khỏi bể (mm)	40
Công suất máy thổi khí, P (kW)	5,2
Công suất máy bơm nước thải, N (kW)	0,5

### 3.4 Bể lắng đợt I

#### 3.4.1 Nhiệm vụ

Nhiệm vụ của bể lắng đợt I là loại bỏ các tạp chất lơ lửng còn lại trong nước thải sau khi đã qua các công trình xử lý trước đó. Ở đây các chất lơ lửng có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của nước sẽ lắng xuống đáy.

#### 3.4.2 Tính toán

Chọn bể lắng đợt I có dạng hình tròn trên mặt bằng, nước thải vào từ tâm và thu nước theo chu vi bể (bể lắng ly tâm).

Diện tích bề mặt của bể lắng ly tâm trên mặt bằng được tính theo công thức:

$$A = \frac{Q}{L_A} = \frac{90}{32} = 2,8 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

Q: lưu lượng nước thải (m<sup>3</sup>/ngđ).

L<sub>A</sub>: tải trọng bề mặt, chọn L<sub>A</sub> = 32 (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.ngày)

*Đường kính bể lắng:*

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,8}{\pi}} = 2 \text{ (m)}$$

*Đường kính ống trung tâm:*

$$d = 20\%D = 20\% \times 2 = 0,4 \text{ (m)}$$

Chọn chiều sâu hữu ích của bể lắng H = 2m, chiều cao lớp bùn lắng h<sub>b</sub>=0,7m, chiều cao lớp trung hoà h<sub>th</sub>= 0,2m, chiều cao bảo vệ h<sub>bv</sub>= 0,3m. Vậy chiều cao tổng cộng của bể lắng đợt I là:

$$H_{tc} = H + h_b + h_{th} + h_{bv} = 2 + 0,7 + 0,2 + 0,3 = 3,2 \text{ (m)}$$

*Chiều cao ống trung tâm:*

$$h = 60\%H = 60\% \times 2 = 1,2 \text{ (m)}$$

***Kiểm tra thời gian lưu nước của bể lắng:***

*Thể tích bể lắng:*

$$V = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot H = \frac{\pi}{4}(2^2 - 0,4^2) \times 2 = 6 \text{ (m}^3\text{)}$$

Thời gian lưu nước:

$$t = \frac{V}{Q_h} = \frac{6}{3,75} = 1,6 \text{ (h)} \in (1,5 - 2,5) \rightarrow \text{thỏa mãn}$$

Tải trọng bề mặt:

$$L_s = \frac{Q}{\pi D} = \frac{90}{\pi \times 2} = 14,32 \text{ (m}^3/\text{m.ngày)}$$

$$L_s < 90\text{m}^3/\text{m.ngày} \Rightarrow \text{thỏa mãn}$$

Giả sử hiệu quả xử lý cặn lơ lửng đạt 65% ở tải trọng  $32\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$ . Lượng bùn tươi sinh ra mỗi ngày là:

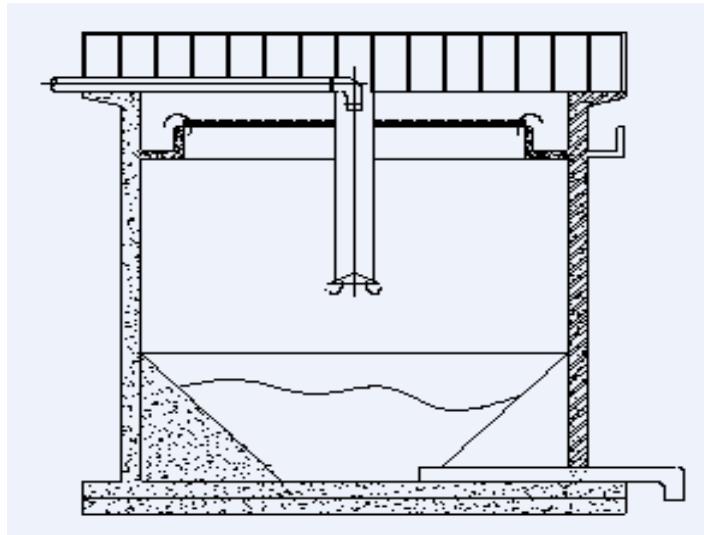
$$M_{\text{tươi}} = 2250\text{gSS}/\text{m}^3 \times 90\text{m}^3/\text{ngày} \times 0,65/1000\text{g}/\text{kg} = 131,6 \text{ (kgSS/ngày)}$$

Giả sử nước thải có hàm lượng cặn 5% (độ ẩm 95%), tỷ số VSS : SS = 0,8 và khối lượng riêng của bùn tươi = 1,053kg/l. Vậy lưu lượng bùn tươi cần phải xử lý là:

$$Q_{\text{tươi}} = \frac{131,6\text{kg}/\text{ngày}}{0,05 \times 1,053\text{kg}/\text{l} \times 1000} = 2,5 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$$

Lượng bùn tươi có khả năng phân huỷ sinh học:

$$M_{\text{tươi (VSS)}} = 131,6 \text{ kgSS}/\text{ngày} \times 0,8 = 105,3 \text{ (VSS/ ngày)}$$



Hình 3.3 Mặt cắt bể lắng 1

**Máng thu nước**

Máng thu nước đặt ở vòng tròn, có đường kính bằng 0,8 đường kính bể:

$$D_m = 0,8.D = 0,8 \times 2 = 1,6 \text{ (m)}$$

Chiều dài máng thu nước:

$$L_m = \pi D_m = \pi \times 1,6 = 5 \text{ (m)}$$

Chiều cao máng  $h_m = 0,5m$

Máng bê tông cốt thép dày 100mm, có lắp thêm máng răng cưa thép tấm không gỉ có dạng chữ V, góc  $90^\circ$ .

**Tính bơm bùn đến bể nén bùn:** bơm 1 giờ/ngày

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000\eta} = \frac{1008 \times 9,81 \times 8 \times 2,5}{1000 \times 0,8 \times 1} = 247 \text{ (W)}$$

Trong đó:

Q : lưu lượng bùn bơm đến bể nén bùn ( $m^3/h$ ).

H : chiều cao cột áp toàn phần.  $H = 8 \text{ (mH}_2\text{O)}$ .

$\rho$  : khối lượng riêng của bùn ( $kg/m^3$ ).  $\rho = 1008 \text{ kg/m}^3$ .

$\eta$  : hiệu suất bơm (%). Chọn  $\eta = 0,8$ .

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 247 = 297 \text{ (W)}$$

Chọn 2 bơm công suất 0,3 kW hoạt động luân phiên nhau để bơm bùn đến bể nén bùn.

**Tính bơm từ bể lắng I sang bể UASB**

Công suất của bơm được tính theo công thức:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000\eta} = \frac{1000 \times 9,81 \times 6 \times 3,75}{1000 \times 0,8} = 288 \text{ (W)}$$

Với:

Q : lưu lượng nước thải ( $m^3/h$ ).

H : chiều cao cột áp toàn phần,  $H = 6 \text{ (mH}_2\text{O)}$ .

$\rho$  : khối lượng riêng của nước ( $kg/m^3$ ).

$\eta$  : hiệu suất bơm (%). Chọn  $\eta = 0,8$ .

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{TT} = 1,2 \times N = 1,2 \times 288 = 345,6 \text{ (W)}, \text{ lấy } = 0,4 \text{ kW}$$

Chọn 2 bơm công suất 0,4 kW, 1 bơm hoạt động và 1 bơm dự phòng.

Hiệu quả lắng chất lơ lửng của bể là 60%

$$TSS = TSS \times (1 - 0,6) = 1625 \times (1 - 0,6) = 650 \text{ mg/l}$$



Hàm lượng BOD<sub>5</sub> của nước thải giảm 15%

$$BOD = BOD \times (1 - 0,15) = 2036 \times (1 - 0,15) = 1731 \text{ mg/l}$$

*Bảng 3.4 Tổng hợp tính toán bể lắng đợt I*

Thông số		Giá trị
Đường kính bể lắng, D(m)		5,35
Chiều cao bể lắng, H(m)		4,2
Đường kính ống trung tâm, d(m)		1,07
Chiều cao ống trung tâm, h(m)		1,8
Kích thước máng	Đường kính máng thu nước, m	4,28
	Chiều dài máng thu nước, m	13,45
	Chiều cao máng thu nước, m	0,5
Công suất bơm bùn đến bể nén bùn (kW)		0,3
Công suất bơm nước từ bể lắng 1 sang bể UASB (kW)		0,4

### 3.5 BỂ UASB

#### 3.5.1 Nhiệm vụ

Làm giảm đáng kể hàm lượng COD, BOD trong nước thải bằng cách sử dụng lớp cặn lơ lửng (có chứa rất nhiều vi sinh vật yếm khí) trong dịch lên men nhờ hệ thống nước thải chảy từ phía dưới lên. Đồng thời tạo thuận lợi cho quá trình xử lý hiệu khí trong bể aerotank.

#### 3.5.2 Tính toán

*Các thông số đầu vào:*

$$\text{Lưu lượng } Q = 90 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$$

$$BOD_5 = 1731 \text{ mg/l}$$

$$COD = 3000 \text{ mg/l}$$

$$SS = 650 \text{ mg/l}$$

- Bùn nuôi cấy ban đầu với hàm lượng  $C_{ss} = 30 \text{ kgSS/m}^3$ . (Theo “Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp”, Lâm Minh Triết).
- Tỷ lệ MLSV/MLSS của bùn trong bể UASB = 0,75.

