

CHƯƠNG 9

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BÃI CHÔN LẤP

9.1 MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG BÃI CHÔN LẤP

- **Về mặt xã hội:** Xây dựng bãi chôn lấp (BCL) hợp vệ sinh nhằm giải quyết lượng chất thải rắn đô thị trên địa bàn Thành phố Vũng Tàu;
- **Về công nghệ:** Bãi chôn lấp hợp vệ sinh đảm bảo xử lý đồng thời rác, nước rỉ rác và khí sinh ra từ bãi chôn lấp rác, đảm bảo các yêu cầu của Tiêu Chuẩn Việt Nam và các quy định có liên quan;
- **Về kinh tế:** Đảm bảo chi phí đầu tư, chi phí vận hành có hiệu quả hợp lý, chấp nhận được, phù hợp với tình hình kinh tế của Thành phố;
- **Về môi trường & cộng đồng:** Xử lý triệt để rác sinh hoạt, không gây ô nhiễm đối với môi trường đất, nước, không khí, hệ động thực vật khu vực,... cũng như sức khỏe cộng đồng dân cư kế cận khu vực xử lý rác, kể cả sau khi BCL không còn hoạt động.

9.2 QUI MÔ BÃI CHÔN LẤP

Với mục đích thiết kế bãi chôn lấp hợp vệ sinh theo quy định TCVN và Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BKHCMNT-BXD của Bộ Khoa Học Công Nghệ Môi Trường và Bộ Xây Dựng ngày 18 tháng 1 năm 2001 do đó BCL được thiết kế gồm các hạng mục chính sau:

- Trạm cân;
- Khu vực rửa xe;
- Nhà trung chuyển (sàn trung chuyển);
- Ô chôn lấp;
- Hệ thống thu nước rỉ rác;
- Hệ thống xử lý nước rỉ rác;
- Hệ thống thu khí;
- Đê chắn lũ và mạng lưới thu nước mưa;
- Hệ thống cấp điện;
- Hệ thống cấp nước;
- Nhà quản lý, nhà công nhân;
- Nhà bảo vệ, nhà vệ sinh;
- Nhà kho, nhà sửa chữa;
- Các hạng mục phụ trợ khác, theo thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT.

9.3 CÁC HẠNG MỤC CHÍNH CẦN ĐẦU TƯ

9.3.1 Ô Chôn Lấp

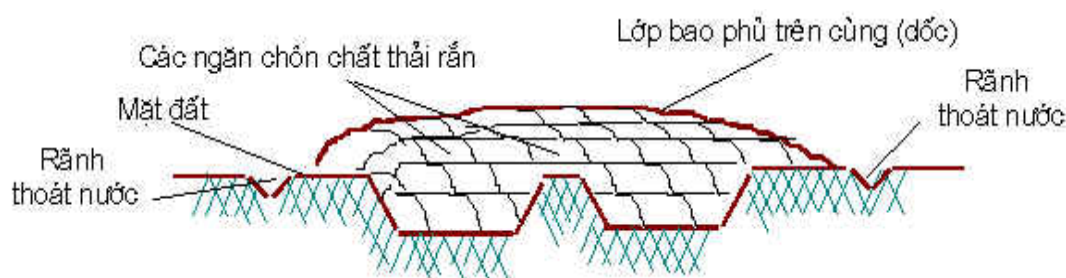
Thời Gian Chôn Lấp Của Một Ô

Với quy mô ô chôn lấp càng lớn cho phép giảm bớt chi phí chôn lấp cho cùng một đơn vị khối lượng chất thải, do giảm được diện tích gia cố chống thấm (m^2 diện tích chống thấm/ m^3 thể tích hố chôn lấp). Tuy nhiên, với quy mô mỗi hố chôn lấp quá lớn sẽ kéo theo thời gian chôn lấp, từ đó phát sinh nhiều tác động tiêu cực như (1) ảnh hưởng đến môi trường do nước thải và khí thải

khó thu hơn, (2) khó khăn cho việc quản lý, thi công và vận hành, (3) ảnh hưởng đến độ bền và kết cấu vật liệu chống thấm và có thể phát sinh những sự cố do tự nhiên.

Phương Pháp Chôn Lấp

Phương pháp chôn lấp được lựa chọn trong thiết kế bãi chôn lấp cho Tp. Vũng Tàu là phương pháp đào hố. Phương pháp đào hố chôn lấp chất thải rắn là phương pháp lý tưởng cho những khu vực có độ sâu thích hợp, vật liệu che phủ sẵn có và mực nước không gần bề mặt. Chất thải rắn được đổ vào các hố hoặc mương đã đào đất. Đất đào được dùng làm vật liệu che phủ hàng ngày hoặc che phủ cuối cùng. Các hố đào được lót lớp màng địa chất tổng hợp (geomembrane), lớp đất sét có độ thấm thấp hoặc kết hợp cả hai loại này để hạn chế sự lan truyền của cả khí bãi rác và nước rỉ rác. Hố chôn lấp thường có dạng hình vuông với kích thước mỗi cạnh lên đến 305 m và độ dốc mặt bên dao động trong khoảng 1,5 : 1 đến 2 : 1. Hố có chiều dài thay đổi từ 61 m ÷ 305 m, sâu 0,9 m ÷ 3,0 m, và chiều rộng từ 4,6 m ÷ 15,2 m.



Hình 9.1 Loại hình chôn lấp chất thải rắn kết hợp chôn lấp chìm - nổi.

Chiều Sâu Và Chiều Cao Ô Chôn Lấp

Hình dạng hình học của ô chôn lấp chất thải hợp vệ sinh được lựa chọn có hình chóp cụt với đáy nhỏ hình chóp là đáy của ô chôn lấp có đường biên là một hình vuông, bề mặt đáy ô được thiết kế có độ nghiêng về mương thu nước rỉ rác. Đáy lớn của hình chóp cụt là bề mặt hoàn chỉnh của ô chôn lấp, có đường biên là một hình vuông và có độ dốc thích hợp cho việc tiêu thoát nước mưa trên bề mặt hố.

Chiều sâu là khoảng cách từ mặt đáy hố tới mặt đất hiện tại, còn chiều cao của hố là khoảng cách từ mặt đất hiện tại đến bề mặt hoàn chỉnh của ô. Chiều cao và chiều sâu của ô chôn lấp được xác định trên cơ sở chiều sâu càng lớn sẽ giảm được diện tích mặt bằng cần thiết cho việc chôn lấp. Tuy nhiên, chiều sâu của ô chôn lấp không được quá sâu, mặt đáy của ô và các công trình phụ trợ khác (hệ thống thu nước rỉ rác, thu khí, giếng thu nước rỉ rác,...) phải đặt trên mực nước ngầm cao nhất tại khu xử lý tối thiểu là 1 m.

Độ Dốc Vách Ô Chôn Lấp

Nền và vách tự nhiên đáy ô chôn lấp phải đảm bảo có các lớp đất với hệ số thấm của đất $\geq 1 \times 10^{-7}$ cm/s và bề dày trên 1m. Nếu lớp đất tự nhiên có hệ số thấm nước $> 1 \times 10^{-7}$ cm/s phải xây dựng lớp chống thấm có hệ số thấm $> 1 \times 10^{-7}$ cm/s và bề dày không nhỏ hơn 60 cm. Nền và vách của các ô trong bãi chôn lấp cần phải lót đáy bởi lớp chống thấm bằng lớp màng tổng hợp chống thấm có chiều dày ít nhất 1,5 mm. Đỉnh của vách ngăn tối thiểu phải đạt bằng mặt đất và đáy của nó phải xuyên vào lớp sét ở đáy bãi, ít nhất là 60 cm.

Như vậy, vách ô chôn lấp phải chịu được lực xô ngang của bản thân khối chất thải khi đầm nén. Chiều rộng đỉnh của vách ô chôn lấp chọn 2 m (không dùng làm đường công tác cho xe cơ giới). Độ dốc vách của ô chôn lấp được chọn bằng 1/2.

9.3.2 Lớp Lót Đáy

Mục đích thiết kế lớp lót đáy bãi chôn lấp là nhằm giảm thiểu sự thấm nước rỉ rác vào lớp đất phía dưới bãi chôn lấp và nhờ đó loại trừ khả năng nhiễm bẩn nước ngầm. Có nhiều phương án thiết kế lớp lót đáy đã được đề xuất nhằm giảm thiểu sự di chuyển nước rỉ rác vào lớp đất phía dưới bãi chôn lấp. Mỗi lớp vật liệu khác nhau có chức năng khác nhau. Ví dụ, lớp sét và lớp màng địa chất có tác dụng như lớp phân cách sự di chuyển của nước rỉ rác và khí bãi chôn lấp. Lớp cát hoặc sỏi là lớp thu và thoát nước rỉ rác sinh ra từ bãi chôn lấp. Lớp vải địa chất được sử dụng để giảm thiểu sự xáo trộn giữa lớp đất với lớp cát hoặc sỏi. Lớp đất cuối cùng được dùng để bảo vệ lớp thoát nước và lớp phân cách.

Việc lựa chọn hệ thống lớp lót đáy và lớp che phủ cuối cùng sẽ phụ thuộc vào hiện trạng địa chất, điều kiện khí hậu và yêu cầu về môi trường khu vực xây dựng. Giả sử thành phần cấu tạo của lớp đất nền của khu vực xây dựng là đất yếu do đó sử dụng lớp vải địa chất nhằm phân bố đều tải trọng và chọn lớp màng HDPE dày 1,5 mm loại trơn để chống thấm cho lớp đáy và loại gai cho mái dốc của đê chắn BCL nhằm chống trượt. Hệ thống lớp lót đáy của các bãi chôn lấp đơn thường gồm có hai lớp màng địa chất, mỗi lớp đều có một lớp thoát nước và hệ thống thu nước rỉ rác.

Gia Cố Lớp Lót Đáy

Do tác dụng của các lực kéo, nén, uốn,... lên lớp đáy và tránh hiện tượng trượt lún và trượt đất ô chôn lấp ta cần gia cố lớp đáy ô chôn lấp, với phương án chọn vật liệu gia cố được đề nghị như sau:

Phương án 1 - Đất xây dựng xà bần và xi măng

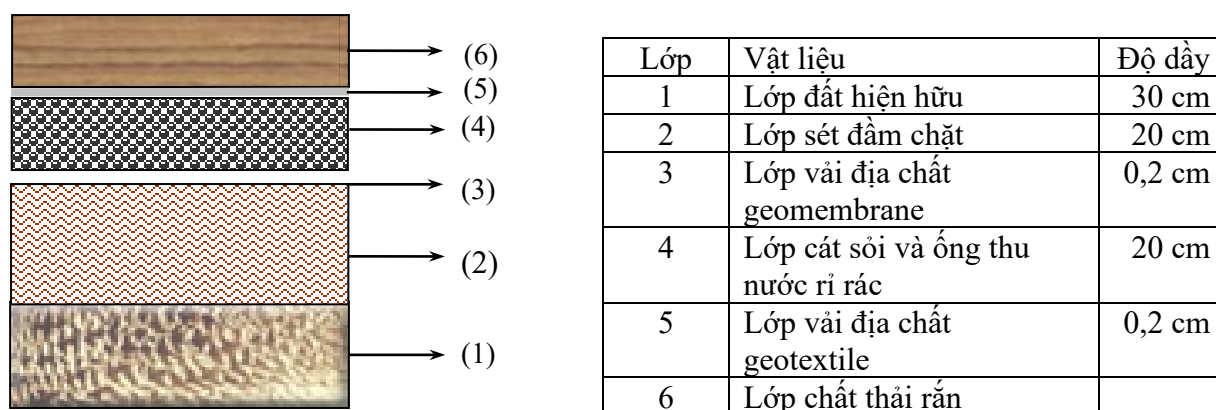
- **Mô tả phương án 1:** Dưới cùng là lớp đất hiện hữu được đầm nén chặt, tiếp đó là lớp vật liệu chống thấm bằng đất dày 50 cm bao gồm xà bần và xi măng, trên đó là lớp sỏi thu nước rỉ rác, lớp ngăn cách và lớp đất bảo vệ;
- **Ưu điểm:** Phương án 1 có nhiều điểm thuận lợi là chịu lực tốt, tận dụng sử dụng xà bần, xi măng và đất xây dựng làm lớp chống thấm, đồng thời cũng góp phần xử lý rác thải xây dựng;
- **Nhược điểm:** Phương án này có nhược điểm là chi phí xây dựng cao, gia công nặng nhọc, lớp xi măng có thể bị ăn mòn bởi nước rỉ rác, khả năng xi măng bị nứt cao, khó hàng gấn các lớp chống thấm khi phải thi công trong nhiều ngày.

Phương án 2 – Sét, lớp chống thấm, vải địa chất và đất đào

- **Mô tả phương án 2:** Sử dụng một lớp chống thấm nằm dưới một lớp đất sét đệm được đầm nén chặt trên đó là lớp sạn sỏi và trên cùng là lớp đất đàn chắc khoảng 0,3 m;
- **Ưu điểm:** sử dụng nguồn đất sét rẻ tiền dễ kiếm, lớp HDPE (lớp vải địa chất) đã được sử dụng nhiều nơi và khả năng chống thấm tốt;
- **Nhược điểm:** giá thành đầu tư cao.

Dựa trên ưu và nhược điểm của từng phương án chọn phương án 2 để chống thấm cho ô chôn lấp. Ngoài ra, để bảo đảm lớp đất sét có tác dụng theo thiết kế, lớp đất sét phải có độ dày (10,16 ÷ 15,24 cm) được nén thích hợp giữa các lớp kế tiếp. Bố trí các lớp đất sét mỏng cũng có khả năng tránh được nứt do sự sắp xếp thứ tự đất cục nếu như chỉ sử dụng một loại sét. Một vấn đề khác cần quan tâm khi sử dụng nhiều loại sét khác nhau là sự nứt nẻ do tính trương nở của các

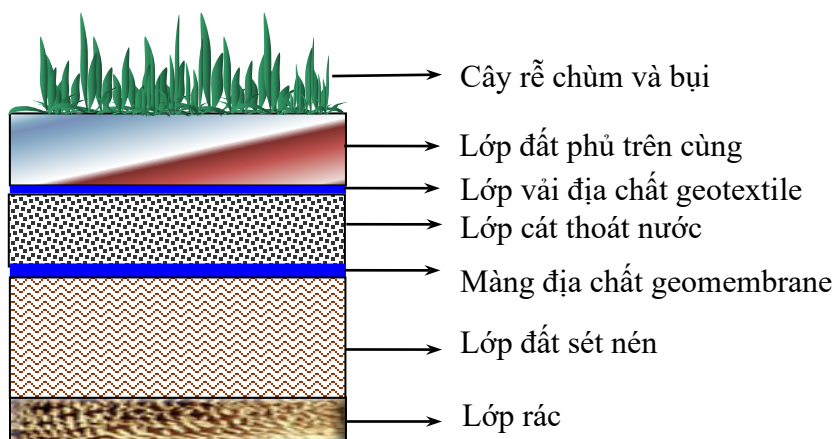
loại sét khác nhau sẽ khác nhau. Do đó, để khắc phục điều này, chỉ sử dụng một loại sét khi xây dựng lớp lót⁽¹⁾. Cấu tạo lớp lót đáy chống thấm được thể hiện trong Hình 9.2



Hình 9.2 Cấu tạo lớp lót đáy.

9.3.3 Lớp Che Phủ Cuối Cùng

Lớp che phủ cuối cùng có nhiệm vụ đảm bảo tránh phát tán khí bãi rác, mùi ra môi trường, đồng thời tránh lượng mưa rơi vào hố chôn lấp tăng khả năng phát sinh nước rỉ rác không cần thiết. Lớp phủ trên cùng phải đảm bảo độ dày, độ co giãn chống rạn nứt bãi rác từ quá trình phân hủy sinh học của các chất hữu cơ. Để chống xói mòn đất phủ của lớp che phủ cuối cùng, tạo cảnh quan cho bãi rác trải thảm thực vật trên lớp đất bảo vệ với các cây rế chùm và cây bụi.



Hình 9.3 Chi tiết lớp phủ đất sau cùng

9.3.4 Lớp Che Phủ Hằng Ngày

Để có thể đầm nén được các lớp rác của bãi chôn lấp cần có lớp phủ trung gian hằng ngày. Các dạng lớp phủ hiện nay thường sử dụng như sau (1) dùng đất sét đào được từ bãi chôn lấp, (2) dùng sà bần, (3) dùng phân compost, (4) dùng HDPE loại mỏng phủ tạm qua ngày hôm sau lấy ra và đổ rác tiếp tục. Trong các dạng lớp phủ hằng ngày nêu trên có thể thấy lớp phủ trung gian là dùng đất sét đào được từ bãi chôn lấp được lựa chọn để thiết kế tính toán cho bãi chôn lấp CTR của Tp. Vũng Tàu vì tận dụng được đất sét có sẵn, ít tốn tiền mua vật liệu.

⁽¹⁾ Trần Thị Mỹ Diệu, 2006.

9.3.5 Thu Gom Và Xử Lý Nước Rỉ Rác

Để đáp ứng tiêu chuẩn của một BCL hợp vệ sinh BCL có hệ thống thu gom và xử lý nước rỉ rác, nước thải sinh hoạt, nước thải từ các phương tiện vận chuyển, phòng thí nghiệm và các loại nước thải khác. Nước rỉ rác và nước thải sau khi xử lý phải đạt loại B theo TCVN 6980 – 2001 về môi trường. Hệ thống thu gom nước rác, nước thải bao gồm: các rãnh, ống dẫn và hố thu nước rác, nước thải được bố trí hợp lý đảm bảo thu gom toàn bộ nước rác, nước thải về trạm xử lý.

Mạng lưới ống thu gom nước rác được đặt ở bên trong tầng thu gom nước rỉ rác. Mạng lưới đường ống thu gom nước rác này phải đáp ứng các yêu cầu sau, (1) có thành bên trong nhẵn và có đường kính tối thiểu 150 mm và (2) có độ dốc tối thiểu 1%.

Lựa chọn phương pháp thu gom và vận chuyển nước rỉ rác

Để thu gom và vận chuyển nước rỉ rác ở bãi chôn lấp, có thể áp dụng 3 phương pháp sau:

- **Phương pháp vận chuyển nổi:** Nước rỉ rác từ ô chôn lấp được tập trung về một giếng thu trung tâm ngay cạnh hố. Từ giếng thu, nước rỉ rác được bơm đưa lên hệ thống công nổi và tự chảy về khu vực xử lý nước rỉ rác;

Phương pháp này thích hợp với các hố chôn lấp có qui mô lớn và rất lớn, tồn nhiều kinh phí cho các trạm bơm phân tán, quản lý phức tạp, các hạng mục công trình phụ trợ công kênh và rất khó đảm bảo thu gom nước rỉ rác triệt để và có mùi gây ô nhiễm môi trường;

- **Phương pháp vận chuyển chìm:** Nước rỉ rác được thoát vào hệ thống cống ngầm trong lòng đất và tự chảy về giếng thu gom tập trung ở cuối mạng lưới thoát nước rỉ rác, từ đó nước rỉ rác được bơm lên và dẫn vào khu xử lý nước thải;

Phương pháp này thích hợp đối với các khu vực có mực nước ngầm thấp, dễ quản lý vận hành hệ thống, không cần nhiều trạm bơm phân tán và hoàn toàn có thể đảm bảo thu gom nước thải triệt để và kịp thời. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi phải xây dựng hệ thống ống ngầm ở dưới sâu, do đó tốn kém và phức tạp hơn hệ thống ống nổi.

- **Phương pháp thu gom dọc theo cuối hố chôn lấp:** Nước rỉ rác được thoát theo bề mặt nghiêng (theo chiều dọc của ô chôn lấp) của lớp sạn sỏi ở tầng dưới sau đó được bơm về khu xử lý;

Phương pháp này tận dụng được bề mặt địa hình nghiêng của khu vực xử lý, xây dựng hệ thống ống thoát nước cho toàn bộ các ô chôn lấp. Nhược điểm, thi công khó để đảm bảo độ sâu thu gom.

Từ việc phân tích các ưu nhược điểm của các phương pháp vận chuyển nước rỉ rác và dựa trên các yếu tố tự nhiên địa hình chọn phương pháp thu gom dọc theo cuối hố chôn lấp.

Quản lý nước rỉ rác

Quản lý hợp lý nước rỉ rác sinh ra từ BCL là cơ sở để loại trừ nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước ngầm. Có nhiều phương án được áp dụng để quản lý nước rỉ rác thu gom được từ BCL bao gồm (1) tuần hoàn nước rỉ rác, (2) bay hơi nước rỉ rác, (3) xử lý nước rỉ rác và (4) thải vào hệ thống thu gom nước thải đô thị, nhưng phương pháp tối ưu nhất về mặt môi trường là phương án 3 (xử lý nước rỉ rác). Phương án này được lựa chọn trong thiết kế và quản lý bãi chôn lấp.

9.3.6 Thu Gom Và Xử Lý Khí

Để xử lý khí bãi chôn lấp có các phương pháp được đề xuất như sau (1) đốt, (2) thu hồi để sản xuất điện, (3) khử mùi. Trong các phương pháp trên thì phương pháp thu hồi để sản xuất điện là khả thi và phù hợp với nguồn vốn đầu tư và đảm bảo tiêu chuẩn môi trường.

Hình thức đặt ống thu gom trong bãi chôn lấp gồm:

- Đặt ống thu khí nằm ngang song song với lớp vật liệu nằm phủ, các ống thu khí nằm ngang của một lớp sẽ được nối với nhau bởi một ống đặt nằm ngang cặp sát vào thành hố chôn lấp rồi được dẫn lên trên mặt đất về khu xử lý khí;
- Đặt ống thu khí thẳng đứng, chiều cao ống ngập trong lớp rác là 80% chiều cao lớp rác. 1/3 chiều cao ống ngập trong rác sẽ được đục lỗ có đường kính đủ lớn để thu khí. Ống thu khí được giữ cố định nhờ ống lồng cấu tạo bằng tre, với đường kính ngoài bằng đường kính giếng thu khí, đường kính trong đảm bảo lớn hơn đường kính ống thu khí, xung quanh phần đục lỗ được bao bọc bởi một lớp sỏi có đường kính lớn hơn đường kính lỗ, để giữ ống thẳng đứng. Phần ống đưa lên khỏi đơn nguyên sau khi đổ hoàn chỉnh cả lớp che phủ cuối cùng đủ cao để tránh sự cố làm bít ống.

Chọn phương án 2 làm phương án tính toán và thiết kế vì ống thu khí đứng ít bị ảnh hưởng bị gãy ống do quá trình phân hủy sinh học thể tích rác bị sụt xuống, đồng thời đảm bảo được yêu cầu là thu hết khí sinh ra từ ô chôn rác.

9.4 QUY TRÌNH VẬN HÀNH BÃI CHÔN LẤP

CTR trước khi vào bãi đổ phải đi qua trạm cân. Tại trạm cân, xe vận chuyển được cân khi chờ rác vào và sau khi đổ rác. Khối lượng CTR của mỗi chuyến chuyên chở được tính bằng sự chênh lệch khối lượng của xe vào và ra. Rác sau khi được cân tại trạm cân sẽ được đổ đồng tại sân trung chuyển có mái che và có hệ thống thu nước rỉ rác. Từ 7 h sáng các xe xúc, ủi và xe vận tải sẽ vận chuyển rác lên trên ô chôn lấp. Trong trường hợp có mưa to và kéo dài quá 3 giờ rác sẽ được lưu lại sân trung chuyển thêm một thời gian mà không vận chuyển lên ô chôn lấp để tránh tình trạng nước mưa xâm nhập. Sân trung chuyển với diện tích thiết kế có thể dùng làm nơi để xe xúc, xe lu, xe cạp trong thời gian từ 18 giờ đến 6 giờ.

Rác sau khi qua sân trung chuyển sẽ được chuyển đến ô chôn lấp bằng xe tải ben dung tích 20-25 m³. Xe rác được hướng dẫn vào đống đúng khu vực quy định. Khi rác từ vận chuyển đổ xuống ô chôn lấp sẽ được 1 xe đầm nén chuyên dụng san ủi thành từng lớp dày 50 cm, sau đó, lớp rác này được đầm nén để đạt tỷ trọng 0,8 tấn/m³ và có chiều dày tối đa là 60 cm. Chiều cao lớp rác đổ mỗi ngày là 2,0 ÷ 2,2 m. Chiều dày lớp đất phủ đạt 20 cm. Tỷ lệ lớp đất phủ chiếm khoảng 10% đến 15% tổng thể tích rác thải và đất phủ. Trong trường hợp mùa mưa, lớp che phủ này được thay bằng hỗn hợp xà bần hoặc cát (15 cm) và đất sét (10 cm) để tránh lầy trong quá trình vận chuyển⁽¹⁾.

Chế phẩm EM được sử dụng để phun lên ô chôn lấp đang vận hành vào lúc 8 giờ sáng mỗi ngày nhằm làm giảm mùi hôi, đồng thời giảm sự lan truyền bệnh tật qua các loại vi trùng gây bệnh, chuột bọ,..., cũng được hạn chế bằng cách phun thuốc diệt côn trùng mỗi tuần một lần vào thứ 4.

Trong trường hợp ngày lễ tết khi khối lượng rác tăng lên nhưng nhờ có sản phẩm phân loại nên lưu lượng xe vận chuyển rác đến ô chôn lấp vẫn không thay đổi. Tuy nhiên, để đảm bảo có thể vận

⁽¹⁾ http://www.nea.gov.vn/luat/toanvan/ThongtuLT_01-2001_TTLT.html

chuyển và chôn lấp hết lượng rác này thì thời gian làm việc của xe đầm nén chuyên dụng và xe vận chuyển vật liệu che phủ trung gian sẽ tăng gấp đôi.

Nước rỉ rác sinh ra từ các ô chôn rác được thu gom bằng hệ thống thu gom và được xử lý tại trạm xử lý nước rỉ rác. Tuyến ống thu gom được lắp đặt tại đáy ô chôn lấp, trong lớp sỏi làm vật liệu lọc ngăn chất thải rắn lọt vào ống. Cuối ống nối vào hồ ga của tuyến ống chính thu gom nước rỉ rác cho toàn bãi chôn lấp. Hệ thống xử lý nước rỉ rác được thiết kế chủ yếu dựa trên công nghệ xử lý sinh học kết hợp với quá trình siêu lọc để đảm bảo hệ thống vẫn hoạt động hiệu quả trong trường hợp hàm lượng các chất độc hại và các chất không có khả năng phân hủy sinh học cao.

Thành phần các khí sinh ra từ bãi chôn lấp có chứa CH_4 , CO_2 , NH_3 , H_2S ,..., trong đó, thành phần khí CH_4 chiếm từ 40-60% tổng thể tích khí và là khí chính gây hiệu ứng nhà kính. Do đó để giảm thiểu tác động đến chất lượng môi trường không khí xung quanh, lượng khí sinh ra phải được thu gom và xử lý bằng một trong hai phương án sau: (1) xử lý và tái sử dụng để sản xuất điện, (2) đốt bỏ, phương án đốt bỏ là tốt nhất. Khí sinh ra từ các ô chôn lấp sẽ được thu gom bằng hệ thống ống thu khí đứng. Ống thu khí sẽ đặt theo từng lớp rác và được nối với thiết bị đốt tự động. Quá trình đốt khí được thực hiện liên tục.

Lớp che phủ cuối cùng được thiết kế theo Thông tư 01/2001 gồm có lớp vật liệu che phủ trung gian (0,2 m), lớp đất sét (0,6 m), lớp màng địa chất VLD (2 mm), lớp đất trồng (0,6 m), trên cùng là thảm thực vật dùng để phủ lên phần ô chôn lấp (tạo thành do đê ngăn nước mưa) đã đổ đầy (có chiều cao lớp rác 2 m). Nếu các đơn nguyên chôn lấp lại được sử dụng lại, thì sau khi đóng đơn nguyên chôn lấp ít nhất 10 năm mới được phép đào đất từ các đơn nguyên chôn lấp để làm phân bón. Đồng thời tiến hành sửa chữa lại đơn nguyên chôn lấp để đưa vào sử dụng. Ngoài ra có chương trình giám sát chất lượng môi trường cũng như khả năng xử lý nước rỉ rác, khí từ bãi chôn lấp.

9.5 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ Ô CHÔN LẤP

9.5.1 Khối Lượng Chất Thải Đem Chôn Lấp

Với hình thức quản lý chất thải rắn theo hương khu đô thị sinh thái phân loại chất thải tại nguồn sau đó CTR được tái sử dụng một cách tối đa đã làm giảm khối lượng CTR phải đem chôn lấp. Việc xác định khối lượng CTR cần chôn lấp là thông số quan trọng trong xây dựng và vận hành bãi chôn lấp. Giả định đối với chất thải rắn vô cơ thành phần không có khả năng tái chế chiếm 20% và không thay đổi theo nhiều năm. Thành phần thải ra sau quá trình tái chế là 5% tính trên tổng khối lượng cần tái chế. Đối với chất thải rắn hữu cơ có 5% lượng chất thải rắn hữu cơ sau quá trình chế biến compost cũng được đem chôn lấp.

Với mong muốn giảm thời gian vận hành ô chôn lấp, giảm diện tích ô chôn lấp, CTR sẽ được chôn trong hai khu vực, (1) khu vực chôn lấp chất thải vô cơ chứa các thành phần khó phân hủy hay phân hủy rất chậm, (2) khu vực chôn lấp chất thải hữu cơ chứa các thành phần có khả năng phân hủy sinh học nhanh. Việc chia khu vực chôn lấp theo thành phần chất thải sẽ giúp quản lý tốt hơn các quá trình xảy ra trong ô chôn lấp, đầu tư hệ thống thu khí sẽ giảm đi so với chôn lấp chung (lượng khí sinh ra từ ô chôn lấp chất thải vô cơ thấp). Đối với chất thải hữu cơ, độ sụt lún các lớp trong quá trình chôn lấp là điều đáng quan tâm và như thế khả năng tiếp nhận thêm chất thải sẽ tăng lên.

Khối lượng chất thải đem chôn lấp theo từng khu vực qua các năm được thể hiện trong Bảng 9.1 và Bảng 9.2.

Bảng 9.1 Khối lượng chất thải hữu cơ cần chôn lấp tính đến năm 2020

Năm	Tổng lượng CTR hữu cơ của toàn Thành phố (tấn/ngày)	Lượng CTR hữu cơ đem chôn lấp (5%) (tấn/ngày)	Tổng cộng (tấn/năm)
2007	254,20	12,71	4.639,15
2008	255,74	12,79	4.668,35
2009	257,30	12,86	4.693,90
2010	258,87	12,94	4.723,10
2011	260,47	13,02	4.752,30
2012	262,08	13,10	4.781,50
2013	263,71	13,18	4.810,70
2014	265,36	13,27	4.843,55
2015	267,03	13,35	4.872,75
2016	268,73	13,44	4.905,60
2017	270,44	13,52	4.934,80
2018	272,17	13,60	4.964,00
2019	273,92	13,69	4.996,85
2020	275,70	13,79	5.033,35
TC	3.705,72	185,30	67.629,40

Bảng 9.2 Khối lượng chất thải vô cơ cần chôn lấp tính đến năm 2020

Năm	Tổng lượng CTR vô cơ của toàn Thành phố (tấn/ngày)	Lượng CTR vô cơ đem đi chôn lấp (tấn/ngày)		Tổng cộng (tấn/ngày)	Tổng cộng (tấn/năm)
		20% CTR vô cơ không có khả năng tái chế	5% CTR vô cơ thải ra sau quá trình tái chế		
2007	217,62	43,28	7,61	50,89	18.574,85
2008	218,01	43,60	7,63	51,23	18.698,95
2009	218,40	43,68	7,64	51,32	18.731,80
2010	218,79	43,76	7,66	51,42	18.768,30
2011	219,19	43,84	7,67	51,51	18.801,15
2012	219,59	43,84	7,68	51,52	18.804,80
2013	220,00	44,00	7,70	51,70	18.870,50
2014	220,40	44,08	7,71	51,79	18.903,35
2015	220,83	44,17	7,73	51,90	18.943,50
2016	221,25	44,24	7,74	51,98	18.972,70
2017	221,68	44,33	7,76	52,09	19.012,85
2018	222,11	44,42	7,77	52,19	19.049,35
2019	222,55	44,50	7,79	52,29	19.085,85
2020	223,00	44,60	7,80	52,40	19.126,00
TC	3.083,42	616,68	107,92	724,60	264.479,00

9.5.2 Tính Toán Chi Tiết Cho Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Rắn Thực Phẩm (Hữu Cơ)

Các thông số thiết kế ô chôn lấp được lựa chọn theo thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BXD-BKHCNMT. Do lượng chất thải rắn chôn lấp hàng năm không nhiều, kéo dài 14 năm từ năm 2007 ÷ 2020. Nếu chia bãi chôn lấp thành nhiều ngăn để chôn lấp rác (vì thời gian hoạt động của 1 ô chôn lấp không quá 3 năm) thì sẽ không kinh tế tốn kém và khó thi công. Nên trong trường hợp này chỉ cần xây dựng 1 ô chôn lấp nhưng ô chôn lấp được chia thành nhiều ngăn nhỏ có đập đê tạm trong thời gian đổ rác.

Xác định thể tích và diện tích chôn lấp chất thải rắn hữu cơ

- Tổng lượng rác đổ vào BCL trong 14 năm là 67.629,40 tấn
- Do thời gian làm việc của 1 ô chôn lấp không quá 3 năm nên chọn thiết kế 6 ngăn chôn lấp
- Lượng rác trung bình chứa trong một ngăn chôn lấp: $67.629,4 : 6 \approx 11.271,5$ tấn
- Mức độ nén ép rác tại BCL là $0,65 \div 0,75$ tấn/m³ đối với chôn lấp chất thải chung vô cơ và hữu cơ. Do đó, trong trường hợp chôn lấp chất thải hữu cơ riêng thì mức độ nén ép sẽ cao hơn, chọn mức độ nén ép là 0,8 tấn/m³
- Thể tích trung bình của 1 ô chôn lấp: $V = \frac{67.629,4}{0,8} = 83.493$ (m³)

Thông Số Thiết Kế

- Chọn chiều cao của 1 lớp là: 2 m
- Chiều cao của lớp che phủ trung gian: 0,2 m (TC: 0,15 – 0,3 m)
- Bãi chôn lấp được thiết kế 6 lớp (3 lớp trên mặt đất và 3 lớp dưới mặt đất).
- Chiều dày lớp vật liệu che phủ cuối cùng 1,7 m

9.5.3 Tính Toán Các Lớp Trong Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Hữu Cơ

Để thuận tiện cho việc thiết kế và thi công chọn mặt đáy là hình vuông, lúc này ô chôn lấp sẽ có dạng hình chóp cụt đều. Với kích thước đáy ô chôn lấp là: 80 (m) x 80 (m)

LỚP 1

Đối Với Lớp Rác 1

Kích thước đáy dưới của lớp 1: 70 (m)

Kích thước đáy trên của lớp 1:

Xét hình thang $A_1B_1C_1D_1$;

Giả sử $C_1D_1 = X_1$, $X_1 = 70$ m;

Vậy $A_1B_1 = X_1 + 2 A_1E_1$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_1E_1 = 2 \times h_1 = 2 \times 2 = 4$ m;

Kích thước đáy trên của lớp rác là: $A_1B_1 = C_1D_1 + 2 A_1E_1 = 70 + (2 \times 4) = 78$ m

Thể tích lớp rác 1:

$$w_1 = \frac{1}{3} \times (S_{1N} + S_{1L} + \sqrt{S_{1N} \times S_{1L}}) \times h_1$$

$$w_1 = \frac{1}{3} \times (70^2 + 78^2 + \sqrt{70^2 \times 78^2}) \times 2 = 10.962 \text{ (m}^3\text{)}$$

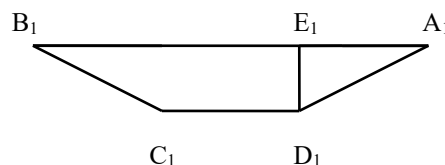
Diện tích đáy nhỏ : $S_{1N} = 70 \text{ m} \times 70 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{1L} = 78 \text{ m} \times 78 \text{ m}$;

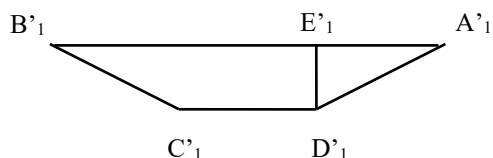
Chiều cao lớp rác 1 : $h_1 = 2 \text{ m}$;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 1 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 1 chính là kích thước đáy trên của lớp rác 1: 78 (m)



Kích thước đáy trên của lớp VLCP 1:



Xét hình thang $A'_1B'_1C'_1D'_1$;

Giả sử $C'_1D'_1 = X'_1 = 78$ m;

Vậy $A'_1B'_1 = X'_1 + 2 A'_1E'_1$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_1E_1 = 2 \times h_1 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 1 là: $A'_1B'_1 = C'_1D'_1 + 2A'_1E'_1 = 78 + (2 \times 0,4) = 78,8$ m

Thể tích lớp vật liệu che phủ 1.

$$w'_1 = \frac{1}{3} \times (S'_{N_1} + S'_{L_1} + \sqrt{S'_{N_1} \times S'_{L_1}}) \times h'_1$$

$$w'_1 = \frac{1}{3} \times (78^2 + 78,8^2 + \sqrt{78^2 \times 78,8^2}) \times 0,2 = 1.229 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{1N} = 78 \text{ m} \times 78 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{1L} = 78,8 \text{ m} \times 78,8 \text{ m}$;

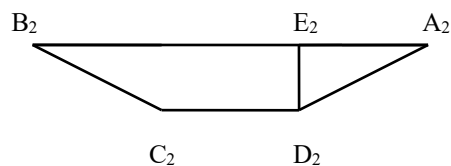
Chiều cao lớp VLCP 1 : $h_1 = 0,2$ m;

LỚP 2

Đối Với Lớp Rác 2

Kích thước đáy dưới của lớp rác 2 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 1: 78,8 m

Kích thước đáy trên của lớp rác 2:



Xét hình thang $A_2B_2C_2D_2$;

$C_2D_2 = X_2, X_2 = 78,8$ m;

Vậy $A_2B_2 = X_2 + 2 A_2E_2$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_2E_2 = 2 \times h_2 = 2 \times 2 = 4$ m;

Kích thước đáy trên của lớp rác 2 là: $A_2B_2 = C_2D_2 + 2A_2E_2 = 78,8 + (2 \times 4) = 86,8$ m

Thể tích lớp rác 2

$$w_2 = \frac{1}{3} \times (S_{2N} + S_{2L} + \sqrt{S_{2N} \times S_{2L}}) \times h_2$$

$$w_2 = \frac{1}{3} \times (78,8^2 + 86,8^2 + \sqrt{78,8^2 \times 86,8^2}) \times 2 = 13.722 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{2N} = 78,8 \text{ m} \times 78,8 \text{ m}$;

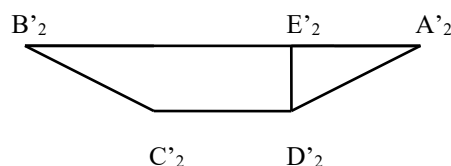
Diện tích đáy lớn : $S_{2L} = 86,8 \text{ m} \times 86,8 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 2 : $h_2 = 2$ m.