- Tải trọng bề mặt phân lắng,  $L_A = 12 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$ . (Bảng 10 –9, “XLNT đô thị và công nghiệp”, Lâm Minh Triết).
- Tải trọng thể tích  $L_0 = 8\text{kg COD}/\text{m}^3.\text{ngày}$  (Bảng 10 – 10, “XLNT đô thị và công nghiệp”, Lâm Minh Triết).
- Lượng bùn phân hủy kỵ khí cho vào ban đầu có  $TS = 5\%$ .
- $Y = 0,04 \text{ gVSS}/\text{gCOD}$ ,  $k_d = 0,025 \text{ ngày}^{-1}$ ,  $t_c = 60 \text{ ngày}$ .
- Để giữ cho lớp bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng, tốc độ nước dâng trong bể phải giữ trong khoảng  $0,6 - 0,9\text{m}/\text{h}$ , chọn  $v = 0,6\text{m}/\text{h}$ .

Diện tích bề mặt cần thiết của bể UASB:

$$F = \frac{Q}{v} = \frac{90}{24 \times 0,6} = 6,25 \text{ (m}^2\text{)}$$

Diện tích bề mặt phân lắng

$$A = \frac{Q}{L_A} = \frac{90}{12} = 7,5 \text{ (m}^2\text{)}$$

Thể tích ngăn phản ứng bể USAB:

$$V = \frac{Q \cdot C}{L_0} = \frac{90 \times 3000}{8 \times 1000} = 34 \text{ (m}^3\text{)}$$

C: hàm lượng COD đầu vào,  $\text{COD} = 3000\text{mg}/\text{l}$

Chọn bể hình vuông, vậy mỗi cạnh là:

$$W = \sqrt{A} = \sqrt{7,5} = 2,75 \text{ (m)}$$

Chiều cao phân xử lý kỵ khí:

$$H = \frac{V}{A} = \frac{34}{7,5} = 4,5 \text{ (m)}$$

Chiều cao tổng cộng của bể là:

$$H_{tc} = H + h_p + h_{bv}$$

Trong đó:

H: chiều cao phân xử lý kỵ khí.

$h_p$ : chiều cao phễu thu khí,  $h_p = 1,5 - 2\text{m}$ , chọn  $h_p = 1,5\text{m}$

$h_{bv}$ : chiều cao bảo vệ,  $h_{bv} = 0,3\text{m}$ .

→ Chiều cao bể:

$$H_{tc} = 4,5 + 1,5 + 0,3 = 6,3 \text{ (m)}$$

*Thể tích thực của bể:*

$$V_t = W \times W \times H_{tc} = 2,75 \times 2,75 \times 6,3 = 48 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Thời gian lưu nước trong bể là 6h.

Lượng bùn nuôi cấy ban đầu cho vào bể:

$$M_b = \frac{C_{ss} \times V}{TS} = \frac{30 \times 34}{0,05} = 20400 \text{ kg} = 20,4 \text{ tấn}$$

Trong đó:

$C_{ss}$ : hàm lượng bùn trong bể,  $\text{kg/m}^3$ .

V: thể tích ngăn phản ứng.

TS: hàm lượng chất rắn trong bùn nuôi cấy ban đầu, %.

Hàm lượng COD của nước thải sau khi xử lý kỵ khí:

$$\text{COD}_{ra} = (1 - E_{\text{COD}})\text{COD}_{vào} = (1 - 0,8) \times 3000 = 600 \text{ mg/l.}$$

Hàm lượng BOD<sub>5</sub> của nước thải sau khi xử lý kỵ khí:

$$\text{BOD}_{ra} = (1 - E_{\text{BOD}})\text{BOD}_{vào} = (1 - 0,8) \times 1731 = 346 \text{ mg/l.}$$

### ***Tính toán ngăn lắng.***

Diện tích bề mặt phần lắng  $A = 7,5 \text{ m}^2$

Trong bể bố trí 2 chụp khí và 4 tấm hướng dòng. Tổng chiều cao của toàn bộ ngăn lắng  $H_{lắng}$  (kể cả chiều cao vùng lắng) và chiều cao dự trữ chiếm trên 30% tổng chiều cao bể. Chọn  $H_{lắng} = 40\% H_{tc} = 2,52 \text{ (m)}$ .

Thời gian lưu nước trong ngăn lắng, thời gian này phải lớn hơn 1h.

$$t = \frac{V_{lắng}}{Q} \times 24 = \frac{W \times W \times H_{lắng}}{Q} \times 24 = \frac{2,75 \times 2,75 \times 2,52}{90} \times 24 = 5h$$

→ thỏa mãn điều kiện

### ***Tính toán phễu thu khí***

Bố trí phễu có chiều cao 1,5m. Đáy phễu thu khí có chiều dài bằng cạnh đơn nguyên:  $l = W = 2,75\text{m}$  và chiều rộng  $w = 1,9\text{m}$ , và có 4 khe hở.

Vậy phần diện tích bề mặt khe hở giữa các phễu thu khí là:

$$\frac{A_{kh}}{A} = \frac{A - A_p}{A} \times 100 = \frac{2,75 \times 2,75 - 2,75 \times 1,9}{2,75 \times 2,75} \times 100 = 20\%$$

Trong đó:

A: Diện tích bề mặt bể

$A_{kh}$ : Diện tích khe hở giữa các phễu thu khí

$A_p$ : Diện tích đáy phễu thu khí

Giá trị này nằm trong khoảng 15 – 20%.

*Diện tích mỗi khe:*

$$S_{khe} = \frac{0,2 \times S}{4} = \frac{0,2 \times (2,75)^2}{4} = 0,4 \text{ (m}^2\text{)}$$

*Bề rộng khe hở:*

$$r_{khe} = \frac{S_{khe}}{W} = \frac{0,3}{2,75} = 0,11 \text{ (m)}$$

### **Tính toán tấm hướng dòng**

Tấm hướng dòng cũng được đặt nghiêng một góc  $60^\circ$  so với phương ngang cách tấm chắn khí 0,19m.

### **Tính toán lượng bùn sinh ra**

*Lượng sinh khối hình thành mỗi ngày*

$$P_x = \frac{Y \times [(S_0 - S) \times Q]}{1 + k_d \times t_c} = \frac{0,04 \times [(3000 - 600) \times 90]}{[1 + (0,025 \times 60)] \times 1000} = 3,5 \text{ (kgVS/ngày)}$$

Trong đó:

Y: hệ số sản lượng sinh tế bào,  $Y = 0,04 \text{ g VSS/g COD}$

$k_d$ : hệ số phân hủy nội bào,  $k_d = 0,025 \text{ ngày}^{-1}$

$\theta_c$ : thời gian lưu bùn (35 – 100 ngày), chọn  $\theta_c = 60 \text{ ngày}$

$S_0, S$ : lượng COD đầu vào và đầu ra bể.

*Lượng bùn dư sinh ra mỗi ngày*

$$Q_w = \frac{P_x}{0,75 \times C_{ss}} = \frac{3,5}{0,75 \times 30} = 0,15 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

$C_{ss}$ : hàm lượng bùn trong bể,  $C_{ss} = 30 \text{ kgSS/m}^3$ .

*Lượng chất rắn từ bùn dư*

$$M_{ss} = Q_w \times C_{ss} = 0,15 \times 30 = 4,5 \text{ (kgSS/ngày)}$$

**Tính toán lượng khí metan sinh ra mỗi ngày.**

$$\begin{aligned}
 V_{CH_4} &= 159 \times [(S_0 - S)Q - 1,42P_x] \\
 &= 350,84 \left[ \frac{(3000 - 600) \times 90}{1000} - 1,42 \times 3,5 \right] \\
 &= 263491 \text{ (l/ngày)} = 263,5 \text{ (m}^3\text{/ngày)}
 \end{aligned}$$

Trong đó:

$V_{CH_4}$ : thể tích khí metan sinh ra ở điều kiện chuẩn ( nhiệt độ  $0^{\circ}\text{C}$  và áp suất 1atm)

$P_x$ : lượng sinh khối sinh ra mỗi ngày (kgVS/ngày)

350,84: hệ số chuyển đổi lý thuyết lượng khí metan sản sinh từ 1kg  $\text{BOD}_L$  chuyển thành khí metan và  $\text{CO}_2$  (lit  $\text{CH}_4$ / kg  $\text{BOD}_L$ )

**Tính dàn ống phân phối nước vào:****Ống chính**

Vận tốc nước chảy trong ống chính  $v = 0,8 - 2\text{m/s}$ . Chọn vận tốc nước trong ống chính  $v_c = 1\text{m/s}$ .

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 90}{1 \times \pi \times 24 \times 3600}} = 0,036 \text{ (m)}$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính ống  $\Phi = 40 \text{ mm}$

**Ống nhánh**

Từ ống chính chia làm 2 ống nhánh đi vào 2 đơn nguyên. Vận tốc nước chảy trong ống nhánh  $v = 0,8 - 2\text{m/s}$ . Chọn vận tốc nước trong ống chính  $v_n = 1\text{m/s}$ .

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \times Q/2}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 90}{1 \times \pi \times 24 \times 3600 \times 2}} = 0,026 \text{ (m)}$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính ống  $\Phi = 30\text{mm}$ .