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 2 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 2 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 2: 86,8 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 2:



Xét hình thang $A'_2B'_2C'_2D'_2$

Giả sử $C'_2D'_2 = X'_2, X'_2 = 86,8$ m

Vậy $A'_2B'_2 = X'_2 + 2 A'_2E'_2$

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A'_2E'_2 = 2 \times h_2 = 2 \times 0,2 = 0,4$

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 2: $A'_2B'_2 = C'_2D'_2 + 2A'_2E'_2 = 86,8 + (2 \times 0,4) = 87,6 \text{ m}$

Thể tích lớp VLCP 2:

$$w'_2 = \frac{1}{3} \times (S'_{N_2} + S'_{L_2} + \sqrt{S'_{N_2} \times S'_{L_2}}) \times h'_2$$

$$w'_2 = \frac{1}{3} \times (86,8^2 + 87,6^2 + \sqrt{86,8^2 \times 87,6^2}) \times 0,2 = 1.520 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{2N} = 86,8 \text{ m} \times 86,8 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{2L} = 87,6 \text{ m} \times 87,6 \text{ m}$;

Chiều cao lớp VLCP 2 : $h_2 = 0,2 \text{ m}$.

LỚP 3

Đối Với Lớp Rác 3

Kích thước đáy dưới của lớp rác 3 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 2: 87,6 m

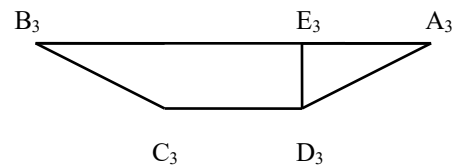
Kích thước đáy trên của lớp rác 3:

Xét hình thang $A_2B_2C_2D_2$;

$C_3D_3 = X_3$, $X_3 = 87,6 \text{ m}$;

Vậy $A_3B_3 = X_3 + 2 A_3E_3$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_3E_3 = 2 \times h_3 = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$;



Kích thước đáy trên của lớp rác 3 là: $A_3B_3 = C_3D_3 + 2A_3E_3 = 87,6 + (2 \times 4) = 95,6 \text{ m}$

Thể tích lớp rác 3

$$w_3 = \frac{1}{3} \times (S_{3N} + S_{3L} + \sqrt{S_{3N} \times S_{3L}}) \times h_3$$

$$w_3 = \frac{1}{3} \times (87,6^2 + 95,6^2 + \sqrt{87,6^2 \times 95,6^2}) \times 2 = 16.792 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{3N} = 87,6 \text{ m} \times 87,6 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{3L} = 95,6 \text{ m} \times 95,6 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 3 : $h_3 = 2 \text{ m}$.

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 3 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 3 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 3: 95,6 (m)

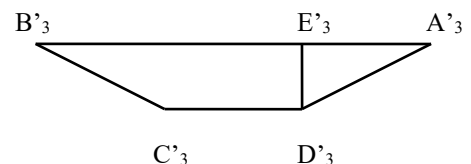
Kích thước đáy trên của lớp VLCP 3:

Xét hình thang $A'_3B'_3C'_3D'_3$

Giả sử $C'_3D'_3 = X'_3$, $X'_3 = 95,6 \text{ m}$

Vậy $A'_3B'_3 = X'_3 + 2 A'_3E'_3$

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A'_3E'_3 = 2 \times h_3 = 2 \times 0,2 = 0,4$



Kích thước đáy trên của lớp VLCP 3: $A'_3B'_3 = C'_3D'_3 + 2A'_3E'_3 = 95,6 + (2 \times 0,4) = 96,4 \text{ m}$

Thể tích lớp VLCP 3:

$$w'_3 = \frac{1}{3} \times (S'_{N_3} + S'_{L_3} + \sqrt{S'_{N_3} \times S'_{L_3}}) \times h'_3$$

$$w'_3 = \frac{1}{3} \times (95,6^2 + 96,4^2 + \sqrt{95,6^2 \times 96,4^2}) \times 0,2 = 1.843 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{3N} = 95,6 \text{ m} \times 95,6 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{3L} = 96,4 \text{ m} \times 96,4 \text{ m}$;

Chiều cao lớp VLCP 3 : $h_3 = 0,2 \text{ m}$.

LỚP 4

Đối Với Lớp Rác 4

Lớp rác thứ 4 là lớp bắt đầu từ mặt đất, có độ dốc taluy là 2:1

Kích thước đáy dưới của lớp rác 4 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 3: 96,4 (m)

Kích thước đáy trên của lớp rác 4:

Xét hình thang $A_4B_4C_4D_4$;

$C_4D_4 = X_4$, $X_4 = 96,4 \text{ m}$;

Vậy $A_4B_4 = X_4 + 2 A_4E_4$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A_4E_4 = 2 \times h_4 = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$;

Kích thước đáy trên của lớp rác 4 là: $A_4B_4 = C_4D_4 - 2 A_4E_4 = 96,4 - (2 \times 4) = 88,4 \text{ m}$

Thể tích lớp rác 4

$$w_4 = \frac{1}{3} \times (S_{4N} + S_{4L} + \sqrt{S_{4N} \times S_{4L}}) \times h_4$$

$$w_4 = \frac{1}{3} \times (88,4^2 + 96,4^2 + \sqrt{88,4^2 \times 96,4^2}) \times 2 = 17.086 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{4N} = 88,4 \text{ m} \times 88,4 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{4L} = 96,4 \text{ m} \times 96,4 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 4 : $h_4 = 2 \text{ m}$;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 4 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 4 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 4: 88,4 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 4:

Xét hình thang $A'_4B'_4C'_4D'_4$;

Giả sử $C'_4D'_4 = X'_4$, $X'_4 = 88,4 \text{ m}$;

Vậy $A'_4B'_4 = X'_4 + 2 A'_4E'_4$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A'_4E'_4 = 2 \times h_4 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 4: $A'_4B'_4 = C'_4D'_4 + 2 A'_4E'_4 = 88,4 - (2 \times 0,4) = 87,6 \text{ m}$

Thể tích lớp VLCP 4:

$$w'_4 = \frac{1}{3} \times (S'_{4N} + S'_{4L} + \sqrt{S'_{4N} \times S'_{4L}}) \times h'_4$$

$$w'_4 = \frac{1}{3} \times (87,6^2 + 88,4^2 + \sqrt{87,6^2 \times 88,4^2}) \times 0,2 = 1.549 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{4N} = 87,6 \text{ m} \times 87,6 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{4L} = 88,4 \text{ m} \times 88,4 \text{ m}$;

LỚP 5

Đối Với Lớp Rác 5

Lớp rác thứ 5 là lớp bắt đầu từ mặt đất, có độ dốc taluy là 2:1

Kích thước đáy dưới của lớp rác 5 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 4: 87,6 (m)

Kích thước đáy trên của lớp rác 5:

Xét hình thang $A_5B_5C_5D_5$;

$C_5D_5 = X_5$, $X_5 = 87,6 \text{ m}$;

Vậy $A_5B_5 = X_5 + 2 A_5E_5$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A_5E_5 = 2 \times h_5 = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$;

Kích thước đáy trên của lớp rác 5 là: $A_5B_5 = C_5D_5 - 2 A_5E_5 = 87,6 - (2 \times 4) = 79,6 \text{ m}$

Thể tích lớp rác 5

$$w_5 = \frac{1}{3} \times (S_{5N} + S_{5L} + \sqrt{S_{5N} \times S_{5L}}) \times h_5$$

$$w_5 = \frac{1}{3} \times (79,6^2 + 87,6^2 + \sqrt{79,6^2 \times 87,6^2}) \times 2 = 13.988 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{5N} = 79,6 \text{ m} \times 79,6 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{5L} = 87,6 \text{ m} \times 87,6 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 5 : $h_5 = 2 \text{ m}$;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 5 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 5 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 5: 79,6 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 5:

Xét hình thang $A'_5B'_5C'_5D'_5$;

Giả sử $C'_5D'_5 = X'_5$, $X'_5 = 79,6 \text{ m}$;

Vậy $A'_5B'_5 = X'_5 + 2 A'_5E'_5$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A'_5E'_5 = 2 \times h'_5 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 5: $A'_5B'_5 = C'_5D'_5 + 2 A'_5E'_5 = 79,6 - (2 \times 0,4) = 78,8 \text{ m}$

Thể tích lớp VLCP 5:

$$w'_5 = \frac{1}{3} \times (S'_{5N} + S'_{5L} + \sqrt{S'_{5N} \times S'_{5L}}) \times h'_5$$

$$w'_5 = \frac{1}{3} \times (78,8^2 + 79,6^2 + \sqrt{78,8^2 \times 79,6^2}) \times 0,2 = 1.254 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{5N} = 78,8 \text{ m} \times 78,8 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{5L} = 79,6 \text{ m} \times 79,6 \text{ m}$;

LỚP 6

Đối Với Lớp Rác 6

Kích thước đáy dưới của lớp rác thứ 6 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP thứ 5: 78,8 m.

Kích thước đáy trên của lớp rác thứ 6

Xét hình thang $A_6B_6C_6D_6$

Từ tính toán trên ta có $A_6B_6 = X_6$, $X_6 = 78,8$ m

Vậy $C_6D_6 = X_6 - 2A_6E_6$

Do độ dốc là 2:1 nên $A_6E_6 = 2 \times h_6 = 2 \times 2 = 4$ m

Kích thước đáy trên của lớp rác là: $C_6D_6 = X_6 - 2A_6E_6 = 78,8 - (2 \times 4) = 70,8$ m

Thể tích lớp rác 6:

$$w_6 = \frac{1}{3} \times (S_{6N} + S_{6L} + \sqrt{S_{6N} \times S_{6L}}) \times h_6$$

$$w_6 = \frac{1}{3} \times (70,8^2 + 78,8^2 + \sqrt{70,8^2 \times 78,8^2}) \times 2 = 11.201 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ: $S_{6N} = 70,8 \times 70,8 \text{ m}^2$

Diện tích đáy lớn: $S_{6L} = 78,8 \times 78,8 \text{ m}^2$

Chiều cao lớp rác 6: $h_6 = 2$ m

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 6 (VLCP)

Đây là lớp che phủ cuối cùng, có cấu tạo:

Lớp che phủ hàng ngày: 0,3 m

Lớp đất sét trên: 0,7 (theo 01/2001/TTLT, > 60 cm)

Phủ lớp đệm bằng đất có thành phần phổ biến là cát dày 50 cm (theo 01/2001/TTLT, 50 ÷ 60 cm)

Phủ lớp đất trồng (đất thổ nhưỡng): 30 cm (theo 01/2001/TTLT, 20 ÷ 30 cm)

$$H_6 = 0,2 + 0,7 + 0,5 + 0,3 = 1,7 \text{ m}$$

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 6 chính là kích thước đáy trên của lớp rác 6: 26,3 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 6:

Xét hình thang $A'_6B'_6C'_6D'_6$

Giả sử $A'_6B'_6 = X'_6$, $X'_6 = 26,3$

Vậy $C'_6D'_6 = X'_6 - 2A_6E_6$

Do độ dốc là 2:1 nên $A_6E_6 = 2 \times h_6 = 2 \times 1,7 = 3,4$

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 6 là: $C'_6D'_6 = A'_6B'_6 - 2A_6E_6 = 26,3 - (2 \times 3,4) = 19,5$ m

Thể tích lớp vật liệu che phủ 6.

$$w'_6 = \frac{1}{3} \times (S'_{6N} + S'_{6L} + \sqrt{S'_{6N} \times S'_{6L}}) \times h'_6$$

$$w'_6 = \frac{1}{3} \times (19,5^2 + 26,3^2 + \sqrt{19,5^2 \times 26,3^2}) \times 1,7 = 7.729 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ: $S'_{6N} = 64 \times 64 \text{ m}^2$
 Diện tích đáy lớn: $S'_{6L} = 70,8 \times 70,8 \text{ m}^2$
 Chiều cao lớp VLCP 6: $h_6 = 1,7 \text{ m}$

Bảng 9.3 Kích thước và thể tích của một ô chôn lấp chất thải rắn hữu cơ

Lớp	Lớp rác (m ²)			Lớp VLCP (m ²)		
	Đáy dưới (m)	Đáy trên (m)	Thể tích (m ³)	Đáy dưới (m)	Đáy trên (m)	Thể tích (m ³)
1	70	78	10.962	78	78,8	1.229
2	78,8	86,8	13.722	86,8	87,6	1.520
3	87,6	95,6	16.792	95,6	96,4	1.843
4	96,4	88,4	17.086	88,4	87,6	1.543
5	87,6	79,6	13.988	79,6	78,8	1.254
6	78,8	70,8	11.201	70,8	64	7.729
TC			83.851			15.118

Bảng 9.4 Thông số thiết kế 1 ô chôn lấp chất thải rắn hữu cơ

Vị trí	Chiều dài	Chiều rộng
Tại mặt đất	95,6	95,6
Đáy ô chôn lấp	70	70
Mặt trên cùng ô chôn lấp khi hoàn tất	64	64

9.5.4 Tính Khối Lượng Đất Cần Đào

Thể tích đất cần đào cho phần chôn rác dưới đất

$$W_{dao}^1 = \frac{1}{3} \times (S_N + S_L + \sqrt{S_N \times S_L}) \times h$$

$$W_{dao}^1 = \frac{1}{3} \times (70^2 + 95,6^2 + \sqrt{70^2 \times 95,6^2}) \times 6 = 41.463 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ (đáy ô chôn lấp) : $S_N = 70 \text{ m} \times 70 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn (tại mặt đất) : $S_L = 95,6 \text{ m} \times 95,6 \text{ m}$;

Chiều sâu cần chôn rác : $h = 6 \text{ m}$;

Thể tích đất cần đào cho lớp lót đáy

Lớp lót đáy được thiết kế có tổng chiều sâu $h = 1,7 \text{ m}$ bao gồm các lớp sau:

- Lớp đất bảo vệ: 0,6 m;
- Lớp vải địa chất (geotextile);
- Lớp cát thô: 0,2 m;
- Lớp đá dăm: 0,3 m;
- Lớp màng địa chất (geomembrane);
- Lớp đất sét nén: 0,6 m.

Phần lớp lót đáy khi đào cũng cần có độ nghiêng dốc là 2:1 nên nếu gọi phần cần đào có diện tích đáy lớn ABCD và đáy nhỏ là MNPQ thì kích thước đáy nhỏ sẽ là

$$MN = PQ = 70 - (2 \times h) = 70 - (2 \times 3,4) = 63,2 \text{ m}$$

Thể tích đất cần đào cho lớp lót đáy

$$W_{\text{đào}}^2 = \frac{1}{3} \times (S_N + S_L + \sqrt{S_N \times S_L}) \times h$$

$$W_{\text{đào}}^2 = \frac{1}{3} \times (63,2^2 + 70^2 + \sqrt{63,2^2 \times 70^2}) \times 1,7 = 7.547$$

Vậy tổng thể tích đất cần đào là: $W_{\text{đào}} = W_{\text{đào}}^1 + W_{\text{đào}}^2 = 41.463 + 7.547 = 49.010 \text{ (m}^3\text{)}$

9.5.5 Thể Tích Đất Đắp Đường Cho Xe Lên Xuống

Để tạo thuận lợi cho xe lên xuống ô chôn lấp, ô chôn lấp được thiết kế hai đường đi gồm một đường xe lên và một đường xe xuống. Mặt đường lên xuống có chiều rộng 6 m góc nghiêng so với đáy là 20^0 , có đắp bờ taluy với góc nghiêng 30^0

Xét hình ABCDA₁A₂ ta có

$$W_{ABCD A_1 A_2} = W_{ACDH_1 H_2} + 2 \times W_{BA_2 H_1 C}$$

Xét tam giác BCH₁ ta có

$$BH_1 = \frac{CH_1}{\text{tg} 20^0} = \frac{6}{\text{tg} 20^0} = 16,5 \text{ (m)}$$

$$W_{ABCD H_1 H_2} = S_{BCH_1} \times H_1 H_2 = \left(\frac{1}{2} \times 16,5 \times 6\right) \times 6 = 297 \text{ m}^3$$

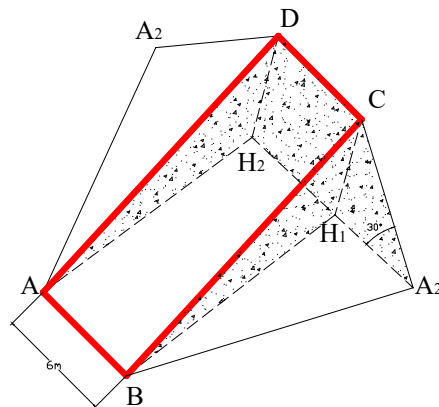
Xét tam giác CH₁A₁ ta có

$$A_1 H_1 = \frac{CH_1}{\text{tg} 30^0} = \frac{6}{\text{tg} 30^0} = 10,4 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{Do đó } W_{BA_1 H_1 C} &= \frac{1}{6} \times H_1 B \times H_1 A_1 \times H_1 C \\ &= \frac{1}{6} \times 16,5 \times 10,4 \times 6 = 171,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Vậy tổng thể tích đất đắp 2 con đường là

$$W_{\text{đắp đường}} = 2 \times (279 + 171,6 \times 2) = 1.244,4 \text{ (m}^3\text{)}$$



9.5.6 Tính Toán Chi Tiết Cho Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Vô Cơ

Xác định thể tích và diện tích chôn lấp

- Tổng lượng CTR vô cơ đổ vào BCL trong 14 năm là 264.479 tấn;
- Chọn thiết kế 6 ô chôn lấp;
- Lượng rác trung bình chứa trong một ô chôn lấp = $264.479 : 6 = 44.080$ tấn;
- Mức độ nén ép rác tại BCL là 0,65 – 0,75 tấn/m³ đối với chôn lấp hỗn hợp chất thải hữu cơ và vô cơ. Do đó, đối với bãi chôn lấp chất thải vô cơ riêng biệt mức độ nén ép sẽ thấp hơn chọn 0,6 tấn/m³;

$$\text{- Thể tích của một ô chôn lấp rác: } V = \frac{41.080(\text{tấn})}{0,6(\text{tấn/m}^3)} = 68.466 \text{ (m}^3\text{)}$$

Xác định số lớp và chiều cao chôn lấp

- Chọn chiều cao của 1 lớp: $h = 2 \text{ m}$;
- Chiều dày vật liệu che phủ trung gian: $h_{TG} = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$;
- Bãi chôn lấp được thiết kế 6 lớp (3 lớp trên mặt đất và 3 lớp dưới mặt đất).
- Chiều dày vật liệu che phủ cuối cùng: $h_{CC} = 1,7 \text{ m}$;

Tương tự, như trường hợp bãi chôn lấp chất thải hữu cơ, ta có phần dưới mặt đất có thể chứa 3 lớp rác và phần trên mặt đất có 3 lớp rác.

Thời gian vận hành ô từng ô chôn lấp

Dựa vào khối lượng rác trung bình chôn lấp trong mỗi ô và tốc độ phát sinh rác theo từng năm (Bảng 9.2), thời gian vận hành của từng ô được tính toán và trình bày trong Bảng 9.5

Bảng 9.5 Thời gian vận hành từng ô chôn lấp chất thải rắn vô cơ

Số thứ tự ô	Thời gian vận hành	Năm_Lượng rác phát sinh	Khối lượng rác chôn lấp trong một ô (tấn)
1	2 năm + 4,4 tháng 1 năm (năm 2007) 1 năm (năm 2008) 4,4 tháng (năm 2009)	2007 – 50,89 (tấn/ngày) 2008 – 51,23 (tấn/ngày) 2009 – 51,32 (tấn/ngày)	44.048
2	2 năm + 4,4 tháng 7,6 tháng (năm 2009) 1 năm (năm 2010) 8,8 tháng (năm 2011)	2009 – 51,32 (tấn/ngày) 2010 – 51,42 (tấn/ngày) 2011 – 51,51 (tấn/ngày)	44.068
3	2 năm + 4,2 tháng 3,2 tháng (năm 2011) 1 năm (năm 2012) 1 năm (năm 2013) 1 tháng (năm 2014)	2011 – 51,51 (tấn/ngày) 2012 – 51,52 (tấn/ngày) 2013 – 51,70 (tấn/ngày) 2014 – 51,79 (tấn/ngày)	44.174
4	2 năm + 4,1 tháng 9 tháng (năm 2014) 1 năm (năm 2015) 7,1 tháng (năm 2016)	2014 – 51,79 (tấn/ngày) 2015 – 51,90 (tấn/ngày) 2016 – 51,98 (tấn/ngày)	43.998
5	2 năm + 4 tháng 6,9 tháng (năm 2016) 1 năm (năm 2017) 9,1 tháng (năm 2018)	2016 – 51,98 (tấn/ngày) 2017 – 52,09 (tấn/ngày) 2018 – 52,19 (tấn/ngày)	44.020
6	2 năm + 0 tháng 2,9 tháng (năm 2018) 1 năm (năm 2019) 1 năm (năm 2020)	2018 – 52,19 (tấn/ngày) 2019 – 52,29 (tấn/ngày) 2020 – 52,40 (tấn/ngày)	42.752

9.5.7 Tính Toán Các Lớp Trong Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Vô Cơ

Để thuận tiện cho việc thiết kế và thi công chọn mặt đáy là hình vuông, lúc này ô chôn lấp sẽ có dạng hình chóp cụt đều. Với kích thước đáy ô chôn lấp = 60,5 (m) x 60,5 (m)

LỚP 1

Đối Với Lớp Rác 1

Kích thước đáy dưới của lớp 1: 60,5 (m)

Kích thước đáy trên của lớp 1:

Xét hình thang $A_1B_1C_1D_1$;

Giả sử $C_1D_1 = X_1$, $X_1 = 60,5$ m;

Vậy $A_1B_1 = X_1 + 2 A_1E_1$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_1E_1 = 2 \times h_1 = 2 \times 2 = 4$ m;

Kích thước đáy trên của lớp rác là: $A_1B_1 = C_1D_1 + 2 A_1E_1 = 60,5 + (2 \times 4) = 68,5$ m

Thể tích lớp rác 1:

$$w_1 = \frac{1}{3} \times (S_{1N} + S_{1L} + \sqrt{S_{1N} \times S_{1L}}) \times h_1$$

$$w_1 = \frac{1}{3} \times (60,5^2 + 68,5^2 + \sqrt{60,5^2 \times 68,5^2}) \times 2 = 8.331 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{1N} = 60,5 \text{ m} \times 60,5 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{1L} = 68,5 \text{ m} \times 68,5 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 1 : $h_1 = 2$ m;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 1 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 1 chính là kích thước đáy trên của lớp rác 1: 68,5 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 1:

Xét hình thang $A'_1B'_1C'_1D'_1$;

Giả sử $C'_1D'_1 = X'_1 = 68,5$ m;

Vậy $A'_1B'_1 = X'_1 + 2 A'_1E'_1$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A'_1E'_1 = 2 \times h'_1 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 1 là: $A'_1B'_1 = C'_1D'_1 + 2A'_1E'_1 = 68,5 + (2 \times 0,4) = 69,3$ m

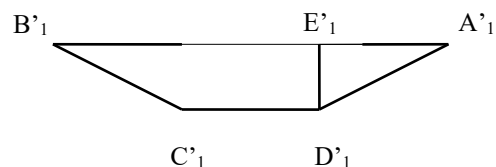
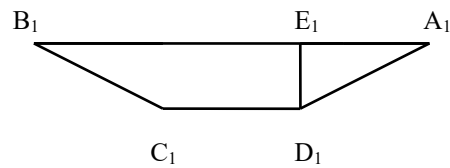
Thể tích lớp vật liệu che phủ 1.

$$w'_1 = \frac{1}{3} \times (S'_{1N} + S'_{1L} + \sqrt{S'_{1N} \times S'_{1L}}) \times h'_1$$

$$w'_1 = \frac{1}{3} \times (68,5^2 + 69,3^2 + \sqrt{68,5^2 \times 69,3^2}) \times 0,2 = 949 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{1N} = 68,5 \text{ m} \times 68,5 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{1L} = 69,3 \text{ m} \times 69,3 \text{ m}$;



LỚP 2

Đối Với Lớp Rác 2

Kích thước đáy dưới của lớp rác 2 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 1: 69,3

Kích thước đáy trên của lớp rác 2:

Xét hình thang $A_2B_2C_2D_2$

$C_2D_2 = X_2$, $X_2 = 69,3$ m

Vậy $A_2B_2 = X_2 + 2 A_2E_2$

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_2E_2 = 2 \times h_2 = 2 \times 2 = 4$ m

Kích thước đáy trên của lớp rác 2 là: $A_2B_2 = C_2D_2 + 2A_2E_2 = 69,3 + (2 \times 4) = 77,3$ m

Thể tích lớp rác 2

$$w_2 = \frac{1}{3} \times (S_{2N} + S_{2L} + \sqrt{S_{2N} \times S_{2L}}) \times h_2$$

$$w_2 = \frac{1}{3} \times (69,3^2 + 77,3^2 + \sqrt{69,3^2 \times 77,3^2}) \times 2 = 10.756 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{2N} = 69,3$ m x $69,3$ m;

Diện tích đáy lớn : $S_{2L} = 77,3$ m x $77,3$ m;

Chiều cao lớp rác 2 : $h_2 = 2$ m.

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 2 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 2 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 2: 77,3 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 2:

Xét hình thang $A'_2B'_2C'_2D'_2$

Giả sử $C'_2D'_2 = X'_2$, $X'_2 = 77,3$ m

Vậy $A'_2B'_2 = X'_2 + 2 A'_2E'_2$

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A'_2E'_2 = 2 \times h_2 = 2 \times 0,2 = 0,4$

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 2: $A'_2B'_2 = C'_2D'_2 + 2A'_2E'_2 = 77,3 + (2 \times 0,4) = 78,1$ m

Thể tích lớp VLCP 2:

$$w'_2 = \frac{1}{3} \times (S'_{2N} + S'_{2L} + \sqrt{S'_{2N} \times S'_{2L}}) \times h'_2$$

$$w'_2 = \frac{1}{3} \times (77,3^2 + 78,1^2 + \sqrt{77,3^2 \times 78,1^2}) \times 0,2 = 1.207 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{2N} = 77,3$ m x $77,3$ m;

Diện tích đáy lớn : $S'_{2L} = 78,1$ m x $78,1$ m;

Chiều cao lớp VLCP 2 : $h_2 = 0,2$ m.

LỚP 3

Đối Với Lớp Rác 3

Kích thước đáy dưới của lớp rác 3 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 2: 78,1 m

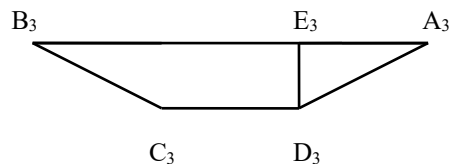
Kích thước đáy trên của lớp rác 3:

Xét hình thang $A_2B_2C_2D_2$;

$C_3D_3 = X_3$, $X_3 = 78,1$ m;

Vậy $A_3B_3 = X_3 + 2 A_3E_3$;

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A_3E_3 = 2 \times h_3 = 2 \times 2 = 4$ m;



Kích thước đáy trên của lớp rác 3 là: $A_3B_3 = C_3D_3 + 2A_3E_3 = 78,1 + (2 \times 4) = 86,1$ m

Thể tích lớp rác 3

$$w_3 = \frac{1}{3} \times (S_{3N} + S_{3L} + \sqrt{S_{3N} \times S_{3L}}) \times h_3$$

$$w_3 = \frac{1}{3} \times (78,1^2 + 86,1^2 + \sqrt{78,1^2 \times 86,1^2}) \times 2 = 13.491 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{3N} = 78,1 \text{ m} \times 78,1 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{3L} = 86,1 \text{ m} \times 86,1 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 3 : $h_3 = 2 \text{ m}$.

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 3 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 3 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 3: 86,1 (m)

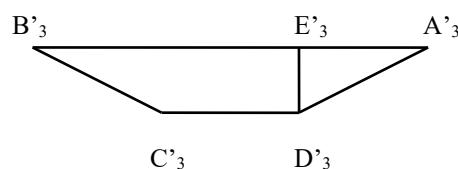
Kích thước đáy trên của lớp VLCP 3:

Xét hình thang $A'_3B'_3C'_3D'_3$

Giả sử $C'_3D'_3 = X'_3$, $X'_3 = 86,1$ m

Vậy $A'_3B'_3 = X'_3 + 2 A'_3E'_3$

Do độ dốc taluy là 2:1 nên $A'_3E'_3 = 2 \times h_3 = 2 \times 0,2 = 0,4$



Kích thước đáy trên của lớp VLCP 3: $A'_3B'_3 = C'_3D'_3 + 2A'_3E'_3 = 86,1 + (2 \times 0,4) = 86,9$ m

Thể tích lớp VLCP 3:

$$w'_3 = \frac{1}{3} \times (S'_{3N} + S'_{3L} + \sqrt{S'_{3N} \times S'_{3L}}) \times h'_3$$

$$w'_3 = \frac{1}{3} \times (86,1^2 + 86,9^2 + \sqrt{86,1^2 \times 86,9^2}) \times 0,2 = 1.496 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{3N} = 86,1 \text{ m} \times 86,1 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{3L} = 86,9 \text{ m} \times 86,9 \text{ m}$;

Chiều cao lớp VLCP 3 : $h_3 = 0,2 \text{ m}$.

LỚP 4

Đối Với Lớp Rác 4

Lớp rác thứ 4 là lớp bắt đầu từ mặt đất, có độ dốc taluy là 2:1

Kích thước đáy dưới của lớp rác 4 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 3: 86,9 (m)

Kích thước đáy trên của lớp rác 4:

Xét hình thang $A_4B_4C_4D_4$;

$C_4D_4 = X_4$, $X_4 = 86,9$ m;

Vậy $A_4B_4 = X_4 + 2 A_4E_4$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A_4E_4 = 2 \times h_4 = 2 \times 2 = 4$ m;

Kích thước đáy trên của lớp rác 4 là: $A_4B_4 = C_4D_4 - 2 A_4E_4 = 86,9 - (2 \times 4) = 78,9$ m

Thể tích lớp rác 4

$$w_4 = \frac{1}{3} \times (S_{4N} + S_{4L} + \sqrt{S_{4N} \times S_{4L}}) \times h_4$$

$$w_4 = \frac{1}{3} \times (78,9^2 + 86,9^2 + \sqrt{78,9^2 \times 86,9^2}) \times 2 = 13.755 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{4N} = 78,9 \text{ m} \times 78,9 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S_{4L} = 86,9 \text{ m} \times 86,9 \text{ m}$;

Chiều cao lớp rác 4 : $h_3 = 2$ m;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 4 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 4 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 4: 78,9 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 4:

Xét hình thang $A'_4B'_4C'_4D'_4$;

Giả sử $C'_4D'_4 = X'_4$, $X'_4 = 78,9$ m;

Vậy $A'_4B'_4 = X'_4 + 2 A'_4E'_4$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A'_4E'_4 = 2 \times h_4 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 4: $A'_4B'_4 = C'_4D'_4 + 2 A'_4E'_4 = 78,9 - (2 \times 0,4) = 78,1$ m

Thể tích lớp VLCP 4:

$$w'_4 = \frac{1}{3} \times (S'_{4N} + S'_{4L} + \sqrt{S'_{4N} \times S'_{4L}}) \times h'_4$$

$$w'_4 = \frac{1}{3} \times (78,1^2 + 78,9^2 + \sqrt{78,1^2 \times 78,9^2}) \times 0,2 = 1.232 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{4N} = 78,1 \text{ m} \times 78,1 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn : $S'_{4L} = 78,9 \text{ m} \times 78,9 \text{ m}$;

LỚP 5

Đối Với Lớp Rác 5

Lớp rác thứ 5 là lớp bắt đầu từ mặt đất, có độ dốc taluy là 2:1

Kích thước đáy dưới của lớp rác 5 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP 4: 78,1 (m)

Kích thước đáy trên của lớp rác 5:

Xét hình thang $A_5B_5C_5D_5$;

$C_5D_5 = X_5$, $X_5 = 78,1$ m;

Vậy $A_5B_5 = X_5 + 2 A_5E_5$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A_5E_5 = 2 \times h_5 = 2 \times 2 = 4$ m;

Kích thước đáy trên của lớp rác 5 là: $A_5B_5 = C_5D_5 - 2 A_5E_5 = 78,1 - (2 \times 4) = 70,1$ m

Thể tích lớp rác 5

$$w_5 = \frac{1}{3} \times (S_{5N} + S_{5L} + \sqrt{S_{5N} \times S_{5L}}) \times h_5$$

$$w_5 = \frac{1}{3} \times (70,1^2 + 78,1^2 + \sqrt{70,1^2 \times 78,1^2}) \times 2 = 10.992 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ : $S_{5N} = 70,1$ m x $70,1$ m;

Diện tích đáy lớn : $S_{5L} = 78,1$ m x $78,1$ m;

Chiều cao lớp rác 5 : $h_5 = 2$ m;

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 5 (VLCP)

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 5 chính bằng kích thước đáy trên của lớp rác 5: 70,1 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 5:

Xét hình thang $A'_5B'_5C'_5D'_5$;

Giả sử $C'_5D'_5 = X'_5$, $X'_5 = 70,1$ m;

Vậy $A'_5B'_5 = X'_5 + 2 A'_5E'_5$;

Do độ dốc taluy là 2 : 1 nên $A'_5E'_5 = 2 \times h'_5 = 2 \times 0,2 = 0,4$;

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 5: $A'_5B'_5 = C'_5D'_5 + 2 A'_5E'_5 = 70,1 - (2 \times 0,4) = 69,3$ m

Thể tích lớp VLCP 5:

$$w'_5 = \frac{1}{3} \times (S'_{5N} + S'_{5L} + \sqrt{S'_{5N} \times S'_{5L}}) \times h'_5$$

$$w'_5 = \frac{1}{3} \times (69,3^2 + 70,1^2 + \sqrt{69,3^2 \times 70,1^2}) \times 0,2 = 972 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ : $S'_{5N} = 69,3$ m x $69,3$ m;

Diện tích đáy lớn : $S'_{5L} = 70,1$ m x $70,1$ m;

LỚP 6

Đối Với Lớp Rác 6

Kích thước đáy dưới của lớp rác thứ 6 bằng kích thước đáy trên của lớp VLCP thứ 5: 69,3 m.