**Ống nhánh nhỏ**

Từ 2 ống nhánh chia làm 4 ống nhánh nhỏ đi vào mỗi đơn nguyên.

$$D_{nn} = \sqrt{\frac{4 \times Q/6}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 90}{1 \times \pi \times 24 \times 3600 \times 6}} = 0,015 \text{ (m)}$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính ống  $\Phi = 15\text{mm}$ .

*Ổng dẫn nước thải sang Aerotank*

Vận tốc nước chảy trong ống  $v = 0,1 - 0,5\text{m/s}$ , chọn  $v = 0,5\text{m/s}$ .

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 90}{0,5 \times \pi \times 24 \times 3600}} = 0,052 \text{ (m)}$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính ống  $\Phi = 55\text{mm}$ .

Giả sử hàm lượng COD giảm 20% sau khi qua xử lý sơ bộ. Hiệu suất xử lý của bể UASB là 90%.

Hàm lượng COD của nước thải sau xử lý kỵ khí:

$$\text{COD}_{\text{ra}} = (1 - E_{\text{COD}}) \times \text{COD}_{\text{vào}} = (1 - 0,9) \times 3000 = 375 \text{ mg/l}$$

Hàm lượng BOD<sub>5</sub> của nước thải sau xử lý kỵ khí:

$$\text{BOD}_5 = (1 - E_{\text{BOD}}) \times \text{BOD}_{\text{vào}} = (1 - 0,9) \times 1731 = 173 \text{ mg/l.}$$

Hàm lượng TSS của nước thải sau xử lý kỵ khí:

$$\text{TSS} = 650 \times (1 - 0,9) = 65 \text{ mg/l}$$

Hàm lượng Coliform giảm 99%, lượng còn lại sau xử lý

$$\text{Coliform} = 5,8 \cdot 10^9 \times 0,01 = 5,8 \cdot 10^7 \text{ MPN/100ml}$$

**Lấy mẫu**

Để biết sự hoạt động trong bể, dọc theo chiều cao bể ta đặt các van lấy mẫu. Với các mẫu thu được ở cùng 1 van, ta có thể ước đoán lượng bùn ở độ cao đặt van đó. Sự ước đoán này rất cần thiết khi muốn biết tải trọng thực sự của bùn và thời gian lưu bùn hiện trong bể là bao nhiêu, từ đó mà có sự điều chỉnh thích hợp.

Trong điều kiện ổn định, tải trọng của bùn gần như không đổi, do đó mật độ bùn tăng lên đều đặn. Nhưng ngay trong những trường hợp đó, việc lấy mẫu vẫn được đề nghị thực hiện đều đặn.

Khi mở van cần điều chỉnh sao cho bùn ra từ từ để đảm bảo thu được bùn gần giống trong bể vì nếu mở lớn quá thì nước sẽ thoát ra nhiều hơn. Thông thường lấy 50 – 150 ml mẫu vào 2 lần cách nhau ít nhất 1h.

Bể cao 6,3m do đó dọc theo chiều cao bể đặt 9 van lấy mẫu, các van đặt cách nhau 0,7m, van dưới cùng đặt cách đáy 0,5m.

Chọn ống và van lấy mẫu bằng nhựa PVC cứng  $\Phi = 25\text{mm}$ .

Bảng 3.5 Tổng hợp thiết kế bể UASB

Thông số	Giá trị
Thể tích bể: dài x rộng x cao (m)	2,75×2,75×2,6,3
Số phễu thu khí	2
Thời gian lưu nước trong ngăn lắng, t(h)	5
Đường kính ống dẫn nước chính, D(mm)	40
Đường kính ống dẫn nước nhánh, D <sub>n</sub> (mm)	30
Đường kính ống dẫn nước nhánh nhỏ, D <sub>nn</sub> (mm)	15
Đường kính ống dẫn nước thải sang bể Aerotank (mm)	55

### 3.6 Bể aerotank

#### 3.6.1 Nhiệm vụ

Bể aerotank được ứng dụng khá phổ biến trong các quá trình xử lý hiếu khí. Mục đích chủ yếu của quá trình này là dựa vào hoạt động sống và sinh sản của vi sinh vật để ổn định chất hữu cơ làm keo tụ các hạt cặn lơ lửng không lắng được. Tùy thuộc vào thành phần nước thải cụ thể, Nitơ và Photpho sẽ được bổ sung để gia tăng khả năng phân hủy của vi sinh vật.

\* Các điều kiện, yêu cầu và các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến quá trình xử lý:

- Điều kiện đầu tiên: cung cấp oxi đủ và liên tục cho bể sao cho lượng DO ra khỏi bể lắng II không nhỏ hơn 2 mg/l.

- Nồng độ cho phép các chất bản hữu cơ: nếu có nhiều chất bản trong nước thải sẽ phá hủy chế độ hoạt động sống bình thường của vi sinh vật trong nước thải, gây "quá tải" và nếu có nhiều chất độc hại sẽ gây "sốc" vi sinh vật. Vì vậy, nếu nước thải có nhiều chất bản thì phải pha loãng trước khi xử lý.

- Lượng các nguyên tố dinh dưỡng cần thiết cho quá trình sinh hóa diễn ra bình thường cần nằm trong giới hạn cho phép: N, P, K, Ca, S, P,...Có thể chọn theo tỷ lệ sau:

$$BOD_{\text{toàn phần}} : N : P = 100 : 5 : 1$$

hay COD : N : P = 150 : 5 : 1

### 3.6.2 Tính toán

Các thông số tính toán cơ bản cho bể Aerotank xáo trộn hoàn toàn:

- Thời gian lưu bùn:  $\theta_c = 5 - 15$  ngày
- Tỷ số F/M : 0,2 – 0,6 kg/kg.ngày
- Tải trọng thể tích : 0,8 – 1,92 kgBOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.ngày
- Nồng độ MLVSS : 2500 – 4000 mg/l
- Tỷ số thể tích trên lưu lượng giờ: W/Q = 3 – 5h
- Tỷ số tuần hoàn bùn hoạt tính:  $Q_{th}/Q = 0,25 - 1$
- BOD<sub>5</sub> : BOD<sub>20</sub> = 0,68
- MLVSS : MLSS = 0,8
- Nồng độ bùn hoạt tính tuần hoàn (tính theo chất rắn lơ lửng) là 10000 mg/l

*Xác định BOD<sub>5</sub> của nước thải đầu vào và đầu ra của bể Aerotank*

Ta có BOD<sub>5vào</sub> = 173 mg/l

Chọn hiệu quả xử lý của bể Aerotank là 80%

Vậy BOD<sub>5ra</sub> = 173 × (1 – 0,8) = 34,6 mg/l

*Tính BOD hòa tan trong nước ở đầu ra*

Phương trình cân bằng vật chất:

BOD<sub>5 ra</sub> = BOD<sub>5 hòa tan trong nước đầu ra</sub> + BOD<sub>5 của chất lơ lửng trong nước đầu ra</sub>.

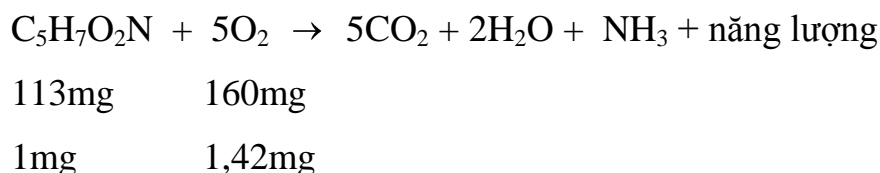
Trong đó BOD<sub>5ra</sub> = 34,6 mg/l

Hiệu quả xử lý TSS của bể aerotank là 70%

→SS<sub>ra</sub> = 20 mg/l (giả sử 60% là cặn có thể phân hủy sinh học)

BOD chứa trong cặn lơ lửng ở đầu ra: 20×0,6 = 12 mg/l

Lượng oxy cần cung cấp để oxy hoá hết lượng cặn này được tính dựa vào phương trình phản ứng:





(lượng oxy cung cấp này chính là  $BOD_{20}$  của phản ứng)

Vậy BOD hoàn toàn của chất rắn có khả năng phân huỷ sinh học ở đầu ra là:

$$12 \times 1,42 \text{ (mgO}_2 \text{ tiêu thụ/mg tế bào bị oxy hoá)} = 17 \text{ mg/l}$$

$BOD_5$  của cặn lơ lửng của nước thải sau bể lắng II là:

$$BOD_5 = 0,68 BOD_{20} = 0,68 \times 17 = 11,6 \text{ mg/l}$$

$BOD_5$  hoà tan trong nước ở đầu ra xác định như sau:

$$34,6 \text{ mg/l} = BOD_5^{ht} + 11,6 \text{ mg/l}$$

$$\Rightarrow BOD_5^{ht} = 23 \text{ mg/l}$$

### **Tính hiệu quả xử lý:**

*Hiệu quả xử lý  $BOD_5$  hòa tan:*

$$E_{ht} = \frac{BOD_{5vào} - BOD_{5ra}^{ht}}{BOD_{5vào}} = \frac{173 - 23}{173} = 87\%$$

*Hiệu quả xử lý tính theo  $BOD_5$  tổng cộng:*

$$E_{ht} = \frac{BOD_{5vào} - BOD_{5ra}}{BOD_{5vào}} = \frac{173 - 34,6}{173} = 80\%$$

### **Xác định thể tích bể aerotank**

*Thể tích bể aerotank được tính theo công thức sau:*

$$W = \frac{\theta_c \times Q \times Y \times (S_0 - S)}{X \times (1 + k_d \times \theta_c)} = \frac{10 \times 90 \times 0,6 \times (173 - 23)}{3800 \times (1 + 0,06 \times 10)} = 13,5 \text{ (m}^3\text{)}$$

Trong đó:

$\theta_c$ : thời gian lưu bùn, theo quy phạm 5 – 15 ngày, chọn  $\theta_c = 10$  ngày

Q : lưu lượng trung bình ngày,  $Q = 90 \text{ m}^3/\text{ngày}$

Y : hệ số sản lượng bùn,  $Y = 0,4 - 0,8 \text{ mgVSS/mg BOD}_5$ , chọn  $Y = 0,6 \text{ mgVSS/mg BOD}_5$

$S_0$ : hàm lượng  $BOD_5$  dẫn vào aerotank,  $S_0 = 173 \text{ mg/l}$

S: hàm lượng  $BOD_5$  hoà tan của nước thải dẫn ra khỏi aerotank,

$S = 23 \text{ mg/l}$ .