Kích thước đáy trên của lớp rác thứ 6

Xét hình thang $A_6B_6C_6D_6$

Từ tính toán trên ta có $A_6B_6 = X_6$, $X_6 = 69,3$ m

Vậy $C_6D_6 = X_6 - 2A_6E_6$

Do độ dốc là 2:1 nên $A_6E_6 = 2 \times h_6 = 2 \times 2 = 4$ m

Kích thước đáy trên của lớp rác là: $C_6D_6 = X_6 - 2A_6E_6 = 69,3 - (2 \times 4) = 61,3$ m

Thể tích lớp rác 6:

$$w_6 = \frac{1}{3} \times (S_{6N} + S_{6L} + \sqrt{S_{6N} \times S_{6L}}) \times h_6$$

$$w_6 = \frac{1}{3} \times (61,3^2 + 69,3^2 + \sqrt{61,3^2 \times 69,3^2}) \times 2 = 8.538 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ: $S_{6N} = 61,3 \times 61,3 \text{ m}^2$

Diện tích đáy lớn: $S_{6L} = 69,3 \times 69,3 \text{ m}^2$

Chiều cao lớp rác 6: $h_6 = 2$ m

Đối Với Lớp Vật Liệu Che Phủ 6 (VLCP)

Đây là lớp che phủ cuối cùng, có cấu tạo:

Lớp che phủ hàng ngày: 0,3 m

Lớp đất sét trên: 0,7 (theo 01/2001/TTLT, > 60 cm)

Phủ lớp đệm bằng đất có thành phần phổ biến là cát dày 50 cm (theo 01/2001/TTLT, 50 ÷ 60 cm)

Phủ lớp đất trồng (đất thổ nhưỡng): 30 cm (theo 01/2001/TTLT, 20 ÷ 30 cm)

$$H_6 = 0,2 + 0,7 + 0,5 + 0,3 = 1,7 \text{ m}$$

Kích thước đáy dưới của lớp VLCP 6 chính là kích thước đáy trên của lớp rác 6: 61,3 (m)

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 6:

Xét hình thang $A'_6B'_6C'_6D'_6$

Giả sử $A'_6B'_6 = X'_6$, $X'_6 = 61,3$

Vậy $C'_6D'_6 = X'_6 - 2A'_6E'_6$

Do độ dốc là 2:1 nên $A'_6E'_6 = 2 \times h'_6 = 2 \times 1,7 = 3,4$

Kích thước đáy trên của lớp VLCP 6 là: $C'_6D'_6 = A'_6B'_6 - 2A'_6E'_6 = 61,3 - (2 \times 3,4) = 54,5$ m

Thể tích lớp vật liệu che phủ 6.

$$w'_6 = \frac{1}{3} \times (S'_{6N} + S'_{6L} + \sqrt{S'_{6N} \times S'_{6L}}) \times h'_6$$

$$w'_6 = \frac{1}{3} \times (54,5^2 + 61,3^2 + \sqrt{54,5^2 \times 61,3^2}) \times 1,7 = 5.705 \text{ m}^3$$

Diện tích đáy nhỏ: $S'_{6N} = 54,5 \times 54,5 \text{ m}^2$

Diện tích đáy lớn: $S'_{6L} = 61,3 \times 61,3 \text{ m}^2$

Chiều cao lớp VLCP 6: $h_6 = 1,7 \text{ m}$

Bảng 9.6 Kích thước và thể tích của một ô chôn lấp chất thải rắn vô cơ

Lớp	Lớp rác (m ²)			Lớp VLCP (m ²)		
	Đáy dưới (m)	Đáy trên (m)	Thể tích (m ³)	Đáy dưới (m)	Đáy trên (m)	Thể tích (m ³)
1	60,5	68,5	8.331	68,5	69,3	949
2	69,3	77,3	10.756	77,3	78,1	1.207
3	78,1	86,1	13.491	86,1	86,9	1.496
4	86,9	78,9	13.755	78,9	78,1	1.232
5	78,1	70,1	10.992	70,1	69,3	972
6	69,3	61,3	8.538	61,3	54,5	5.705
TC			68.863			11.561

Bảng 9.7 Thông số thiết kế 1 ô chôn lấp chất thải vô cơ

Vị trí	Chiều dài	Chiều rộng
Tại mặt đất	86,1	86,1
Đáy ô chôn lấp	60,5	60,5
Mặt trên cùng ô chôn lấp khi hoàn tất	54,5	54,5

9.5.8 Tính Khối Lượng Đất Cần Đào Cho Ô Chôn Lấp Chất Thải Rắn Vô Cơ

Thể tích đất cần đào cho phần chôn CTR vô cơ dưới đất

$$W_{\text{đào}}^1 = \frac{1}{3} \times (S_N + S_L + \sqrt{S_N \times S_L}) \times h$$

$$W_{\text{đào}}^1 = \frac{1}{3} \times (60,5^2 + 86,1^2 + \sqrt{60,5^2 \times 86,1^2}) \times 6 = 32.565 \text{ (m}^3\text{)}$$

Diện tích đáy nhỏ (đáy ô chôn lấp) : $S_N = 60,5 \text{ m} \times 60,5 \text{ m}$;

Diện tích đáy lớn (tại mặt đất) : $S_L = 86,1 \text{ m} \times 86,1 \text{ m}$;

Chiều sâu cần chôn rác : $h = 6 \text{ m}$;

Thể tích đất cần đào cho lớp lót đáy ô chôn lấp chất thải vô cơ

Lớp lót đáy được thiết kế có tổng chiều sâu $h = 1,7 \text{ m}$ bao gồm các lớp sau:

- Lớp đất bảo vệ: 0,6 m; lớp vải địa chất (geotextile); lớp cát thô: 0,2 m;
- Lớp đá dăm: 0,3 m; lớp màng địa chất (geomembrane); lớp đất sét nén: 0,6 m.

Phần lớp lót đáy khi đào cũng cần có độ nghiêng dốc là 2:1 nên nếu gọi phần cần đào có diện tích đáy lớn ABCD và đáy nhỏ là MNPQ thì kích thước đáy nhỏ sẽ là

$$MN = PQ = 60,5 - (2 \times h) = 60,5 - (2 \times 3,4) = 53,7 \text{ (m)}$$

Thể tích đất cần đào cho lớp lót đáy

$$W_{\text{đào}}^2 = \frac{1}{3} \times (S_N + S_L + \sqrt{S_N \times S_L}) \times h$$

$$W_{\text{đào}}^2 = \frac{1}{3} \times (60,5^2 + 53,7^2 + \sqrt{60,5^2 \times 53,7^2}) \times 1,7 = 5.549 \text{ (m}^3\text{)}$$

Vậy tổng thể tích đất cần đào là:

$$W_{\text{đào}} = W_{\text{đào}}^1 + W_{\text{đào}}^2 = 32.565 + 5.549 = 38.114 \text{ (m}^3\text{)}$$

9.6 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG THU KHÍ

9.6.1 Xác Định Công Thức Phân Tử Của Chất Thải Từ Bãi Chôn Lấp Hữu Cơ

Giả sử, lấy một mẫu chất thải hữu cơ có khối lượng 100 kg đem phân tích, nghĩa là giá trị % khối lượng ướt bằng giá trị khối lượng ướt. Khối lượng khô của các thành phần có trong mẫu chất thải được xác định theo công thức sau:

$$m_k = \frac{m_u(100 - \%M)}{100}$$

Trong đó:

m_k : khối lượng khô của mỗi thành phần (kg);

m_u : khối lượng ướt của mỗi thành phần (kg);

$\%M$: độ ẩm của mỗi thành phần;

Do bãi chôn lấp chất thải hữu cơ chỉ chứa các thành phần có khả năng phân hủy nhanh như thức ăn, rau, trái cây hư, lá vườn,... được coi chung là thành phần thực phẩm. Giả sử lấy một mẫu rác thực phẩm có khối lượng ướt = 100 kg, và độ ẩm của mẫu là 70%,

$$\text{Khối lượng khô của mẫu} = \frac{100 - 70}{100} \times 100 = 30 \text{ kg}$$

Bảng 9.8 Thành phần các nguyên tố có trong mẫu rác tính theo khối lượng khô

Thành phần	Phần trăm nguyên tố ⁽¹⁾	Khối lượng khối lượng
Cacbon	48 %	14,40
Hydro	6,4 %	1,92
Oxi	37,6 %	11,28
Nitơ	2,6 %	0,78
Lưu huỳnh	0,4 %	0,12
Tro	5 %	1,50
Tổng cộng	100 %	30,00

Do thành phần lưu huỳnh trong mẫu chất thải hữu cơ rất thấp so với các thành phần khác nên công thức phân tử của chất thải được xác định trong trường hợp không có lưu huỳnh.

⁽¹⁾ Trần Thị Mỹ Diệu, Giáo trình quản lý chất thải rắn sinh hoạt, 2006

Gọi CTHH của rác hữu cơ là $C_xH_yO_zN_n$, ta có

$$x : y : z : n = \frac{m_C}{12} : \frac{m_H}{1} : \frac{m_O}{16} : \frac{m_N}{14}$$

$$x : y : z : n = \frac{14,40}{12} : \frac{1,92}{1} : \frac{11,28}{16} : \frac{0,78}{14}$$

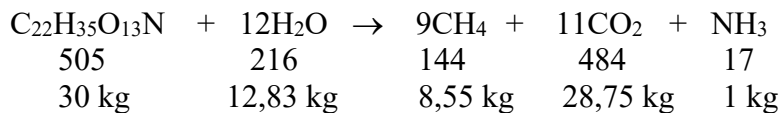
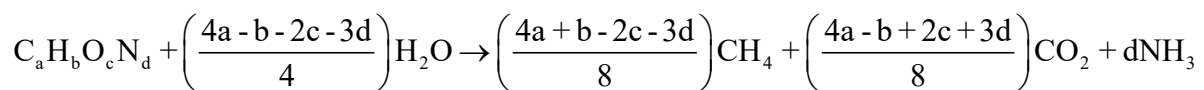
$$x : y : z : n = 1,2 : 1,92 : 0,705 : 0,055$$

$$x : y : z : n = 22 : 35 : 13 : 1$$

Công thức phân tử của CTR hữu cơ sinh hoạt có khả năng phân hủy nhanh: $C_{22}H_{35}O_{13}N$

9.6.2 Tính Lượng Khí Sinh Ra Từ Một Mẫu CTR Hữu Cơ Bất Kỳ

Phương trình tổng quát biểu diễn sự phân hủy CTR



Bảng 9.9 Khối lượng khí và thể tích khí sinh ra trong 100 kg chất thải rắn hữu cơ mang chôn lấp

Thành phần	Khối lượng riêng		Khối lượng khí (kg)	Thể tích khí (m ³)
	(lb/ft ³)	(kg/m ³)		
CH ₄	0,0448	0,7176	8,55	11,91
CO ₂	0,1235	1,9783	28,75	14,53
NH ₃	0,0482	0,7721	1,00	1,29
Tổng thể tích khí				27,73

Tuy nhiên, để quá trình chuyển hóa sinh học CTR hữu cơ xảy ra hoàn toàn thì độ ẩm tối ưu trong ô chôn lấp khoảng từ 50 ÷ 60%. Trong thực tế, độ ẩm trong CTR phân bố không đều. Do đó, giả thiết rằng, 90% lượng khí sinh ra từ khả năng phân hủy khối lượng khô của chất thải hữu cơ đổ vào bãi từng năm. Vậy, lượng khí thực sự sinh ra từ 100 kg chất thải hữu cơ đổ vào BCL là: $27,73 \times 90\% \approx 25 \text{ (m}^3\text{)}$.

9.6.3 Xác Định Biến Thiên Lượng Khí Sinh Ra Từ 100 Kg Rác Hữu Cơ Đem Chôn Lấp

Giả thiết, thời gian chất thải rắn hữu cơ phân hủy hoàn toàn là 5 năm. Đồng thời, tốc độ sinh khí đạt giá trị lớn nhất vào năm thứ nhất đối với rác phân hủy nhanh sau khi rác bắt đầu sinh khí.

Xác định biến thiên lượng khí sinh ra từ chất thải rắn hữu cơ

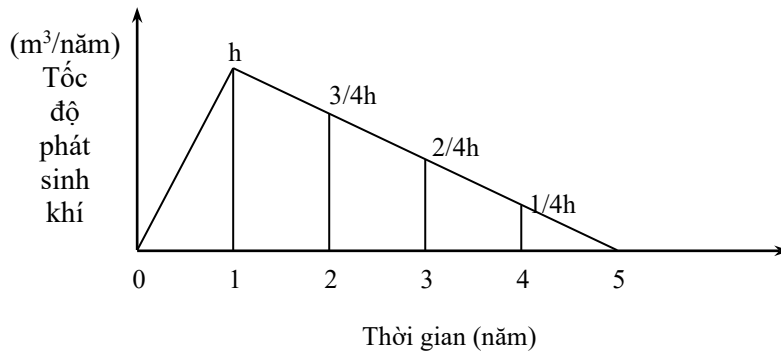
Từ Hình 9.4 ta thấy, tốc độ phát sinh khí khí cực đại từ 100 kg rác khô như sau:

$$h = \frac{2S}{b} = \frac{2 \times 25}{5} = 10 \text{ (m}^3 \text{ / năm)}$$

Trong đó:

S: tổng lượng khí sinh ra trong 100 kg rác;

b: thời gian chất thải rắn nhanh phân hủy hoàn toàn;



Hình 9.4 Biến thiên lượng khí sinh ra theo thời gian với chất thải rắn hữu cơ.

Như vậy: lượng khí sinh ra theo từng năm đối với 100 kg khối lượng khô

Lượng khí sinh ra từ năm thứ nhất : $V_{0-1} = \frac{1}{2} \times 1 \times h = 5 \text{ (m}^3\text{/năm)}$;

Lượng khí sinh ra vào năm thứ hai : $V_{1-2} = \frac{1}{2} \times 1 \times (h + \frac{3}{4} \times h) = 8,75 \text{ (m}^3\text{/năm)}$;

Lượng khí sinh ra vào năm thứ ba : $V_{2-3} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{3}{4} \times h + \frac{2}{4} \times h) = 6,25 \text{ (m}^3\text{/năm)}$;

Lượng khí sinh ra vào năm thứ bốn : $V_{3-4} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{2}{4} \times h + \frac{1}{4} \times h) = 3,75 \text{ (m}^3\text{/năm)}$;

Lượng khí sinh ra vào năm thứ năm : $V_{4-5} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{1}{4} \times h + 0) = 1,25 \text{ (m}^3\text{/năm)}$.

Bảng 9.10 Biến thiên lượng khí phát sinh theo thời gian đối với chất thải phân hủy nhanh

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /năm)	Lượng khí (m ³ /năm)
1	0	5,00
2	10	8,75
3	7,5	6,25
4	5	3,75
5	2,5	1,25
Tổng cộng		25,00

Giả sử lượng chất thải rắn đem chôn lấp ở các năm là như nhau, tổng lượng khí sinh ra từ 1 ngăn nhỏ trong ô chôn lấp có thời gian vận hành 2 năm được tính toán và trình bày trong Bảng 9.11.

9.6.4 Lượng Khí Sinh Ra Từ 1 Ô Chôn Lấp Chất Thải Rắn Hữu Cơ

Tổng lượng khí sinh ra từ một ô chôn lấp được tính toán dựa vào các số liệu sau:

- Lượng chất thải rắn đổ vào ô chôn lấp mỗi ngày là 12,71 tấn/ngày (năm 2007)

- Thời gian vận hành của một ngăn chôn lấp là 2 năm

Bảng 9.11 Lượng khí phát sinh trong ngăn chôn lấp chất thải rắn hữu cơ tính cho 100 kg

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /năm)			Lượng khí phát sinh (m ³)			Lượng khí tích lũy (m ³)
	Năm 1	Năm 2	Tổng	Năm 1	Năm 2	Tổng	
1	0,00		0,00	5,00		5,00	5,00
2	10,00	0,00	10,00	8,75	5,00	13,75	18,75
3	7,5	10,00	17,50	6,25	8,75	15,00	33,75
4	5	7,5	12,50	3,75	6,25	10,00	43,75
5	2,5	5	7,50	1,25	3,75	5,00	48,75
6		2,5	2,50		1,25	1,25	50,00
		0,00			0,00		

9.6.5 Xác Định Công Thức Phân Tử Của Chất Thải Vô Cơ

Giả sử, lấy một mẫu chất thải vô cơ có khối lượng 20,83 kg đem phân tích, nghĩa là giá trị % khối lượng ướt bằng giá trị khối lượng ướt.

Bảng 9.12 Khối lượng các thành phần CTRSH có trong mẫu chất thải vô cơ

Thành phần	Tỷ lệ %	m ướt (kg)	Độ ẩm %	m khô (kg)
Giấy	34,47	7,18	6	6,75
Carton	4,08	0,85	5	0,17
Nhựa	15,36	3,20	2	3,14
Vải	4,70	0,98	10	0,88
Cao su	0,62	0,13	2	0,78
Da	9,31	1,94	10	1,75
Rác vườn	17,43	3,63	60	1,45
Gỗ	7,97	1,66	20	1,33
Tro	6,05	1,26	6	1,18
Tổng cộng	100,00	20,83		17,43

$$\text{Độ ẩm của mẫu} = \frac{20,83 - 17,43}{20,83} \times 100 = 16 \%$$

Bảng 9.13 Thành phần % các nguyên tố⁽¹⁾ có trong thành phần chất thải vô cơ

Thành phần	Phần trăm khối lượng khô của các nguyên tố (%)							
	m ướt (kg)	m khô (kg)	C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)	%Tro
Giấy	7,18	6,75	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Carton	0,85	0,17	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Rác vườn	3,63	1,45	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Nhựa	3,20	3,14	60,0	7,2	22,8	-	-	10,0
Vải	0,98	0,88	55,0	6,6	31,2	4,6	0,2	2,5
Cao su	0,13	0,78	78,0	10,0	-	2,0	-	10,0
Da	1,94	1,75	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Gỗ	1,66	1,33	49,5	6,0	42,7	0,2	0,1	1,5
Tro	1,26	1,18	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0
Tổng cộng	20,83	17,43	464,1	58,7	56,3	17,3	0,7	117,5

⁽¹⁾ Trần Thị Mỹ Diệu, Giáo trình quản lý chất thải rắn sinh hoạt, 2006.

Bảng 9.14 Khối lượng các nguyên tố trong mẫu chất thải vô cơ phân tích tính theo khối lượng khô

Thành phần	Phần trăm khối lượng khô (kg)							
	m ướt (kg)	m khô (kg)	C	H	O	N	S	Tro
Giấy	7,18	6,75	2,9359	0,4050	2,9696	0,0202	0,0135	0,4050
Carton	0,85	0,17	0,0752	0,0101	0,0763	0,0005	0,0003	0,0086
Rác vườn	3,63	1,45	0,6941	0,0871	0,5518	0,0494	0,0044	0,0653
Nhựa	3,20	3,14	1,8816	0,2258	0,7150	-	-	0,3136
Vải	0,98	0,88	0,4851	0,0582	0,2752	0,0406	0,0013	1,8081
Cao su	0,13	0,78	0,6115	0,0784	-	0,0157	-	0,0784
Da	1,94	1,75	1,0476	0,1397	0,2025	0,1746	0,0070	0,1746
Gỗ	1,66	1,33	0,6574	0,0797	0,5671	0,0027	0,0013	0,0199
Tro	1,26	1,18	0,3115	0,0355	0,0237	0,0059	0,0024	0,8054
Tổng cộng	20,83	17,43	8,6999	1,1195	5,3812	0,3096	0,0302	3,6789

Do thành phần lưu huỳnh trong mẫu rác rất thấp so với các thành phần khác nên công thức phân tử của chất thải vô cơ được xác định trong trường hợp không có lưu huỳnh.

Gọi CTHH của rác là $C_xH_yO_zN_n$

$$x : y : z : n = \frac{m_C}{12} : \frac{m_H}{1} : \frac{m_O}{16} : \frac{m_N}{14}$$

$$x : y : z : n = \frac{8,6999}{12} : \frac{1,1195}{1} : \frac{5,3812}{16} : \frac{0,3096}{14}$$

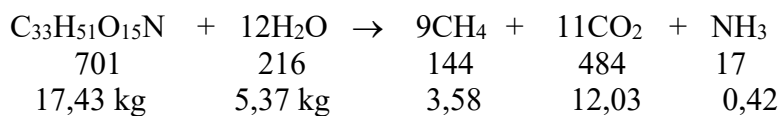
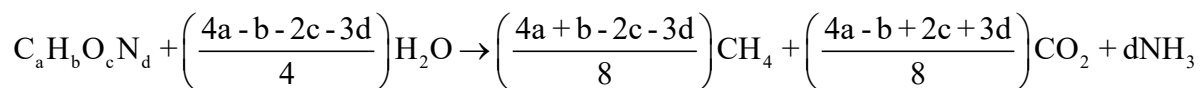
$$x : y : z : n = 0,7249 : 1,1195 : 0,3363 : 0,0221$$

$$x : y : z : n = 33 : 51 : 15 : 1$$

Công thức phân tử của chất thải vô cơ : $C_{33}H_{51}O_{15}N$

9.6.6 Tính Lượng Khí Sinh Ra Từ Một Mẫu Rác Vô Cơ Bất Kỳ

Phương trình tổng quát biểu diễn sự phân hủy CTR

**Bảng 9.15** Khối lượng khí và thể tích khí sinh ra trong 20,83 kg chất thải rắn vô cơ mang chôn lấp

Thành phần	Khối lượng riêng		Khối lượng khí (kg)	Thể tích khí (m ³)
	(lb/ft ³)	(kg/m ³)		
CH ₄	0,0448	0,7176	3,58	4,98
CO ₂	0,1235	1,9783	12,03	6,08
NH ₃	0,0482	0,7721	0,42	0,54
Tổng thể tích khí				11,60

Giả thiết rằng, 100% lượng khí sinh ra thu từ khả năng phân hủy khối lượng khô của chất thải vô cơ đổ vào bãi chôn lấp từng năm. Vậy, lượng khí thực sự sinh ra từ 20,83 kg chất thải vô cơ khô đổ vào BCL: là 11,60 (m³/20,83kg)

9.6.7 Xác Định Biến Thiên Lượng Khí Sinh Ra Từ 20,83 Kg Rác Vô Cơ Đem Chôn

Giả thiết, thời gian chất thải rắn vô cơ phân hủy hoàn toàn là 15 năm. Đồng thời, tốc độ sinh khí đạt giá trị lớn nhất vào năm thứ 5 đối với rác phân hủy chậm sau khi rác bắt đầu sinh khí.