X : nồng độ chất lơ lửng dễ bay hơi trong hỗn hợp bùn hoạt tính,

$X = 3800 \text{ mg/l}$ .

$k_d$ : hệ số phân huỷ nội bào, chọn  $k_d = 0,06 \text{ ngày}^{-1}$ .

**Thời gian lưu nước của bể aeroten:**

$$\tau = \frac{W}{Q} = \frac{13,5}{90} \times 24 = 3,6 \text{ (h)}$$

**Xác định kích thước bể aeroten:**

Chọn chiều cao hữu ích của bể là 2,0m, chiều cao bảo vệ là 0,5m.

Vậy chiều cao tổng cộng của bể:  $H = 2,5\text{m}$ .

Chọn chiều rộng của aerotank là  $B = 3\text{m}$ .

Chiều dài bể aerotank là  $L = 4 \text{ m}$ .

Kích thước bể aerotank:  $L \times W \times H = 3 \times 2,5 \times 2,5$

**Tính toán lượng bùn dư thải ra mỗi ngày**

Hệ số sản lượng quan sát ( $Y_{obs}$ ) là:

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \times \theta_c} = \frac{0,6}{1 + 0,06 \times 10} = 0,375$$

Lượng bùn sinh ra mỗi ngày theo VSS là:

$$P_{vss} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) = 0,375 \times 90 \times \frac{173 - 23}{1000} = 5 \text{ (kgVSS/ngày)}$$

Tổng lượng bùn sinh ra mỗi ngày theo TSS là:

$$P_{ss} = \frac{5}{0,8} = 6,25 \text{ (kgSS/ngày)}$$

Lượng cặn dư hằng ngày phải xả đi:

$$P_{xa} = P_{ss} - (Q \times 30 \times 10^{-3}) = 6,25 - (90 \times 30 \times 10^{-3}) = 6 \text{ (kg/ngày)}$$

Xác định lưu lượng bùn thải:

Giả sử bùn dư được xả bỏ (dẫn đến bể lén bùn) từ đường ống dẫn bùn tuần hoàn,  $Q_{ra} = Q$  và hàm lượng VSS trong bùn ở đầu ra chiếm 80% hàm lượng chất rắn lơ lửng SS.

Khi đó lưu lượng bùn dư thải bỏ được tính toán bằng công thức:

$$\theta_c = \frac{W \times X}{Q_w \times X + Q \times X_{ra}}$$

Trong đó:

$X$  : nồng độ VSS trong hỗn hợp bùn hoạt tính ở bể aerotank,  $X = 3800\text{mg/l}$ .

$X_{ra}$ : nồng độ VSS có trong SS ra khỏi bể lắng II,  $X_{ra} = 0,8 \times 20 = 16 \text{ mg/l}$   
 (hiệu quả xử lý chất rắn lơ lửng của bể aerotank là 70%)

$Q_w$ : lưu lượng bùn dư cần xử lý,  $\text{m}^3/\text{ngày}$ .

$Q$ : lưu lượng nước thải,  $Q = 90 \text{ m}^3/\text{ngày}$ .

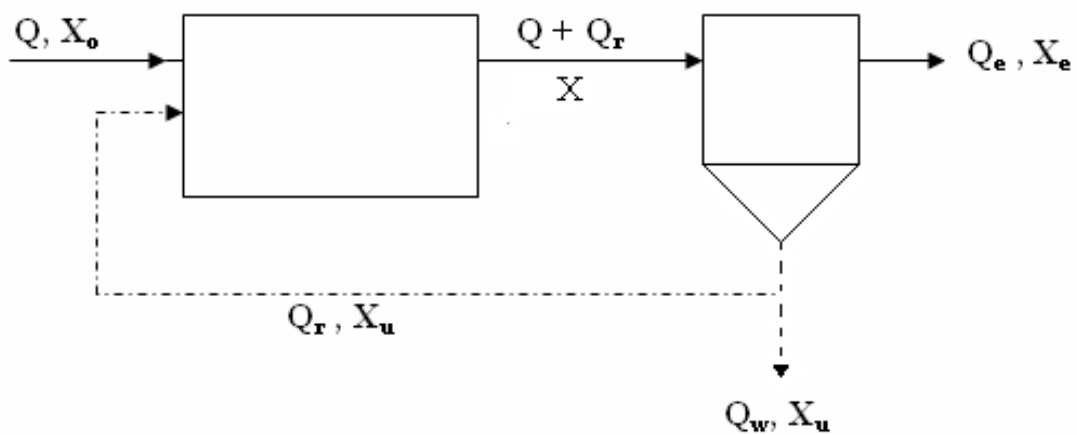
Từ đó tính được:

$$Q_w = \frac{W \times X - \theta_c \times Q \times X_{ra}}{\theta_c \times X} = \frac{(13,5 \times 3800) - (10 \times 90 \times 16)}{10 \times 3800} = 1 (\text{m}^3/\text{ngày})$$

**Tính hệ số tuần hoàn**

Từ phương trình cân bằng vật chất viết đối với bể lắng aerotank theo sơ đồ hình

3.4 Cân bằng vật chất cho bể aerotank:



$$(Q+Q_r) \times X = Q \cdot X_0 + Q_r \cdot X_u$$

Trong đó:

$Q$ : lưu lượng nước thải

$Q_r$ : lưu lượng bùn hoạt tính tuần hoàn.

$X_0$ : nồng độ VSS trong nước thải dẫn vào aerotank,  $\text{mg/l}$

$X$ : nồng độ VSS ở bể aerotank

$X_u$ : nồng độ VSS trong bùn tuần hoàn,  $X_u = 0,8 \times 10000 = 8000 \text{ mg/l}$

Giá trị  $X_0$  thường rất nhỏ so với  $X$  và  $X_u$ , do đó trong phương trình cân bằng vật chất ở trên có thể bỏ qua  $QX_0$

Khi đó phương trình cân bằng vật chất sẽ có dạng

$$Q_r \times X_u = (Q + Q_r) \times X$$

Chia 2 vế của phương trình trên cho  $Q$  và đặt tỷ số  $Q_r/Q = \alpha$  ( $\alpha$  được gọi là tỷ số tuần hoàn) ta có:

$$\alpha X_u = X + \alpha X$$

$$\text{Hay } \alpha = X/(X_u - X) = 3800/(8000 - 3800) = 0,9$$

→ Lưu lượng bùn tuần hoàn:

$$Q_r = \alpha Q = 0,9 \times 90 = 81 \text{ (m}^3/\text{ngđ)}$$

### **Xác định lượng khí cấp cho aerotank**

*Khối lượng BOD<sub>L</sub> tiêu thụ trong qua trình sinh học bùn hoạt tính.*

$$\begin{aligned} M_{BOD_L} &= \frac{Q \times (BOD_{5\text{vào}} - BOD_{5\text{ra}})}{0,68} = \frac{90 \times (173 - 23)}{0,68} \times 10^{-3} \\ &= 20 \text{ (kg/ngày)} \end{aligned}$$

0,68 là hệ số chuyển đổi BOD<sub>5</sub> sang BOD<sub>20</sub>

*Nhu cầu oxy cho quá trình là*

$$M_{O_2} = M_{BOD_L} - 1,42 \times P_{VSS} = 20 - 1,42 \times 5 = 13 \text{ (kgO}_2/\text{ngày)}$$

1,42: hệ số chuyển đổi tế bào sang BOD.

*Thể tích không khí theo yêu cầu:*

Lượng không khí yêu cầu theo lý thuyết (giả sử không khí có 23,2% trong lượng oxy và trong lượng riêng của không khí ở 20<sup>0</sup>C là 0,0118 kN/m<sup>3</sup> = 1,18 kg/m<sup>3</sup>) là:

$$M_{lt} = \frac{M_{O_2}}{1,18 \times 0,232} = \frac{13}{1,18 \times 0,232} = 47,5 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$$

Giả sử hiệu quả vận chuyển oxy của thiết bị thổi khí là 8%, hệ số an toàn khi sử dụng trong thiết kế là 2.

Lượng không khí yêu cầu đối với hiệu quả vận chuyển 8% sẽ bằng:

$$\frac{47,5}{0,08} = 594 \text{ (m}^3/\text{ngày)} = 0,4 \text{ (m}^3/\text{phút)}$$

Kiểm tra phần không khí cần thiết cho xáo trộn hoàn toàn

$$q = \frac{M_{lt}}{E \times W} = \frac{47,5 \times 1000}{0,08 \times 279 \times 24 \times 60} = 30,5 \text{ (l/m}^3\text{phút)}$$

Trị số này nằm trong khoảng cho phép  $q = 20 - 40 \text{ l/m}^3 \cdot \text{phút}$

Lượng không khí cần thiết để chọn máy nén khí

$$Q_{kk} = 2 \times 0,4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{phút} = 800 \text{ l/phút} = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}.$$

### Tính toán máy thổi khí

Áp lực cần thiết cho hệ thống ống nén khí được xác định theo công thức:

$$H_{tc} = h_d + h_c + h_f + H = 0,4 + 0,5 + 2,0 = 3,9 \text{ (m)}$$

Trong đó:

$h_d, h_c$ : tổn thất áp lực dọc theo chiều dài ống và tổn thất cục bộ tại các điểm uốn, khúc quanh (m), Tổng tổn thất  $h_d$  và  $h_c$  không vượt quá 0,4m.

$h_f$ : tổn thất qua thiết bị phân phối (m), giá trị này không vượt quá 0.5m.

H: chiều cao hữu ích của bể aerotank,  $H = 2,0\text{m}$ .

.Công suất máy thổi khí tính theo công thức sau:

$$P = \frac{G \cdot R \cdot T}{29,7 \cdot n \cdot \eta} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

Trong đó:

+ P: Công suất yêu cầu của máy (w/h)

+ G: trọng lượng dòng khí (kg/s)

$$G = Q_k \times \rho_k = 0,014 \times 1,29 = 0,02 \text{ (kg/s)} = 72 \text{ (kg/h)}$$

+R: hằng số khí.  $R = 8,314 \text{ (KJ/K.mol.}^\circ\text{K)}$

+ T: nhiệt độ tuyệt đối của không khí đầu vào:

$$T_1 = 273 + 25 = 298 \text{ }^\circ\text{K}$$

+  $P_1$  : áp lực tuyệt đối của không khí đầu vào,  $P_1 = 1\text{at}$

+  $P_2$ : áp lực tuyệt đối của không khí đầu ra,  $P_2 = H_{tc} + 1\text{at} = 1,29 \text{ at}$

$$+ n = \frac{k-1}{k} = \frac{1,395-1}{1,395} = 0,283 \text{ (k = 1,395 đối với không khí)}.$$

+ 29,7: hệ số chuyển đổi.

+  $\eta$ : hiệu suất của máy nén khí,  $\eta = 0,7 - 0,9$ , chọn  $\eta = 0,8$ .

$$P = \frac{72 \times 8,314 \times 298}{29,7 \times 0,283 \times 0,8} \left[ \left( \frac{1,29}{1} \right)^{0,283} - 1 \right] = 1982 \text{ (W)}$$

Chọn máy thổi khí có công suất 2 (Kw).

**Chọn thiết bị khuếch tán khí:**

Chọn thiết bị khuếch tán khí dạng đĩa xốp, đường kính 170mm, diện tích bề mặt  $F = 0,0227 \text{ m}^2$ , cường độ thổi khí 200l/phút.đĩa =  $12 \text{ m}^3/\text{h.đĩa}$

Các đĩa phân phối này sẽ được đặt sát đáy bể.

Số đĩa cần phân phối trong bể:

$$n = \frac{800\text{l/phút}}{200\text{l/phút}} = 4 \text{ đĩa}$$

4 đĩa thổi khí này sẽ được bố trí đều theo chiều dài bể, đặt theo chiều rộng 2 đĩa và chiều dài 2 đĩa.

**Tính toán đường ống dẫn khí**

*Đường kính ống phân phối chính*

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{kk}}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,014}{15 \times \pi}} = 0,035 \text{ (m)}$$

Chọn  $D = 40 \text{ mm}$

Trong đó

$v$ : vận tốc khí trong ống dẫn khí chính chọn  $v = 15 \text{ m/s}$

$Q_{kk}$ : lưu lượng khí cần cung cấp,  $Q_{kk} = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$

Từ ống chính ta phân vào 4 ống phụ phân phối khí vào bể, trên mỗi ống phụ đặt 10 đĩa phân phối khí.

*Lưu lượng khí qua mỗi ống nhánh là:*

$$Q_{nh} = \frac{800}{4} = 200 \text{ l/phút} = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

*Đường kính ống dẫn khí nhánh*

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q_{nh}}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,004}{15 \times \pi}} = 0,018 \text{ (m)}$$

Chọn  $d = 20 \text{ mm}$ .

Trong đó

$v$ : vận tốc khí trong ống dẫn khí nhánh chọn  $v = 15 \text{ m/s}$

$Q_{nh}$ : lưu lượng khí cần cung cấp,  $Q_{nh} = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$

**Kiểm tra lại tốc độ ống:**

Vận tốc ống chính

$$v = \frac{4 \times Q_{kk}}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,014}{\pi \times 0,04^2} = 11 \text{ m/s}$$

$v = 13,33 \text{ m/s}$  thuộc khoảng cho phép 10 – 15m/s

Vận tốc ống nhánh

$$v_n = \frac{4 \times Q_{nh}}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,004}{\pi \times 0,02^2} = 12,7 \text{ m/s}$$

$v_n = 13,3 \text{ m/s}$  thuộc khoảng cho phép 10 – 15m/s

**Kiểm tra tỷ số F/M và tải trọng hữu cơ:**

Tỷ số F/M xác định theo công thức sau:

$$\frac{F}{M} = \frac{BOD_{vào}}{\tau \times X} = \frac{173}{3,6 \times 3800} = 0,012 \text{ h}^{-1} = 0,29 \text{ ngày}^{-1}$$

Trong đó

$BOD_{vào} = 173 \text{ mg/l}$

X hàm lượng VSS trong bể,  $X = 3800 \text{ mg/l}$

$\tau$  thời gian lưu nước,  $\tau = 3,6 \text{ h}$

Giá trị này nằm trong khoảng cho phép của thông số thiết kế bể (0,2 – 0,6kg  $BOD_5/\text{kg VSS} \cdot \text{ngày}$ )

Tải trọng thể tích

$$L = \frac{BOD_{vào} \times Q}{W} \times 10^{-3} = \frac{173 \times 90}{13,5} \times 10^{-3} = 1,15 \text{ kg} BOD_5/\text{m}^3 \text{ ngày}$$

Giá trị này nằm trong khoảng cho phép của thông số thiết kế bể (0,8 – 1,92kg  $BOD_5/\text{m}^3 \cdot \text{ngày}$ )

**Tính đường ống dẫn bùn tuần hoàn**

Đường kính ống dẫn bùn tuần hoàn:

Chọn vận tốc bùn chảy trong ống:  $v = 1 \text{ m/s}$

Lưu lượng tuần hoàn :  $Q_r = 443 \text{ m}^3/\text{ngđ}$

Đường kính ống dẫn là:

$$D_b = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 81}{0,5 \times \pi \times 24 \times 3600}} = 0,05 \text{ (m)}$$

Chọn  $D_b = 50\text{mm}$

*Bảng 3.6 Tổng hợp tính toán bể aerotank*

Thông số	Giá trị
Thể tích bể: dài x rộng x cao	3m x 2,5m x 2,5m
Lưu lượng bùn thải $Q_w$ ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ )	1
Tỷ số tuần hoàn bùn, $\alpha$	0,9
Lưu lượng bùn tuần hoàn, $Q_r$ ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ )	81
Thời gian lưu nước, $\theta$ (h)	3,6
Lượng không khí cần, $Q_{kk}$ ( $\text{m}^3/\text{ngày}$ )	1152
Số đĩa sứ khuấy tán khí, N (đĩa)	4
Đường kính ống dẫn khí chính, D (mm)	40
Đường kính ống dẫn khí nhánh, d (mm)	20
Đường kính ống dẫn bùn tuần hoàn, $D_b$ (mm)	50
Công suất máy cấp khí, (kW)	2

Hiệu quả xử lý Nito và photpho đạt 80%

$$N_{\text{Tổng}} \text{ còn lại} = 350 \times 0,2 = 70 \text{ mg/l}$$

$$P_{\text{Tổng}} \text{ còn lại} = 38 \times 0,2 = 7,6 \text{ mg/l}$$

### 3.7 BỂ LẮNG II

#### 3.7.1 Nhiệm vụ

Nước thải sau khi qua bể Aerotank sẽ được đưa đến bể lắng II, bể này có nhiệm vụ lắng các bông bùn hoạt tính từ bể Aerotank đưa sang. Một phần bùn lắng sẽ được tuần hoàn trở lại bể Aerotank, phần bùn dư được thải ra ngoài.

#### 3.7.2 Tính toán

Chọn bể lắng đợt II là bể lắng ly tâm.