Xác định biến thiên lượng khí sinh ra từ chất thải rắn vô cơ

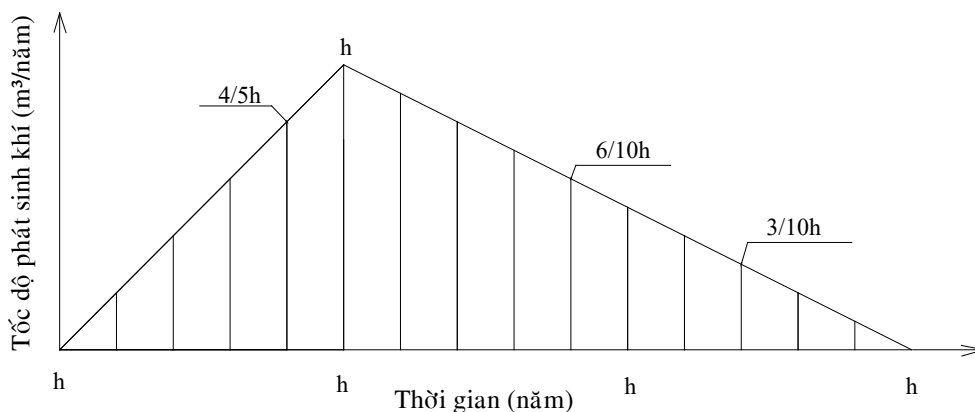
Từ Hình 9.5 ta thấy, tốc độ phát sinh khí cực đại từ 20,83 kg rác khô như sau

$$h = \frac{2S}{b} = \frac{2 \times 11,60}{15} = 1,55 \text{ (m}^3 \text{ / năm)}$$

Trong đó:

S: tổng lượng khí sinh ra trong 20,83 kg rác;

b: thời gian chất thải rắn nhanh phân hủy hoàn toàn;



Hình 9.5 Biến thiên lượng khí sinh ra theo thời gian với chất thải rắn vô cơ.

Như vậy: lượng khí sinh ra theo từng năm đối với 20,83 kg khối lượng khô

Lượng khí sinh ra từ năm thứ 1	: $V_{0-1} = \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{5} \times h$	= 0,155 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 2	: $V_{1-2} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{1}{5} \times h + \frac{2}{5} \times h)$	= 0,465 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 3	: $V_{2-3} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{2}{5} \times h + \frac{3}{5} \times h)$	= 0,775 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 4	: $V_{3-4} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{3}{5} \times h + \frac{4}{5} \times h)$	= 1,085 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 5	: $V_{4-5} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{4}{5} \times h + \frac{5}{5} \times h)$	= 1,395 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 6	: $V_{1-2} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{5}{5} \times h + \frac{9}{10} \times h)$	= 1,473 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 7	: $V_{2-3} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{9}{10} \times h + \frac{8}{10} \times h)$	= 1,318 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 8	: $V_{3-4} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{8}{10} \times h + \frac{7}{10} \times h)$	= 1,163 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 9	: $V_{4-5} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{7}{10} \times h + \frac{6}{10} \times h)$	= 1,008 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 10	: $V_{1-2} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{6}{10} \times h + \frac{5}{10} \times h)$	= 0,853 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 11	: $V_{2-3} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{5}{10} \times h + \frac{4}{10} \times h)$	= 0,698 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 12	: $V_{3-4} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{4}{10} \times h + \frac{3}{10} \times h)$	= 0,543 (m ³ /năm);
Lượng khí sinh ra vào năm thứ 13	: $V_{4-5} = \frac{1}{2} \times 1 \times (\frac{3}{10} \times h + \frac{2}{10} \times h)$	= 0,388 (m ³ /năm);

Lượng khí sinh ra vào năm thứ 14 : $V_{1-2} = \frac{1}{2} \times 1 \times (2/10 \times h + 1/10 \times h) = 0,233 \text{ (m}^3\text{/năm)}$;

Lượng khí sinh ra vào năm thứ 15 : $V_{2-3} = \frac{1}{2} \times 1 \times (1/10 \times h + 0/10 \times h) = 0,078 \text{ (m}^3\text{/năm)}$.

Bảng 9.16 Biến thiên lượng khí phát sinh theo thời gian đối với chất thải vô cơ

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /năm)	Lượng khí (m ³)	Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /năm)	Lượng khí (m ³)
1	0,00	0,155	9	1,09	1,163
2	0,31	0,465	10	0,93	1,008
3	0,62	0,775	11	0,78	0,853
4	0,93	1,085	12	0,62	0,698
5	1,24	1,395	13	0,47	0,543
6	1,55	1,473	14	0,31	0,388
7	1,40	1,318	15	0,16	0,233
8	1,24	1,318	TC		11,548

Giả sử lượng chất thải rắn đem chôn lấp ở các năm là như nhau, tổng lượng khí sinh ra từ ô chôn lấp có thời gian vận hành 2 năm được tính toán và trình bày trong Bảng 9.8

Bảng 9.17 Lượng khí phát sinh trong ô chôn lấp CTR vô cơ tính trên 20,83 kg khối lượng khô

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /năm)			Lượng khí phát sinh (m ³)			Lượng khí tích lũy
	Năm 1	Năm 2	Tổng	Năm 1	Năm 2	Tổng	
1	0,00		0,00	0,155		0,155	0,155
2	0,31	0,00	0,31	0,465	0,155	0,62	0,775
3	0,62	0,31	0,93	0,775	0,465	1,24	2,015
4	0,93	0,62	1,55	1,085	0,775	1,86	3,875
5	1,24	0,93	2,17	1,395	1,085	2,48	6,355
6	1,55	1,24	2,79	1,473	1,395	2,868	9,223
7	1,40	1,55	2,95	1,318	1,473	2,791	12,014
8	1,24	1,40	2,64	1,163	1,318	2,481	14,495
9	1,09	1,24	2,33	1,008	1,163	2,171	16,666
10	0,93	1,09	2,02	0,853	1,008	1,861	18,527
11	0,78	0,93	1,71	0,698	0,853	1,551	20,078
12	0,62	0,78	1,40	0,543	0,698	1,241	21,319
13	0,47	0,62	1,09	0,388	0,543	0,931	22,250
14	0,31	0,47	0,78	0,233	0,388	0,621	22,871
15	0,16	0,31	0,47		0,233	0,233	23,104
16		0,16	0,16			0	

9.6.8 Lượng Khí Sinh Ra Từ 1 Ô Chôn Lấp CTR Vô Cơ

Tổng lượng khí sinh ra từ một ô chôn lấp được tính toán dựa vào các số liệu sau:

Bảng 9.18 Tổng lượng khí sinh ra từ ô chôn lấp số 1

Cuối năm	Lượng khí phát sinh ⁽¹⁾ (m ³ /20,83kg.năm)	Lượng khí phát sinh ⁽²⁾ (m ³ /ngày)	Lượng khí phát sinh ⁽³⁾ (m ³ /năm)
1	0,155	378	137.970
2	0,775	1.893	690.945
3	2,015	4.923	1.796.847
4	3,875	9.467	3.455.475
5	6,355	15.526	5.666.979
6	9,223	22.533	8.224.476
7	12,014	29.351	10.713.310

Bảng 9.18 Tổng lượng khí sinh ra từ ô chôn lấp số 1 (tiếp theo)

Cuối năm	Lượng khí phát sinh ⁽¹⁾ (m ³ /20,83kg.năm)	Lượng khí phát sinh ⁽²⁾ (m ³ /ngày)	Lượng khí phát sinh ⁽³⁾ (m ³ /năm)
8	14,495	35.413	12.925.705
9	16,666	40.717	14.861.663
10	18,527	45.263	16.521.183
11	20,078	49.052	17.904.265
12	21,319	52.085	19.010.908
13	22,250	54.359	19.841.114
14	22,871	55.876	20.394.882
15	23,104	56.445	20.602.656

Ghi chú : (1) tính trên 20,83 kg/năm, (2) tính trên 50,89 tấn/ngày (năm 2007), (3) tính trên năm

Bảng 9.19 Thời gian vận hành và lượng khí thu được trong một ngày từ bãi chôn lấp chất thải vô cơ

	Ô số 1	Ô số 2	Ô số 3	Ô số 4	Ô số 5	Ô số 6	Q (m ³ /ngày)
Năm 1	378						378
Năm 2	1.893	378					2.271
Năm 3	4.923	1.893	378				7.194
Năm 4	9.467	4.923	1.893	378			16.661
Năm 5	15.526	9.467	4.923	1.893	378		32.187
Năm 6	22.533	15.526	9.467	4.923	1.893	378	54.720
Năm 7	29.351	22.533	15.526	9.467	4.923	1.893	83.693
Năm 8	35.413	29.351	22.533	15.526	9.467	4.923	117.213
Năm 9	40.717	35.413	29.351	22.533	15.526	9.467	153.007
Năm 10	45.263	40.717	35.413	29.351	22.533	15.526	188.803
Năm 11	49.052	45.263	40.717	35.413	29.351	22.533	222.329
Năm 12	52.085	49.052	45.263	40.717	35.413	29.351	251.881
Năm 13	54.359	52.085	49.052	45.263	40.717	35.413	276.889
Năm 14	55.876	54.359	52.085	49.052	45.263	40.717	297.352
Năm 15	56.445	55.876	54.359	52.085	49.052	45.263	313.080
Năm 16		56.445	55.876	54.359	52.085	49.052	267.817
Năm 17			56.445	55.876	54.359	52.085	218.765
Năm 18				56.445	55.876	54.359	166.680
Năm 19					56.445	55.876	112.321
Năm 20						56.445	56.445

9.6.9 Thiết Kế Hệ Thống Thu Khí Cho Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Hữu Cơ

Hệ thống thu khí được bố trí dạng tam giác đều, khoảng cách giữa 2 ống thu khí:

$$a = 2 \times r \times \cos 30^\circ = 2 \times 15 \times \cos 30^\circ = 26 \text{ m}$$

r : bán kính ảnh hưởng , r = 7,62 ÷ 15,24 chọn r = 15 m;

Kích thước mặt cắt ngang lớn nhất của ô chôn lấp CTR hữu cơ: dài x rộng = 95,6(m) x 95,6(m);

Số ống đứng đặt theo chiều dài, chiều rộng ô chôn lấp

$$\frac{95,6 - (2 \times 10)}{26} = 2,9 \approx 3 \text{ (ống)}$$

Với khoảng cách từ ống thu khí đến bờ taluy là 10 m;

Vậy số ống cần đặt trong 1 ô: $3 \times 3 = 9$ ống

Chiều cao phần ống ngập trong rác là $80\% : 80\% \times 12 = 9,6$ m

Chiều cao phần được đục lỗ thu khí $= \frac{1}{3} \times 9,6 = 3,2$ m

Tổng chiều dài ống

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 9,6 \text{ (m)} + 1,7 \text{ (m)} + 1 \text{ (m)} = 12,3 \text{ m}$$

Trong đó:

l_1 : phần chìm trong rác và VLCP trung gian;

l_2 : phần đi qua lớp VLCP cuối cùng;

l_3 : phần đi quan khỏi mặt hồ.

Hệ thống thu khí trong bãi chôn lấp như phân tích trên là hệ thống thu khí thẳng đứng. Khí từ các ống thu đứng sẽ được thu gom về ống chung có độ dốc 0,2% dẫn về trạm xử lý khí

Đường kính ống thu khí đứng $D_D = 101,6 \div 152,4$ mm, chọn $D_D = 150$ mm;

Đường kính hố đặt ống thu khí $D_H = 457,2 \div 914,4$ mm, chọn $D_H = 600$ mm;

9.6.10 Thiết Kế Hệ Thống Thu Khí Cho Một Ô Chôn Lấp Chất Thải Vô Cơ

Hệ thống thu khí được bố trí dạng tam giác đều, khoảng cách giữa 2 ống thu khí:

$$a = 2 \times r \times \cos 30^\circ = 2 \times 12 \times \cos 30^\circ = 21 \text{ m}$$

r : bán kính ảnh hưởng, $r = 7,62 \div 15,24$ chọn $r = 12$ m;

Kích thước mặt cắt ngang lớn nhất của ô chôn lấp chất thải hữu cơ: dài x rộng = 86,1 m x 86,1 m

Số ống đứng đặt theo chiều dài, chiều rộng ô chôn lấp

$$\frac{86,1 - (2 \times 10)}{21} = 3 \text{ (ống)}$$

Với khoảng cách từ ống thu khí đến bờ taluy là 10 m;

Vậy số ống cần đặt trong 1 ô: $3 \times 3 = 9$ ống

Chiều cao phần ống ngập trong rác là $80\% : 80\% \times 12 = 9,6$ m

Chiều cao phần được đục lỗ thu khí $= \frac{1}{3} \times 9,6 = 3,2$ m

Tổng chiều dài ống

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = 9,6 \text{ (m)} + 1,7 \text{ (m)} + 1 \text{ (m)} = 12,3 \text{ m}$$

Trong đó:

- l₁: phần chìm trong rác và VLCP trung gian;
- l₂: phần đi qua lớp VLCP cuối cùng;
- l₃: phần đi quan khỏi mặt hồ.

Hệ thống thu khí trong bãi chôn lấp như phân tích trên là hệ thống thu khí thẳng đứng. Khí từ các ống thu đứng sẽ được thu gom về ống chung có độ dốc 0,2% dẫn về trạm xử lý khí

Đường kính ống thu khí đứng $D_D = 101,6 \div 152,4$ mm, chọn $D_D = 150$ mm;

Đường kính hố đặt ống thu khí $D_H = 457,2 \div 914,4$ mm, chọn $D_H = 600$ mm;

9.7 TÍNH TOÁN LƯỢNG NƯỚC RỈ RÁC SINH RA

9.7.1 Thông Số Tính Toán

- Lượng chất thải
 - . Lượng chất thải hữu cơ trung bình ngày = $185,30:15 = 13$ tấn/ngày;
 - . Lượng chất thải vô cơ trung bình ngày = $724,6:14 = 52$ tấn/ngày
- Tính chất chất thải
 - . Khối lượng riêng của chất thải hữu cơ đã nén : $800 \text{ kg/m}^3 = 0,8 \text{ tấn/m}^3$;
 - . Khối lượng riêng của chất thải vô cơ đã nén : $600 \text{ kg/m}^3 = 0,6 \text{ tấn/m}^3$;
 - . Độ ẩm ban đầu của chất thải hữu cơ : 70%;
 - . Độ ẩm ban đầu của chất thải vô cơ : 16%;
- Đặc tính BCL chất thải rắn hữu cơ và vô cơ đều có những điểm chung là:
 - . Tổng số lớp của BCL : 6 lớp;
 - . Chiều cao của một lớp CTR : 2 m;
 - . Chiều cao lớp che phủ : 0,2 m;
 - . Khối lượng riêng của đất : $1.780 \text{ tấn/m}^3 = 1.780 \text{ kg/m}^3$ (kể cả ẩm);
 - . Độ ẩm của đất giả sử bằng khả năng giữ nước.
- Sự hình thành khí ⁽¹⁾
 - . Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí : $0,3 \text{ kg/m}^3$;
 - . Lượng nước bốc hơi theo khí tạo thành : $0,01 \text{ lb/ft}^3 = 0,014 \text{ kg/m}^3$;
 - . Khối lượng riêng của khí tạo thành trong bãi chôn lấp : $\rho = 0,0836 \text{ lb/ft}^3 = 1,339 \text{ kg/m}^3$;
- Lưu lượng mưa
 - . Lưu lượng mưa lớn nhất tính theo 2 năm từ năm 2003 đến 2004 là 1.500 mm/1 năm;

⁽¹⁾ Tchobanoglous, T., Theisen, H., Vigil, S. A., (1993), "Integrated Solid Waste Management", McGraw – Hill Int

9.7.2 Tính Toán Lượng Nước Rỉ Rác Sinh Ra Theo Từng Năm Của Bãi Chôn Lấp Chất Thải Rắn Hữu Cơ

Do bãi chôn lấp CTR hữu cơ được thiết kế với 1 ô chôn lấp và được chia nhỏ thành 6 ngăn. Thời gian đổ đầy mỗi ngăn kéo dài trên 2 năm. Để thuận tiện cho việc tính toán lấy thời gian đổ đầy mỗi ngăn là 2 năm, mỗi năm sẽ đổ đầy 3 lớp do đó ta chia 1 ô chôn lấp thành 2 lớp chính sau:

Lớp I : gồm 3 lớp phía dưới

Chiều cao lớp CTR : $H_R = 2 \times 3 = 6$ (m)

Chiều cao lớp VLCP : $H_{VLCP} = 0,2 \times 3 = 0,6$ (m)

Lớp II : gồm 3 lớp phía trên

Chiều cao lớp CTR : $H_R = 2 \times 3 = 6$ (m)

Chiều cao lớp VLCP : $H_{VLCP} = 0,2 \times 3 = 0,6$ (m)

Các thành phần trong cân bằng nước của lớp CTR

- Khối lượng chất thải tính trên 1 đơn vị diện tích m^2 của mỗi lớp

$$M_{R1} = M_{R2} = 6 \text{ (m)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 800 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 4.800 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng VLCP tính trên một đơn vị diện tích m^2 của mỗi lớp

$$M_{VLCP1} = M_{VLCP2} = 0,6 \text{ (m)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 1.780 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1.068 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng CTR khô trong mỗi lớp

$$M_{RK1} = M_{RK2} = 4.800 \text{ (kg)} \times (1 - 0,7) = 1.140 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng ẩm trong chất thải

$$M_{RU1} = M_{RU2} = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,7 = 3.360 \text{ (kg)}$$

- Lượng mưa thấm vào BCL trong 2 năm là

$$M_M = 1.500 \text{ (mm)} \times 10^{-3} \text{ (m/mm)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 1.000 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1.500 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng CTR tổng cộng của lớp I bằng khối lượng của lớp II

$$\text{Lớp I} = \text{Lớp II: } 1.068 + 4.800 + 1.800 = 7.668 \text{ (kg)}$$

Tính toán cân bằng nước đối với lớp thứ I vào cuối năm 1 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

Vì quá trình sinh khí không bắt đầu vào cuối năm 1 nên không có lượng nước tiêu thụ trong quá trình sinh khí và lượng nước bay hơi theo khí của BCL

- Xác định thể tích khí sinh ra vào cuối năm 1

$$V_k = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,0 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 0 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 0 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 0 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR vào năm 1

$$M_N = \text{âm} + \text{mưa} = 3.360 \text{ (kg)} + 1.500 \text{ (kg)} = 4.860 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong năm 1

$$M_{RKCL} = M_{RK} - M_K - M_{N-K} = 1.140 - (0 - 0) = 1.140 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ vào trong năm 1 (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} = \frac{1}{2} \times (1.140 + 4.860) + 1.068 = 4.068 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{4.068}{10.000 + 4.068} = 0,45$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong CTR

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,45 \times 1.140 = 513 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 4.860 - 513 = 4.347 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp CTR vào cuối năm 1

$$M_{CL} = 4.860 - 4.347 = 513 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR vào cuối năm 1

$$\begin{aligned} M_{TB} &= \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ &= 1.140 + 513 + 1.068 = 2.721 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 2 và xác định nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

Vào cuối năm 2 thì lớp II cũng giống như lớp I vào cuối năm nhất, do đó chỉ cần tính toán cân bằng cho lớp I vào cuối năm 2 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I.

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I vào cuối năm 2

$$V_K = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,05 \text{ (m}^3 / \text{kg)} = 240 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 240 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 321 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí BCL từ CTR của lớp I trong năm 2

$$M_{N-K} = 240 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 72 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 240 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí)} = 3,36 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR trong lớp I vào cuối năm 2

$$M_N = M_{GL} - M_{N-K} - M_{BH} \text{ (kg)} = 513 - 72 - 3,36 = 43,64 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I vào cuối năm 2

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 1.140 - (321 - 72) = 891 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đở được trong lớp I vào thời gian cuối của giữa năm 2

$$W_{TB} = M_{lop2} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ = 2.721 + \frac{1}{2} \times (891 + 437,64) + 1.068 = 4.453 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{4.453}{10.000 + 4.453} = 0,446$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I vào cuối của giữa năm 2

$$M_{NGL} = FC \times M_{RKCL} = 0,446 \times 891 = 397 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 437,64 - 397 \approx 40 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I vào cuối của giữa năm 2

$$M_{CL} = 437 - 40 = 397 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng CTR tổng cộng của lớp I vào cuối của giữa năm 2

$$M_{TB} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 891 + 397 + 1.068 = 2.356 \text{ (kg)}$$

Xây dựng cân bằng nước cho các lớp I và II vào cuối năm 3 và xác định nước rỉ rác sinh ra từ lớp I.

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I vào cuối năm 3

$$V_K = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,087 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 420 \text{ (m}^3\text{)} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 420 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 552 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 420 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí tạo thành)} = 126 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 420 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí)} = 5,9 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR của lớp I

$$M_N = M_{GL} - M_{N-K} - M_{BH} \text{ (kg)} = 397 - 126 - 5,9 = 256 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I vào cuối năm 3

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 891 - 552 + 126 = 465 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đở trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$\begin{aligned} W_{TB} &= M_{Iop 2} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ &= 2.356 + \frac{1}{2} \times (465 + 256) + 1068 = 3.784,5 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{3.784,5}{10.000 + 3.784,5} = 0,46$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,46 \times 465 = 215 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 256 - 215 = 41 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I vào cuối năm 3

$$M_{CL} = 256 - 41 = 215 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$\begin{aligned} M_{TC} &= \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ &= 465 + 215 + 1.068 = 1.748 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 4 và xác định nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$V_k = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,06 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 288 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 288 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 386 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 288 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 86 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 288 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 4 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR trong lớp I vào cuối năm 4

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 215 - 86 - 4 = 125 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I vào cuối năm 4

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 465 - 386 + 86 = 165 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = M_{lop 2} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ = 1.748 + \frac{1}{2} \times (165 + 125) + 1.068 = 2.961 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{2.961}{10.000 + 2.961} = 0,486$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,486 \times 165 = 80 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 125 - 80 = 45 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 125 - 45 = 80 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$M_{TB} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 165 + 80 + 1.068 = 1.153 \text{ (kg)}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 5 và xác định nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$V_K = 4.800 \text{ (kg)} \times 0,0375 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 180 \text{ (m}^3\text{)} \\ M_K = 180 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 241 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 180 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 54 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 180 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 2,5 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR trong lớp I vào cuối năm 5

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 80 - 54 - 2,5 = 23,5 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I vào cuối năm 5

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 165 - 241 + 54 = - 22 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = M_{lop2} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP}$$

$$= 1.153 + \frac{1}{2} \times (-22 + 23,5) + 1.068 = 2.222 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{2.222}{10.000 + 2.222} = 0,51$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,51 \times (-22) = 0 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 23,5 - 0,0 = 23,5 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 23,5 - 23,5 = 0,0 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$M_{TB} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ}$$

$$= 0,0 + 0,0 + 1.068 = 1.068 \text{ (kg)}$$

Tính toán tương tự cho các năm còn lại ta có lượng nước rỉ rác được trình bày trong Bảng 9.21

Bảng 9.20 Lượng nước rỉ rác sinh ra từ các lớp chất thải rắn hữu cơ theo các năm

Năm	Khối lượng nước rỉ rác (kg/m ³)		Tổng cộng
	Lớp I	Lớp II	
1	4.347		4.347
2	40	4.347	4.387
3	41	40	81
4	45	41	86
5	0,00	45	45
6		0,00	0

9.7.3 Tính Toán Lượng Nước Rỉ rác Sinh Ra Trong Suốt Quá Trình Hoạt Động Của Bãi Chôn Lấp Chất Thải Rắn Hữu Cơ

Tổng diện tích chiếm bởi lớp I, lớp II

$$\frac{13(\text{tan/ngay}) \times 365(\text{ngay})}{4,8(\text{tan} \cdot \text{m}^2 / \text{nam})} = 988,5 \text{ (m}^2\text{)}$$

Xác định hệ số chuyển đổi 1 kg nước rỉ rác sinh ra từ 1 m² thành m³/năm

$$\frac{1(\text{kg} / \text{m}^2 \cdot \text{nam}) \times 988,5(\text{m}^2)}{1000(\text{kg} / \text{m}^3)} \approx 0,99 \text{ (m}^3\text{/năm)}$$

Dựa vào Bảng 9.21 và hệ số chuyển lượng nước rỉ rác sinh ra từ 1 ô chôn lấp được tính toán và trình bày trong Bảng 9.22.

Bảng 9.21 Tổng lượng nước rỉ rác sinh ra từ 1 ô chôn lấp

Năm	KL nước rỉ rác sinh ra (kg/m ³)		Thể tích nước rỉ rác sinh ra (m ³ /năm)		
	Lớp I	Lớp II	Lớp I	Lớp II	Tổng cộng
1	4.347		4.304		4.304,00
2	40	4.347	39,60	4.304	4.343,60
3	41	40	40,59	39,60	80,19
4	45	41	44,55	40,59	85,14
5	0,0	45	0,00	44,55	44,55
6		0,0		0,00	0,00

Như đã trình bày, BCL gồm chỉ có 1 ô duy nhất với 6 ngăn, các ngăn được ngăn cách bởi đê tạm, thời gian vận hành của mỗi ngăn là khác nhau. Giả sử thời gian vận hành trung bình của mỗi ô là 2 năm, từ kết quả lượng nước rỉ rác phát sinh trong mỗi ngăn, tổng lượng nước rỉ rác trong BCL được tính toán và trình bày trong Bảng 9.23

Bảng 9.22 Biến thiên lượng nước rỉ rác sinh ra từ ô chôn lấp chất thải hữu cơ

Năm	Ngăn số 1	Ngăn số 2	Ngăn số 3	Ngăn số 4	Ngăn số 5	Ngăn số 6	Q (m ³ /năm)
1	4.304						4.304,00
2	39,60	4.304					4.343,60
3	40,59	39,60	4.304				4.384,20
4	44,55	40,59	39,60	4.304			4.428,70
5	0,00	44,55	40,59	39,60	4.304		4.428,70
6		0,00	44,55	40,59	39,60	4.304	4.428,70
7			0,00	44,55	40,59	39,60	124,70
8				0,00	44,55	40,59	85,10
9					0,00	44,55	44,55
10						0,00	0,00

9.7.4 Tính Toán Lượng Nước Rỉ Rác Sinh Ra Theo Từng Năm Của Bãi Chôn Lấp Chất Thải Rắn Vô Cơ (CTR Còn Lại)

Theo tính toán, với khối lượng chất thải đổ vào ô chôn lấp là 52 tấn/ngày thì sau 14 tháng lượng CTR sẽ đổ hoàn tất lớp 3 trong một ô chôn lấp. Tương tự như bãi chôn lấp chất thải rắn hữu cơ, để thuận tiện cho việc tính toán ta chia 1 ô chôn lấp thành 2 lớp chính và giả định mỗi lớp chính sẽ được đổ đầy trong 1 năm:

Lớp I : gồm 3 lớp phía dưới

Chiều cao lớp CTR : $H_R = 2 \times 3 = 6$ (m)

Chiều cao lớp VLCP : $H_{VLCP} = 0,2 \times 3 = 0,6$ (m)

Lớp II : gồm 2 lớp phía trên

Chiều cao lớp CTR : $H_R = 2 \times 3 = 6$ (m)

Chiều cao lớp VLCP : $H_{VLCP} = 0,2 \times 3 = 0,6$ (m)

Các thành phần trong cân bằng nước của lớp CTR

- Khối lượng chất thải tính trên 1 đơn vị diện tích m^2 của mỗi lớp

$$M_R = 6 \text{ (m)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 600 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 3.600 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng VLCP tính trên một đơn vị diện tích m^2 của mỗi lớp

$$M_{VLCP} = 0,6 \text{ (m)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 1.780 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1.068 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng CTR khô trong mỗi lớp

$$M_{RK} = 3.600 \text{ (kg)} \times (1 - 0,16) = 3.024 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng ẩm trong chất thải

$$M_{RU} = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,16 = 576 \text{ (kg)}$$

- Lượng mưa thấm vào BCL trong 1 năm là

$$M_M = 1.500 \text{ (mm)} \times 10^{-3} \text{ (m/mm)} \times 1 \text{ (m}^2\text{)} \times 1.000 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1.500 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng CTR tổng cộng

$$\text{Lớp I} = \text{Lớp II} : 1068 + 3600 + 1.500 = 6.168 \text{ (kg)}$$

Tính toán cân bằng nước đối với lớp thứ I vào cuối năm 1 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

Vì quá trình sinh khí không bắt đầu vào cuối năm 1 nên không có lượng nước tiêu thụ trong quá trình sinh khí và lượng nước bay hơi theo khí của BCL

- Xác định thể tích khí sinh ra vào cuối năm 1

$$V_K = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,0 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 0 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 0 \text{ ((kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 0 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 0 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR trong năm 1

$$M_N = \text{ẩm} + \text{mưa} = 576 + 1500 = 2.076 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong năm 1

$$M_{RKCL} = M_{RK} - M_K - M_{N-K} = 3.024 - (0 - 0) = 3.024 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ vào trong năm 1 (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} = \frac{1}{2} \times (3.024 + 2.067) + 1.068 = 3.614 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{3.614}{10.000 + 3.614} = 0,47$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong CTR

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,47 \times 3.024 = 1.421 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 2.076 - 1.421 = 655 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp CTR vào cuối năm 1

$$M_{CL} = 2.076 - 655 = 1.421 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR vào cuối năm 1

$$M_{TC} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 3.024 + 1.421 + 1.068 = 5.513 \text{ (kg)}$$

Xây dựng cân bằng nước cho các lớp I và II vào cuối năm 2 và xác định nước rỉ rác sinh ra từ lớp I.

Vào cuối năm 2 thì lớp II cũng giống như lớp I vào cuối năm nhất, do đó chỉ cần tính toán cân bằng cho lớp I vào cuối năm 2 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I.

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I vào cuối năm 2

$$V_K = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,022 \text{ (m}^3/\text{kg)} = 80 \text{ (m}^3\text{)} \\ M_K = 80 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 108 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 80 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí tạo thành)} = 24 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 80 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí)} = 1,12 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR trong lớp I vào cuối năm 2

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 1.421 - 24 - 1,12 = 1.396 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 3.024 - (108 - 24) = 2.940 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ được trong lớp I vào cuối năm 2

$$W_{TB} = M_{TC} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ = 5.513 \text{ (lớp II)} + \frac{1}{2} \times (2.940 + 1.396) + 1068 = 8.749 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{8.749}{10.000 + 8.749} = 0,37$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I vào cuối năm 2

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,37 \times 2.940 = 1.088 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 1.396 - 1.088 = 308 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp II vào cuối năm 2

$$M_{CL} = 1.396 - 308 = 1.088 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I vào cuối năm 2

$$M_{TC} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 2.940 + 1.088 + 1.068 = 5.096 \text{ (kg)}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 3 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$V_K = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,037 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 134 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 134 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 179 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 134 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 40 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 134 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 1,88 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR của lớp I

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 1.088 - 40 - 1,88 = 1.046 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 2.940 - 179 - 40 = 2.721 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = M_{TC} \text{ (lớp II)} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ = 5.096 + \frac{1}{2} \times (2.721 + 1.046) + 1.068 = 8.047,5 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{8.047,5}{10.000 + 8.047,5} = 0,38$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,38 \times 2.721 = 1034 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 1.046 - 1.034 = 12 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 1.046 - 12 = 1.034 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$M_{TC} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 2.721 + 1.034 + 1.068 = 4.823 \text{ (kg)}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 4 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$V_K = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,052 \text{ (m}^3/\text{kg)} = 187 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 187 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 251 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 187 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí tạo thành)} = 56 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 187 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí)} = 2,62 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR của lớp I

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 1.034 - 56 - 2,62 = 975 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 2.721 - 251 + 56 = 2.526 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$W_{TB} = M_{TC} \text{ (lớp II)} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ = 4.823 + \frac{1}{2} \times (2.526 + 975) + 1.068 = 7.641,5 \text{ (kg)}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{7.641,5}{10.000 + 7.641,5} = 0,38$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,38 \times 2.526 = 968 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 975 - 968 = 7 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 975 - 7 = 968 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$\begin{aligned} M_{TC} &= \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ &= 2.526 + 968 + 1.068 = 4.562 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 5 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$V_K = 3.600 \text{ (kg)} \times 0,067 \text{ (m}^3\text{/kg)} = 241 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_K = 241 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 323 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 241 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí tạo thành)} = 72 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 241 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3\text{ khí)} = 3,37 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR của lớp I

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 969 - 72 - 3,37 = 894 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 2.526 - 323 + 72 = 2.275 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$\begin{aligned} W_{TB} &= M_{TC} \text{ (lớp II)} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ &= 4.563 + \frac{1}{2} \times (2.275 + 894) + 1.068 = 7.215,5 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{7.215,5}{10.000 + 7.215,5} = 0,39$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,39 \times 2.275 = 888 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 894 - 888 = 6 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 894 - 6 = 888 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$\begin{aligned} M_{TC} &= \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ &= 2.275 + 888 + 1.068 = 4.231 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

Xây dựng cân bằng nước cho lớp I và II vào cuối năm 6 và xác định lượng nước rỉ rác sinh ra từ lớp I

- Xác định thể tích khí sinh ra từ lớp I

$$\begin{aligned} V_K &= 3.600 \text{ (kg)} \times 0,07 \text{ (m}^3/\text{kg)} = 254 \text{ (m}^3\text{)} \\ M_K &= 254 \text{ (m}^3\text{)} \times 1,339 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 340 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

- Lượng nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí

$$M_{N-K} = 254 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,3 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí tạo thành)} = 76 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước bay theo khí BCL

$$M_{NBH} = 254 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,014 \text{ (kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ khí)} = 3,56 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng nước trong CTR của lớp I

$$M_N = M_{CL} - M_{N-K} - M_{BH} = 888 - 76 - 3,56 = 808 \text{ (kg)}$$

- KL CTR khô còn lại trong lớp I

$$M_{RKCL} = M_{RKCL} - (M_K - M_{N-K}) = 2.275 - 340 + 76 = 2.011 \text{ (kg)}$$

- KL trung bình của CTR đổ trong lớp I (là KL tính tại trung điểm của lớp CTR)

$$\begin{aligned} W_{TB} &= M_{TC} \text{ (lớp II)} + \frac{1}{2} \times (M_{RKCL} + M_N) + M_{VLCP} \\ &= 4.231 + \frac{1}{2} \times (2.011 + 808) + 1.068 = 6.708,5 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

- Hệ số giữ nước

$$FC = 0,6 - 0,5 \times \frac{W}{10.000 + W} = 0,6 - 0,5 \times \frac{6.708,5}{10.000 + 6.708,5} = 0,4$$

- Lượng nước có thể giữ lại trong lớp I

$$M_{GL} = FC \times M_{RKCL} = 0,4 \times 2.011 = 804 \text{ (kg)}$$

- Xác định lượng nước rỉ rác tạo thành

$$M_{RR} = M_N - M_{NGL} = 808 - 804 = 4 \text{ (kg)}$$

- Lượng nước còn lại trong lớp I

$$M_{CL} = 808 - 4 = 804 \text{ (kg)}$$

- Khối lượng tổng cộng của lớp CTR I

$$M_{TC} = \text{lượng CTR khô còn lại} + \text{lượng nước còn lại} + \text{lớp che phủ} \\ = 2.011 + 804 + 1.068 = 3.883 \text{ (kg)}$$

Tính toán tương tự cho các năm còn lại ta có lượng nước rỉ rác được trình bày trong Bảng 9.24

Bảng 9.23 Lượng nước rỉ rác sinh ra từ các lớp rác theo các năm

Năm	Khối lượng nước rỉ rác (kg/m ³)		Tổng cộng
	Lớp I	Lớp II	
1	655,00		655,00
2	308,00	655,00	963,00
3	12,00	308,00	320,00
4	7,00	12,00	19,00
5	6,00	7,00	13,00
6	4,00	6,00	10,00
7	0,00	4,00	4,00
8		0,00	0,00

9.7.5 Tính Toán Lượng Nước Rỉ rác Sinh Ra Trong Suốt Quá Trình Hoạt Động Của Bãi Chôn Lấp Chất Thải Rắn Vô Cơ

Tổng diện tích chiếm bởi lớp I, lớp II

$$\frac{52(\text{tan/ngay}) \times 365(\text{ngay})}{2,4(\text{tan.m}^2/\text{nam})} = 7.908 \text{ (m}^2\text{)}$$

Xác định hệ số chuyển đổi 1 kg nước rỉ rác sinh ra từ 1 m² thành m³/năm

Đối với lớp I, lớp II

$$\frac{1(\text{kg/m}^2.\text{nam}) \times 7.908(\text{m}^2)}{1.000(\text{kg/m}^3)} = 7,91 \text{ (m}^3\text{/năm)}$$

Dựa vào Bảng 9.24 và hệ số chuyển lượng nước rỉ rác sinh ra từ 1 ô chôn lấp được tính toán và trình bày trong Bảng 9.25.