Các thông số thiết kế đặc trưng cho bể lắng đợt II với bùn hoạt tính khuấy tán bằng không khí như sau:

Tải trọng bề mặt,  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ngày}$

- Trung bình: 16,3 – 32,6



- Lớn nhất: 40,7 – 48,8

Tải trọng chất rắn,  $kg/m^2.h$

- Trung bình: 3,9 – 5,9
- Lớn nhất: 9,8

Chiều cao công tác, m: 3,7 – 6,1

Chọn tải trọng bề mặt thích hợp cho bùn hoạt tính này là  $20m^3/m^2.ngày$  và tải trọng chất rắn là  $5,5kg/m^2.h$

Diện tích bề mặt bể lắng theo tải trọng bề mặt:

$$A_L = \frac{Q}{L_A} = \frac{90}{20} = 4,5 (m^2)$$

Trong đó:

$Q$ : lưu lượng trung bình ngày,  $m^3/ngày$

$L_A$ : tải trọng bề mặt,  $m^3/m^2.ngày$

Diện tích bề mặt bể lắng tính theo tải trọng chất rắn là:

$$A_S = \frac{(Q + Q_r)MLSS}{L_S} = \frac{(90 + 81) \times 4750}{24 \times 5,5 \times 1000} = 6,15 (m^2)$$

Trong đó:

$Q_r$ : lưu lượng bùn tuần hoàn,  $m^3/ngày$

$L_S$ : tải trọng chất rắn,  $kgSS/m^2.ngày$

Do  $A_L < A_S$ , vậy diện tích bề mặt bể lắng tính theo tải trọng chất rắn là diện tích tính toán.

Đường kính bể lắng:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 6,15}{\pi}} = 2,8 (m)$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = 20\%D = 20\% \times 2,8 = 0,56 (m)$$

Chọn chiều cao hữu ích của bể lắng là  $h_L = 2m$ , chiều cao lớp bùn lắng  $h_b = 0,5m$  và chiều cao bảo vệ  $h_{bv} = 0,3m$ . Vậy chiều cao tổng cộng của bể lắng II:

$$H_{tc} = h_L + h_b + h_{bv} = 2 + 0,5 + 0,3 = 2,8 (m)$$

Chiều cao ống trung tâm;

$$h = 60\%h_L = 60\% \times 2 = 1,2 \text{ (m)}$$

Thời gian lưu nước của bể lắng:

+ Thể tích phân lắng:

$$V_L = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \times h_L = \frac{\pi}{4}(2,8^2 - 0,56^2) \times 2 = 12 \text{ m}^3$$

+ Thời gian lưu nước:

$$t = \frac{V_L}{Q + Q_r} = \frac{12 \times 24}{90 + 81} = 1,7 \text{ h}$$

Thể tích bể chứa bùn:

$$V_b = A_s \times h_b = 6,15 \times 0,5 = 3 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Thời gian lưu giữ bùn trong bể:

$$t_b = \frac{V_b}{Q_w + Q_r} = \frac{3 \times 24}{1 + 81} = 0,9 \text{ h}$$

Tải trọng bề mặt:

$$L_s = \frac{Q + Q_r}{\pi D} = \frac{90 + 81}{\pi \times 2,8} = 19,5 \text{ (m}^3\text{/m.ngày)}$$

Giá trị này nằm trong khoảng cho phép  $L_s < 500 \text{ m}^3\text{/m.ngày}$

### **Máng thu nước**

Máng thu nước đặt ở vòng tròn, có đường kính bằng 0,8 đường kính bể:

$$D_m = 0,8 \cdot D = 0,8 \times 2,8 = 2,25 \text{ (m)}$$

Chiều dài máng thu nước:

$$L_m = \pi D_m = \pi \times 2,25 = 7 \text{ (m)}$$

Chiều cao máng  $h_m = 0,5 \text{ m}$

Máng bê tông cốt thép dày 100mm, có lắp thêm máng răng cưa thép tấm không gỉ có dạng chữ V, góc  $90^\circ$ .

### **Tính ống dẫn nước thải và ống dẫn bùn**

- Ống dẫn nước thải vào:

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống:  $v = 0,7 \text{ m/s}$

Lưu lượng nước thải vào bể:

$$Q_v = Q + Q_r = 90 + 81 = 171 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_v}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 171}{24 \times 3600 \times 0,7 \times 3,14}} = 0,06 \text{ m}$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống  $\Phi = 65\text{mm}$

- *Ống dẫn nước thải ra:*

Chọn vận tốc nước thải chảy trong ống  $v = 0,7\text{m/s}$

Lưu lượng nước thải :  $Q = 90\text{m}^3/\text{ngđ}$

Đường kính ống là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 90}{24 \times 3600 \times 0,7 \times 3,14}} = 0,04 \text{ m}$$

Chọn ống nhựa PVC có đường kính  $\Phi = 45\text{mm}$

- *Ống dẫn bùn:*

Chọn vận tốc bùn chảy trong ống:  $v = 1\text{m/s}$

Lưu lượng bùn:  $Q_b = Q_r + Q_w = 1 + 81 = 82 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$

Đường kính ống dẫn là:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_b}{24 \times 3600 \times v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 82}{24 \times 3600 \times 0,7 \times 3,14}} = 0,04 \text{ m}$$

Chọn ống nhựa PVC đường kính ống  $\Phi = 45\text{mm}$ .

### **Tính bơm bùn tuần hoàn**

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000\eta} = \frac{1008 \times 9,81 \times 6 \times 81}{1000 \times 0,8 \times 24} = 252 \text{ (W)}$$

Với:

$Q$  : lưu lượng bùn tuần hoàn ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$H$  : chiều cao cột áp toàn phần.  $H = 6 \text{ (mH}_2\text{O)}$ .

$\rho$  : khối lượng riêng của bùn,  $\rho = 1008 \text{ (kg/m}^3)$ .

$\eta$  : hiệu suất bơm (%).

*Công suất thực tế của máy bơm:*

$$N_{tt} = 1,2 \cdot N = 1,2 \times 252 = 302 \text{ (W)}$$

Chọn 2 bơm công suất 0,3 kW, một bơm làm việc, 1 bơm dự phòng.

### Tính bơm bùn đến bể nén bùn

Thời gian bơm 15 phút/ngày.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000\eta} = \frac{1008 \times 9,81 \times 6 \times 1}{1000 \times 0,8 \times 0,25} = 297 \text{ (W)}$$

Với:

Q : lưu lượng bùn xả ra (m<sup>3</sup>/h).

H : chiều cao cột áp toàn phần. H = 6 (mH<sub>2</sub>O).

$\rho$  : khối lượng riêng của bùn,  $\rho = 1008$  (kg/m<sup>3</sup>).

$\eta$  : hiệu suất bơm (%).

Công suất thực tế của máy bơm:

$$N_{tt} = 1,2 \cdot N = 1,2 \times 297 = 356 \text{ (W)}$$

Chọn 2 bơm công suất 0,4 kW hoạt động luân phiên nhau .

Bảng 3.7 Tổng hợp thiết kế bể lắng đợt II

Thông số	Giá trị
Đường kính bể lắng , D(m)	2,8
Chiều cao bể lắng, H(m)	2,8
Đường kính ống trung tâm, d(m)	0,56
Chiều cao ống trung tâm, h(m)	1,2
Thời gian lưu nước, t(h)	1,7
Thời gian lưu bùn, t <sub>b</sub> (h)	0,9
Đường kính ống dẫn nước thải vào (mm)	65
Đường kính ống dẫn nước thải ra (mm)	45
Đường kính ống dẫn bùn (mm)	45
Công suất bơm bùn tuần hoàn (kW)	0,3
Công suất bơm bùn đến bể nén bùn (kW)	0,6

Hiệu suất xử lý của bể lắng 2 là 70%. Hàm lượng chất ô nhiễm còn lại sau khi qua bể lắng 2:

$$\text{BOD}_5 = 52 \times 0,3 = 15,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{COD} = 112 \times 0,3 = 33,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 20 \times 0,3 = 6 \text{ mg/l}$$

$$\text{N}_{\text{Tổng}} = 70 \times 0,3 = 21 \text{ mg/l}$$

$$\text{P}_{\text{Tổng}} = 7,6 \times 0,3 = 2,3 \text{ mg/l}$$

Tất cả các thông số đều đạt QCVN 24 – 2005 cột B

### 3.9 Bể nén bùn

#### 3.9.1 Nhiệm vụ

Cặn tươi từ bể lắng đợt I và bùn hoạt tính từ bể lắng II có độ ẩm tương đối cao (92 – 96% đối với cặn tươi và 99,2 – 99,7% đối với bùn hoạt tính) nên cần phải giảm độ ẩm và thể tích trước khi đưa vào các công trình phía sau. Một phần lớn bùn từ bể lắng II được dẫn trở lại aerotank (loại bùn này được gọi là bùn hoạt tính tuần hoàn), phần bùn còn lại được gọi là bùn hoạt tính dư được dẫn vào bể nén bùn. Nhiệm vụ của bể nén bùn là làm giảm độ ẩm của bùn hoạt tính dư bằng cách lắng (nén) cơ học để đạt độ ẩm thích hợp (95 – 97%) phục vụ cho các quá trình xử lý bùn ở phía sau.

Bể nén bùn tương đối giống bể lắng ly tâm. Tại đây bùn được tách nước để giảm thể tích. Bùn loãng (hỗn hợp bùn – nước) được đưa vào ống trung tâm ở tâm bể. Dưới tác dụng của trọng lực bùn sẽ lắng và kết chặt lại. Sau khi nén bùn sẽ được rút ra khỏi bể bằng bơm hút bùn.

#### 3.8.2 Tính toán

Lưu lượng bùn dư cần xử lý mỗi ngày:

$$Q_V = Q_I + Q_{\text{UASB}} + Q_{\text{II}} = 2,5 + 0,15 + 1 = 3,65 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Diện tích của bể nén bùn đứng được tính dựa theo công thức:

$$F = \frac{Q_v}{q_0} = \frac{3,65}{0,3 \times 24} = 0,5 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

$q_0$ : Tải trọng tính toán lên diện tích mặt thoáng của bể nén bùn ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ),

$$q_0 = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Đường kính của bể nén bùn :

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,5}{\pi}} = 0,8 \text{ m}$$

Đường kính ống trung tâm:

$$d = 0,1D = 0,1 \times 0,8 = 0,08 \text{ m}$$

Đường kính phần loe của ống trung tâm:

$$d_1 = 1,35d = 1,35 \times 0,08 = 0,1 \text{ (m)}$$

Đường kính tấm chắn:

$$d_{ch} = 1,3d_1 = 1,3 \cdot 0,1 = 0,13 \text{ (m)}$$

Chiều cao công tác của bể nén bùn :

$$H = q_0 \times t = 0,3 \times 10 = 3$$

Với t : thời gian nén bùn. Chọn t = 10h ∈ quy phạm (10 – 12h).

Chiều cao tổng cộng của bể nén bùn :

$$H_{tc} = H + h_1 + h_2 + h_3 = 3 + 0,3 + 0,3 + 0,8 = 4,4 \text{ (m)}$$

Trong đó :

$h_1$ : chiều cao từ mực nước đến thành bể (m).

$H_2$ : chiều cao lớp bùn (m)

$h_3$ : chiều cao phần chóp đáy bể (m)

### **Máng thu nước**

Máng thu nước đặt vòng tròn theo thành bể, cách thành bể 0,3m.

Đường kính máng thu nước:

$$D_m = 0,8D = 0,8 \times 0,8 = 0,64 \text{ (m)}$$

Chiều dài máng thu nước:

$$L_m = \pi D = \pi \times 0,8 = 2,5 \text{ (m)}$$

Lượng nước tách ra khỏi bùn:

$$99,2\% - 97\% = 2,2\%$$

Lượng bùn sau khi nén:

$$Q_b = Q_v - 2,2\% Q_v = 3,65 - 2,2\% \times 3,65 = 3,6 \text{ (m}^3/\text{ngày)}.$$

**Tính công suất bơm hút bùn :**

Thời gian hút bùn là 1 giờ.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000\eta} = \frac{1200 \times 9,81 \times 8 \times 3,65}{1000 \times 0,8 \times 1} = 430(W)$$

Trong đó:

Q : lưu lượng bùn sau khi nén ( $m^3/h$ ).

H : chiều cao cột áp toàn phần.  $H = 8$  ( $mH_2O$ ).

$\rho$  : khối lượng riêng của bùn sau khi nén ( $kg/m^3$ ).  $\rho = 1200$  ( $kg/m^3$ ).

$\eta$  : hiệu suất bơm (%). Chọn  $\eta = 0,8$ .

*Công suất thực tế của máy bơm:*

$$N_{TT} = 1,2 \cdot N = 1,2 \times 430 = 515 (W)$$

Chọn 2 bơm công suất 0,52 kW hoạt động luân phiên nhau .

*Bảng 3.8 Tổng hợp thiết kế bể nén bùn*

Thông số	Giá trị
Lưu lượng bùn sau khi nén, $Q_{nén}(m^3/ngày)$	3,6
Đường kính bể nén bùn, D(m)	0,8
Đường kính ống trung tâm, d(m)	0,08
Đường kính phần lọc của ống trung tâm, $d_l(m)$	0,1
Đường kính tấm chắn, $d_{ch}(m)$	0,13
Chiều cao tổng cộng bể nén bùn, $H_{tc}(m)$	4,4
Công suất bơm hút bùn (kW)	0,52

### 3.9 Hồ sinh học

#### 3.9.1 Nhiệm vụ

Nhiệm vụ của hồ sinh học là nhằm ổn định tính chất nước thải và tăng cường hiệu quả khử các chất bẩn hữu cơ còn lại trong nước thải. Trong hồ, nước thải được làm sạch bằng quá trình tự nhiên, diệt vi khuẩn gây hại (Coliform) nhờ tia cực tím từ ánh sáng mặt trời

#### 3.9.2 Tính toán

Chọn thời gian lưu nước trong hồ là 2 ngày đêm.

Thể tích của bể:

$$V = Q \times t = 90 \times 2 = 180 \text{ (m}^3\text{)}$$

Lấy thể tích bể xây dựng là  $200 \text{ m}^3$  dự trữ khi trời mưa

Chọn chiều cao bể là  $H = 2 \text{ m}$ , chiều dài là  $L = 20 \text{ m}$ , chiều rộng là  $B = 5 \text{ m}$

$\Rightarrow$  Kích thước hồ sinh học:  $B \times L \times H = 4 \times 3 \times 1,1 \text{ (m)}$ .

Nước từ bể sinh học đạt tiêu chuẩn chất lượng cột B QCVN 24:2009 nên trang trại có thể tuần hoàn nước này để rửa chuồng trại, tiết kiệm chi phí mua nước sạch.



**CHƯƠNG 4: TÍNH KINH TẾ**

Giá thành xử lý nước bao gồm:

- Chi phí xây dựng cơ bản và thiết bị (chi phí đầu tư ban đầu).
- Chi phí vận hành và quản lý.

**4.1 Chi phí đầu tư ban đầu**

*Bảng 4.1 Chi phí xây dựng công trình*

STT	Công trình	Thể tích (m <sup>3</sup> )	Số lượng	Đơn vị	Đơn giá (VNĐ/m <sup>3</sup> )	Thành tiền (VNĐ)
1	Bể lắng cát	0,5	1	Bê tông	1,000,000	500,000
2	Bể điều hòa	45	1	Bê tông	1,000,000	45,000,000
3	Bể lắng I	6	1	Bê tông	1,000,000	6,000,000
4	Bể UASB	48	1	Bê tông	1,000,000	48,000,000
5	Bể Aerotank	13,5	1	Bê tông	1,000,000	13,500,000
6	Bể lắng II	12	1	Bê tông	1,000,000	12,000,000
7	Bể chứa bùn	1,6	1	Bê tông	1,000,000	1,600,000
8	Hồ sinh học	200	1	Bê tông	1,000,000	200,000,000
	<b>Tổng cộng</b>		<b>8</b>			<b>326,600,000</b>

Bảng 4.2 Chi phí thiết bị

STT	Thiết bị	Số lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Song chắn rác	1	300,000	300,000
2	Bơm chìm ở bể điều hoà	2	3,000,000	6,000,000
3	Máy cấp khí bể điều hòa	2	10,000,000	20,000,000
3	Bơm bùn tươi ở bể lắng I	2	2,000,000	4,000,000
4	Bơm từ bể lắng I sang bể UASB	2	3,000,000	6,000,000
5	Máy cấp khí bể aerotank	2	15,000,000	30,000,000
6	Đĩa phân phối khí	4	500,000	2,000,000
7	Bơm bùn tuần hoàn	2	2,000,000	4,000,000
8	Bơm bùn ở bể lắng II	2	3,000,000	6,000,000
9	Hệ thống đường điện kỹ thuật		20,000,000	20,000,000
10	Đường ống dẫn nước, dẫn khí		30,000,000	30,000,000
11	Các chi tiết phụ phát sinh		10,000,000	10,000,000
<b>Tổng cộng</b>				<b>138,300,000</b>

Tổng vốn đầu tư cơ bản bao gồm chi phí khấu hao xây dựng 20 năm và chi phí khấu hao máy móc 10 năm.

$$T_v = \frac{326,600,000}{20} + \frac{138,300,000}{10} = 30,160,000 \text{ (đồng/năm)}$$

**4.2 Chi phí điện năng**

Hạng mục	Công suất (kW)	Số lượng	Máy hoạt động	Giờ hoạt động	Điện năng tiêu thụ (kW)
Bơm chìm bể điều hòa	0,5	2	1	24	112
Máy thổi khí bể điều hòa	5,2	2	1	24	124,8
Bơm bùn tươi ở lắng I	0,3	2	1	1	0,3
Bơm từ bể lắng I sang bể UASB	0,4	2	1	24	9,6
Bơm bùn tuần hoàn	0,3	2	1	24	7,2
Bơm bùn ở bể lắng II	0,4	2	1	0,25	0,1
Máy thổi khí ở bể aerotank	2	2	1	24	48
Bơm hút bùn ở bể nén	0,52	2	1	1	0,52
Tổng cộng					302,52

*Bảng 4.2 Chi phí điện năng*

Giá cung cấp điện công nghiệp: 2000 đồng/kW

Vậy chi phí điện năng cho một ngày vận hành:

$$T_d = 302,52 \times 2000 = 605\,040 \text{ đồng/ngày} = 220\,839\,600 \text{ đồng/năm.}$$

**4.3 Chi phí quản lý và vận hành**

Số công nhân để vận hành là 2 người, lương 2,0 triệu/ tháng và 1 kỹ sư, lương 3,5 triệu / tháng.

*Tổng chi phí nhân công là:*

$$T_{QL} = 7,500,000 \text{ đồng/tháng} = 90,000,000 \text{ đồng/năm.}$$

**4.4 Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị**

Chi phí bảo dưỡng hàng năm ước tính bằng 1% tổng số vốn đầu tư vào công trình xử lý.

$$T_{bd} = 0,01 \times 30,160,000 = 301,600 \text{ (đồng/năm).}$$

#### 4.5 Chi phí xử lý 1m<sup>3</sup> nước thải

Tổng chi phí xử lý:

$T_{TC} = 301,600 + 30,160,000 + 220,839,600 + 90,000,000 = 341,301,200$   
(đồng/năm).

→ **Giá thành xử lý cho 1m<sup>3</sup> nước thải:**

$$T = \frac{341,301,200}{90 \times 365} = 10,390 \text{ (đồng/m}^3\text{)}$$

Nước thải sau khi xử lý đạt QCVN 24:2009 cột B nên có thể tuần hoàn để rửa chuồng trại. Lưu lượng nước thải là 90 m<sup>3</sup>/ngày đêm, qua các bể xử lý sẽ tiêu hao khoảng 10 m<sup>3</sup>, 80 m<sup>3</sup> được tuần hoàn sẽ tiết kiệm được chi phí mua nước sạch.

Giá thành 1 m<sup>2</sup> là 7,400 VND. Tiết kiệm chi phí là:

$$T' = 7,400 \times 80 = 592,000 \text{ (đồng/ngày)} = 216,080,000 \text{ (đồng/năm)}$$

## KẾT LUẬN

Đồ án đã nêu được tổng quan hiện trạng ô nhiễm nước của ngành chăn nuôi cũng như đã chỉ ra các thành phần, tính chất của nước thải chăn nuôi.

Đồ án cũng đưa ra được những phương pháp xử lý bao gồm cả vật lý, hóa học và sinh học.

Do đặc thù của nước thải chăn nuôi giàu chất hữu cơ ( BOD, COD cao) nên áp dụng phương pháp xử lý bằng sinh học để vừa tiết kiệm chi phí, xử lý triệt để được các chất ô nhiễm và thân thiện với môi trường.

Đồ án đã đề xuất được phương án tối ưu cho xử lý nước thải chăn nuôi bao gồm một hệ thống các bể lắng cát, bể điều hòa, bể lắng cặn, bể UASB, bể Aerotank, hồ sinh học. Nước thải sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn cột B của QCVN 24:2009 của Bộ Tài Nguyên Môi Trường.

Khuyến khích những trang trại chăn nuôi quy mô vừa và lớn áp dụng theo phương án xử lý này để không gây ô nhiễm môi trường cũng như tiết kiệm chi phí do có thể tuần hoàn nước sau xử lý để rửa chuồng trại.

## DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Hạ, “Xử lý nước thải đô thị”, NXB Khoa Học và Kỹ thuật Hà Nội, 2006.
2. PGS.PTS Hoàng Huệ, “*Xử lý nước thải*”, NXB Xây Dựng Hà Nội, 1996.
3. TS. Trịnh Xuân Lai, “*Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*”, NXB Xây Dựng Hà Nội, 2000.
4. Lâm Minh Triết - Nguyễn Thanh Hùng - Nguyễn Phước Dân, “*Xử lý nước thải đô thị & công nghiệp*”, NXB Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh, 2006.
5. Một số đề án xử lý nước thải.
6. [www.google.com.vn](http://www.google.com.vn)

**LỜI CẢM ƠN**

Em xin chân thành cảm ơn Th.s Nguyễn Xuân Hải đã hướng dẫn và giúp đỡ em rất tận tình trong thời gian làm khóa luận vừa qua. Dưới sự định hướng và tạo điều kiện tiếp xúc thực tế, thầy đã giúp em củng cố kiến thức được học trên ghế nhà trường. Đồng thời có cái nhìn thực tế về vấn đề ô nhiễm môi trường nói chung, cũng như ô nhiễm môi trường nước nói riêng.

Em xin cảm ơn các thầy cô giáo trong khoa kỹ thuật môi trường đã tư vấn và chỉ dạy em rất nhiều trong suốt thời gian làm khóa luận.

Em xin cảm ơn tới nhà trường, trường ĐHDL Hải Phòng đã tạo điều kiện đầy đủ về cơ sở vật chất để em có thể nghiên cứu và hoàn thành xong chương trình học của mình.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, ngày 18 tháng 11 năm 2011

Sinh viên

Trịnh Thị Trang

**DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT**

STT	Ký hiệu	Ý nghĩa
1	BOD	Nhu cầu oxy sinh hóa
2	COD	Nhu cầu oxy hóa học
3	$N_{\text{tổng}}$	Tổng hàm lượng nitơ
4	$P_{\text{tổng}}$	Tổng hàm lượng phosphor
5	TSS	Tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng.
6	SS	Các chất rắn lơ lửng
7	VSS	Chất rắn hòa tan
8	VSV	Vi sinh vật
9	QCVN24:2009	Quy chuẩn Việt Nam 24:2009 Bộ Tài Nguyên Môi Trường

**DANH MỤC HÌNH**

STT	Tên hình	Trang
1	Hình 2.1 Sơ đồ tổng quát xử lý nước thải giàu chất hữu cơ sinh học	16
2	Hình 2.2 Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải chăn nuôi heo	19
3	Hình 3.1 Mặt cắt bể điều hòa	29
4	Hình 3.2 Mặt cắt bể lắng 1	31
5	Hình 3.3 Cân bằng vật liệu cho bể Aerotank	43



**DANH MỤC BẢNG**

STT	Tên bảng	Trang
1	Bảng 2.1 Thành phần nước thải chăn nuôi heo	18
2	Bảng 3.1 Tổng hợp các thông số thiết kế song chắn rác	23
4	Bảng 3.2 Tổng hợp các thông số thiết kế bể lắng cát	25
5	Bảng 3.3 Tổng hợp tính toán bể điều hòa	29
6	Bảng 3.4 Tổng hợp tính toán bể lắng 1	33
7	Bảng 3.5 Tổng hợp tính toán bể UASB	39
8	Bảng 3.6 Tổng hợp tính toán bể Aerotank	48
9	Bảng 3.7 Tổng hợp tính toán bể lắng 2	52
10	Bảng 3.8 Tổng hợp thiết kế bể nén bùn	55
11	Bảng 4.1 Chi phí xây dựng công trình	57
12	Bảng 4.2 Chi phí thiết bị	58
13	Bảng 4.3 Chi phí điện năng	59

**MỤC LỤC**

<b>LỜI MỞ ĐẦU</b> .....	1
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN</b> .....	2
1.1 Hiện trạng ô nhiễm môi trường do chăn nuôi heo ở nước ta .....	2
1.2 Thành phần, tính chất của nước thải chăn nuôi heo.....	2
1.2.1 Các chất hữu cơ và vô cơ .....	2
1.2.2 Nito và Photpho.....	3
1.2.3 Vi sinh vật gây bệnh.....	4
1.3 Các phương pháp xử lý nước thải chăn nuôi heo.....	5
1.3.1 Phương pháp xử lý cơ học.....	5
1.3.2 Phương pháp xử lý hóa lý .....	5
1.3.3 Phương pháp xử lý sinh học.....	6
<b>CHƯƠNG 2: ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI HEO</b> .....	15
2.1 Các nghiên cứu trong và ngoài nước về xử lý nước thải chăn nuôi heo.....	15
2.1.1 Các nước trên thế giới .....	15
2.1.2 Ở Việt Nam .....	16
2.2 Cơ sở lựa chọn phương án xử lý nước thải .....	17
<b>CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN CHI TIẾT CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ</b> .....	21
3.1 Song chắn rác .....	21
3.1.1 Nhiệm vụ .....	21
3.1.2 Tính toán .....	21
3.2 Bể lắng cát ngang .....	23
3.2.1 Nhiệm vụ .....	23
3.2.2. Tính toán .....	23
3.3 Bể điều hòa.....	25
3.3.1 Nhiệm vụ .....	25
3.3.2 Tính toán .....	25
3.4 Bể lắng đợt I.....	30
3.4.1 Nhiệm vụ .....	30
3.4.2 Tính toán .....	30
3.5 Bể UASB.....	33

3.5.1 Nhiệm vụ .....	33
3.5.2 Tính toán .....	33
3.6 Bể aerotank.....	39
3.6.1 Nhiệm vụ .....	39
3.6.2 Tính toán .....	40
3.7 Bể lắng II.....	48
3.7.1 Nhiệm vụ .....	48
3.7.2 Tính toán .....	48
3.8 Bể nén bùn.....	53
3.8.1 Nhiệm vụ .....	53
3.8.2 Tính toán .....	53
3.9 Hồ sinh học.....	55
3.9.1 Nhiệm vụ .....	55
3.9.2 Tính toán .....	55
<b>CHƯƠNG 4: TÍNH KINH TẾ.....</b>	<b>57</b>
4.1 Chi phí đầu tư ban đầu .....	57
4.2 Chi phí điện năng .....	59
4.3 Chi phí quản lý và vận hành.....	59
4.4 Chi phí bảo dưỡng máy móc thiết bị.....	59
4.5 Chi phí xử lý 1m <sup>3</sup> nước thải .....	60
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>61</b>
<b>DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>62</b>