Bảng 9.24 Tổng lượng nước rỉ rác sinh ra từ 1 ô chôn lấp

Năm	KL nước rỉ rác sinh ra (kg/m ³)		Thể tích nước rỉ rác sinh ra (m ³ /năm)		
	Lớp I	Lớp II	Lớp I	Lớp II	Tổng cộng
1	655,00		5.181		5.181
2	308,00	655,00	2.436	5.181	7.617
3	12,00	308,00	95	2.436	2.531
4	7,00	12,00	55	95	150
5	6,00	7,00	47	55	102
6	4,00	6,00	32	47	79
7	0,00	4,00	0,0	32	32
8		0,00		0,0	0,0

Vậy tổng lượng nước rỉ rác của 1 ô trong 7 năm là 15.692 (m³)

Lượng nước rỉ rác trong 1 năm = 15.692 : 7 = 2.242 (m³/năm).

Lượng nước rỉ rác trong 1 ngày = $2.242 : 365 = 6 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$.

9.7.6 Thiết Kế Hệ Thống Thu Nước Rỉ Rác Cho BCL Chất Thải Rắn Hữu Cơ

Hệ thống thu nước rỉ rác cho từng ô chôn lấp

Nước rỉ rác sinh ra từ các ô chôn lấp sẽ được thu gom bởi hệ thống ống thu gom đặt ở đáy ô chôn lấp. Với diện tích mặt cắt ngang tại vị trí lắp đặt hệ thống ống là $70 \text{ m} \times 70 \text{ m}$, và chọn khoảng cách giữa các ống thu nước rỉ rác là 17 m , ô chôn lấp có tổng cộng 4 ống thu nước rỉ rác

Với lượng nước rỉ rác sinh ra lớn nhất trong ô chôn lấp là $4.429 \text{ m}^3\text{/năm}$ ($12 \text{ m}^3\text{/ngày}$ đêm), như vậy lượng nước tập trung về mỗi ống sẽ là

$$Q_{1 \text{ ống}} = 12 : 4 = 3 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Chọn đường kính ống thu nước là $d = 100 \text{ mm}$

Toàn bộ nước rỉ rác trong 4 ống sẽ được tập trung về ống ngang, nước từ ống ngang được thu về hố ga và chảy về ngăn tập trung nước rỉ rác của toàn bộ BCL bởi đường ống chính có đường kính 150 mm .

Tổng lượng nước vận chuyển trên tuyến ống chính $q = 12 \text{ (m}^3\text{/ngày)} = 0,14 \text{ (lít/giây)}$

Khoảng cách giữa các ống được lựa chọn theo tiêu chuẩn và lưu lượng nước rỉ rác sinh ra sao cho thu được nước rỉ rác lớn nhất trong thời gian vận hành đơn nguyên. Nếu sử dụng ống thu nước rỉ rác dạng xương cá và thiết kế đáy hố chôn lấp dạng sóng sẽ không mang lại hiệu quả cao. Vì vậy, chọn cách thu nước rỉ rác bằng ống nhựa HDPE 100 mm đặt trong hố thu nước của lớp thoát nước

- Khoảng rộng khe thu nước rỉ rác = 7 mm ;
- Chiều dài khe thu nước rỉ rác = 15 mm ;
- Khoảng cách giữa hai khe thu nước rò rỉ = 15 mm ;
- Theo chu vi ống có 4 khe thu nước rỉ rác với chiều dài khe = 90 mm ;
- Khoảng cách giữa hai khe theo chu vi ống = 27 mm ;
- Số khe thu nước rỉ rác trên một ống là 260 khe;
- Tổng diện tích khe thu nước rỉ rác = $7 \text{ (mm)} \times 90 \text{ (mm)} \times 260 \times 4 \times 10^{-6} = 0,6552 \text{ m}^2$.

Hệ thống thu nước rỉ rác cho toàn ô chôn lấp

Trong BCL, toàn bộ lượng nước rỉ rác sinh ra sẽ được tập trung vào ngăn tập trung. Nước từ ngăn tập trung sẽ được các bơm chìm bơm về bể chứa nước rỉ rác

- Thể tích ngăn tập trung nước

Lượng nước rỉ rác sẽ lớn nhất theo tính toán từ Bảng 9.23 ta có $Q = 4.429 \text{ (m}^3\text{/năm)}$ (tương đương $12 \text{ m}^3\text{/ngày}$). Chọn chế độ bơm mỗi ngày 1 lần, thể tích nước có trong ngăn tập trung

$$Q = 12 \text{ (m}^3\text{)}$$

Chọn chiều cao lớp nước chứa trong bể là 1 m , tổng diện tích của bể là: $12 \text{ (m}^3\text{)} : 1 \text{ (m)} = 12 \text{ (m}^2\text{)}$

Kích thước các cạnh của hố thu nước là: dài x rộng = $4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Để nước rỉ rác chảy được vào ngăn tập trung thì độ cao mực nước cao nhất trong ngăn tập trung phải thấp hơn độ sâu chôn ống

của ống dẫn nước rỉ rác từ BCL về ngăn tập trung. Do đó ngăn tập trung được thiết kế với kích thước như sau

Chiều dài : 4 m
Chiều rộng : 3 m
Độ sâu : 1,5 m

9.7.7 Thiết Kế Hệ Thống Thu Nước Rỉ Rác Cho BCL Chất Thải Rắn Vô Cơ

Hệ thống thu nước rỉ rác cho từng ô chôn lấp

Tương tự hệ thống thu nước rỉ rác của bãi chôn lấp CTR hữu cơ, nước rỉ rác sinh ra từ các ô chôn lấp sẽ được thu gom bởi hệ thống ống thu gom đặt ở đáy ô chôn lấp. Với diện tích mặt cắt ngang tại vị trí lắp đặt hệ thống ống là 60, m x 60,5 m, và chọn khoảng cách giữa các ống thu nước rỉ rác là 15 m, ô chôn lấp có tổng cộng 4 ống thu nước rỉ rác

Với lượng nước rỉ rác sinh ra lớn nhất trong ô chôn lấp là $7.616 \text{ m}^3/\text{năm}$ ($20 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$), như vậy lượng nước tập trung về mỗi ống sẽ là: $Q_{\text{ống}} = 20 : 4 = 5 \text{ (m}^3/\text{ngày)}$

Chọn đường kính ống thu nước là $d = 100 \text{ mm}$

Toàn bộ nước rỉ rác trong 4 ống sẽ được tập trung về ống ngang, nước từ ống ngang được thu về hố ga và chảy về ngăn tập trung nước rỉ rác của toàn bộ BCL bởi đường ống chính có đường kính 150 mm.

Tổng lượng nước vận chuyển trên tuyến ống chính $q = 20 \text{ (m}^3/\text{ngày)} = 2,31 \text{ (lít/giây)}$

Khoảng cách giữa các ống được lựa chọn theo tiêu chuẩn và lưu lượng nước rỉ rác sinh ra sao cho thu được nước rỉ rác lớn nhất trong thời gian vận hành đơn nguyên. Nếu sử dụng ống thu nước rỉ rác dạng xương cá và thiết kế đáy hố chôn lấp dạng sóng sẽ không mang lại hiệu quả cao. Vì vậy, chọn cách thu nước rỉ rác bằng ống nhựa HDPE 100 mm đặt trong hố thu nước của lớp thoát nước

- Khoảng rộng khe thu nước rỉ rác = 7 mm;
- Chiều dài khe thu nước rỉ rác = 15 mm;
- Khoảng cách giữa hai khe thu nước rò rỉ = 15 mm;
- Theo chu vi ống có 4 khe thu nước rỉ rác với chiều dài khe = 90 mm;
- Khoảng cách giữa hai khe theo chu vi ống = 27mm;
- Số khe thu nước rỉ rác trên một ống là 260 khe;
- Tổng diện tích khe thu nước rỉ rác = $7 \text{ (mm)} \times 90 \text{ (mm)} \times 260 \times 4 \times 10^{-6} = 0,6552 \text{ m}^2$.

Hệ thống thu nước rỉ rác cho toàn ô chôn lấp

Trong BCL, toàn bộ lượng nước rỉ rác sinh ra sẽ được tập trung vào ngăn tập trung. Nước từ ngăn tập trung sẽ được các bơm chìm bơm về bể chứa nước rỉ rác

- Thể tích ngăn tập trung nước

Lượng nước rỉ rác sẽ lớn nhất theo tính toán từ Bảng 9.23 ta có $Q = 4.429 \text{ (m}^3/\text{năm)}$ (tương đương $12 \text{ m}^3/\text{ngày}$). Chọn chế độ bơm mỗi ngày 2 lần, thể tích nước có trong ngăn tập trung

$$Q = 20 : 2 = 10 \text{ (m}^3\text{)}$$

Chọn chiều cao lớp nước chứa trong bể là 1 m, tổng diện tích của bể là: $10 \text{ (m}^3\text{)}:1 \text{ (m)} = 10 \text{ (m}^2\text{)}$

Kích thước các cạnh của hồ thu nước là: dài x rộng = 5 m x 2 m. Để nước rỉ rác chảy được vào ngăn tập trung thì độ cao mực nước cao nhất trong ngăn tập trung phải thấp hơn độ sâu chôn ống của ống dẫn nước rỉ rác từ BCL về ngăn tập trung. Do đó ngăn tập trung được thiết kế với kích thước như sau

Chiều dài : 5 m
Chiều rộng : 2 m
Độ sâu : 1,5 m

9.8 XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG VÀ ĐẶC TÍNH NƯỚC THẢI CẦN XỬ LÝ

9.8.1 Xác Định Công Suất Trạm Xử Lý

Việc xác định lưu lượng là một yếu tố quan trọng giúp ta tính toán chính xác quy mô của trạm xử lý và kích thước các công trình đơn vị một cách chính xác. Lưu lượng nước thải tại một khu xử lý tập trung có thể được xác định bằng nhiều cách khác nhau như: Khảo sát và đo trực tiếp ở cống thoát của từng nhà máy, khảo sát và xác định lưu lượng phát sinh ở từng công đoạn sản xuất của nhà máy, tính tổng cộng lưu lượng của từng nhà máy,... Song, tất cả các phương pháp trên đều không thể áp dụng được do khu liên hợp xử lý còn đang trong giai đoạn định hình các đơn vị sản xuất chưa đi vào hoạt động cụ thể và khả năng thu thập số liệu có giới hạn. Vì vậy, việc xác định lưu lượng các nguồn cung cấp cho trạm xử lý chỉ dựa trên thực tế một số nhà máy có công suất hoạt động tương đương và có cùng loại hình sản xuất và dựa vào một số tài liệu thu thập được có mô tả về loại hình sản xuất cũng như lượng nước thải sinh ra từ các loại hình đó.

Giả định lưu lượng nước thải sinh ra từ các nguồn mà trạm xử lý nước thải tiếp nhận:

- Nhà máy tái chế giấy: $50 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sản xuất) + $5 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sinh hoạt);
- Nhà máy tái chế nhựa: $04 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sản xuất) + $6 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sinh hoạt);
- Nhà máy tái chế thủy tinh: $05 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sản xuất) + $8 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sinh hoạt);
- Khu vực làm phân compost: $02 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sản xuất) + $3 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ (nước thải sinh hoạt);
- Lượng nước rửa sàng phân loại: $10 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- Lượng nước rò rỉ của khu chôn lấp chất thải rắn vô cơ: $20 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- Lượng nước rò rỉ của khu chôn lấp chất thải rắn hữu cơ: $12 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- Lượng nước sinh ra tại khu vực rửa xe vận chuyển chất thải: $10 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- Lượng nước rò rỉ được vận chuyển tới trạm từ trạm trung chuyển: $15 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;

Vậy tổng lượng nước thải cần xử lý: $Q = 55 + 10 + 13 + 5 + 10 + 32 + 10 + 15 = 150 \text{ (m}^3/\text{ngđ)}$

9.8.2 Thành Phần Nước Thải

Thành phần nước thải là một thông số quan trọng để đưa ra công nghệ thích hợp cho việc xử lý nước thải tại khu xử lý tập trung. Chính vì thế, việc xác định chính xác từng thành phần có trong nước thải cần xử lý là rất cần thiết. Đây là yếu tố chính quyết định đến hiệu quả của toàn bộ quá trình xử lý vì chính từ giá trị thông số về đặc tính nước thải sẽ quyết định được phương án để xử lý sao cho đạt tiêu chuẩn quy định cho phép trước khi thải ra nguồn tiếp nhận.

Thành phần nước thải có thể được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau:

- Dựa trên kết quả khảo sát, lấy mẫu và phân tích trực tiếp tính chất nước thải tại các cống thoát nước của nhà máy hay cống thoát nước chung của khu liên hợp xử lý. Trên cơ sở kết

qua khảo sát, xác định khoảng dao động của các giá trị thành phần, tính chất của nước thải cần xử lý;

- Ngoài ra, tính chất của nước thải cần xử lý cũng có thể được ước tính bằng cách sử dụng các tài liệu thống kê về các loại hình khu liên hợp xử lý tương tự, từ đó tiến hành ước lượng khoảng dao động của các giá trị thành phần, tính chất của nước thải cần xử lý.

Tương tự như phân xác định lưu lượng nước thải của trạm xử lý, do hiện trạng khu liên hợp xử lý chưa hình thành nên phương pháp khảo sát, đo đạc từng nhà máy là không khả thi. Vì vậy, phương pháp ước tính từ các số liệu của các loại hình sản xuất tương tự là biện pháp duy nhất để xác định tính chất nước thải cần xử lý.

Hiện tại, tại khu liên hợp xử lý có 3 loại hình sản xuất và 3 loại hình này sẽ được xem như tương ứng với loại hình sản xuất của các nhà máy là⁽¹⁾:

- Nhà máy giấy Vĩnh Huê (Tp. Hồ Chí Minh);
- Một số nhà máy sản xuất sản phẩm nhựa tại Tp. Hồ Chí Minh;
- Một số nhà máy tái chế thủy tinh tại Tp. Hồ Chí Minh.

Thành phần nước thải từ các nguồn khác nhau được giới thiệu trong Bảng 9.26. Trong Bảng 9.26 các thành phần, tính chất nước thải của các đơn vị sản xuất được xác định riêng. Đối với nước thải từ sinh hoạt và các hoạt động khác tại khu liên hợp được tính chung vào thành phần nước rò rỉ. Tương tự đối với thành phần nước sinh ra từ khu vực làm phân compost do trong quá trình chế biến phân áp dụng phương pháp hiếu khí nên lượng nước rò rỉ sinh ra là rất ít, chỉ có lượng nước sinh ra từ hầm tiếp nhận và khu vực phân loại cũng như nước thải từ sinh hoạt của công nhân làm việc tại nhà máy.

Công thức tính nồng độ ô nhiễm:

$$Q_1C_1 + Q_2C_2 + \dots + Q_nC_n = QC \rightarrow C = \frac{Q_1C_1 + Q_2C_2 + \dots + Q_nC_n}{Q} \quad (1)$$

Trong đó:

Q_n : lưu lượng nước thải từng loại hình sản xuất, được trình bày Phần 9.26;

C_n : giá trị các thành phần nước thải;

Q : lưu lượng tổng cộng của khu liên hợp xử lý.

Bảng 9.25 Thành phần, tính chất nước thải cần xử lý

Thành phần	Đơn vị	Tính chất nước thải				Nồng độ (C)	Tiêu chuẩn TCVN 6980:2001 TCVN 5945:1995
		Tái chế giấy	Tái chế nhựa	Tái chế thủy tinh	Nước rò rỉ ⁽²⁾		
pH	-	7,45	6,23	6,6	6,2	6,53	6 – 9
Độ kiềm	mg/l	-	-	-	2.000	2.000	-
COD	mg/l	630	98	60	59.750	38.865	80
BOD	mg/l	345	79	30	48.000	31.226	40
TSS	mg/l	-	-	-	4.311	4.311	90
VSS	mg/l	205	28	35	2.120	1.429	90
N-NH ₃	mg/l	-	-	-	790	790	60
N-NO _x	mg/l	-	-	-	39	39	-
Photphorus	mg/l	-	-	-	55,8	55,8	8

⁽¹⁾ Khanh, 2001.

⁽²⁾ CENTEMA, 2002.

Bảng 9.25 Thành phần, tính chất nước thải cần xử lý (tiếp theo)

Thành phần	Đơn vị	Tính chất nước thải				Nồng độ (C)	Tiêu chuẩn TCVN 6980:2001 TCVN 5945:1995
		Tái chế giấy	Tái chế nhựa	Tái chế thủy tinh	Nước rò rỉ ⁽²⁾		
CaCO ₃	mg/l	-	-	-	5.833	5.833	-
Ca ²⁺	mg/l	-	-	-	1.670	1.670	-
Mg ²⁺	mg/l	-	-	-	404	404	-
SO ₄ ²⁻	mg/l	-	-	-	1.590	1.590	0,2
Fe _{tc}	mg/l	-	-	-	204	204	5

Nồng độ (C) được tính theo công thức (1).

9.9 SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Dây chuyền công nghệ xử lý là một tổ hợp công trình, trong đó nước thải được xử lý từng bước theo thứ tự tách các cặn lớn đến các cặn nhỏ, những chất không hòa tan đến những chất keo và hòa tan. Khử trùng là khâu cuối cùng.

Việc lựa chọn sơ đồ dây chuyền công nghệ là một bài toán kinh tế kỹ thuật phức tạp phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

- Thành phần tính chất nước thải;
- Mức độ cần thiết làm sạch;
- Các yếu tố: điều kiện địa phương, năng lượng, tính chất đất đai, diện tích khu xây dựng trạm xử lý, lưu lượng nước thải, công suất của nguồn, ...

Không thể có một sơ đồ mẫu nào có thể áp dụng cho nhiều trường hợp. Từ các yếu tố ảnh hưởng trên ta chỉ đưa ra dây chuyền công nghệ sao cho phù hợp với đa số là đạt yêu cầu. Dây chuyền công nghệ của một trạm xử lý hoàn chỉnh có thể chia làm 4 khối:

- (1) Khối xử lý cơ học: nước thải theo thứ tự sẽ đi qua song chắn rác, bể lắng cát và bể lắng đợt 1.
- (2) Khối xử lý sinh học: nước thải theo thứ tự qua khối xử lý cơ học, công trình xử lý sinh học, bể lắng đợt 2.
- (3) Khối khử trùng: nước thải sau khi qua khối xử lý cơ học hoặc sinh học sẽ được hòa trộn cùng chất khử trùng và cho tới bể trộn, bể tiếp xúc. Phản ứng khử trùng diễn ra tại bể tiếp xúc.
- (4) Khối xử lý cặn: bể lắng, công trình làm khô cặn.

Tuy nhiên, chỉ trong trường hợp trạm xử lý quy mô lớn và yêu cầu chất lượng nước sau xử lý cao thì mới áp dụng toàn bộ sơ đồ xử lý trên. Đối với những trạm xử lý có công suất nhỏ hay mức độ xử lý không cần cao sơ đồ có thể đơn giản hơn.

Căn cứ vào kết quả tính toán đã trình bày, tóm tắt thông số thiết kế cho trạm xử lý nước thải thuộc khu liên hợp xử lý chất thải quận 4 như sau:

- Công suất thiết kế trạm xử lý: 150 (m³/ngđ);
- Tính chất nước thải cần xử lý có các chỉ tiêu đặc trưng gồm:
 - + COD = 38.865 (mg/L);
 - + BOD = 31.226 (mg/L);
 - + SS = 4.311 (mg/L);
 - + Photpho = 55,8 (mg/L);

⁽²⁾ CENTEMA, 2002.

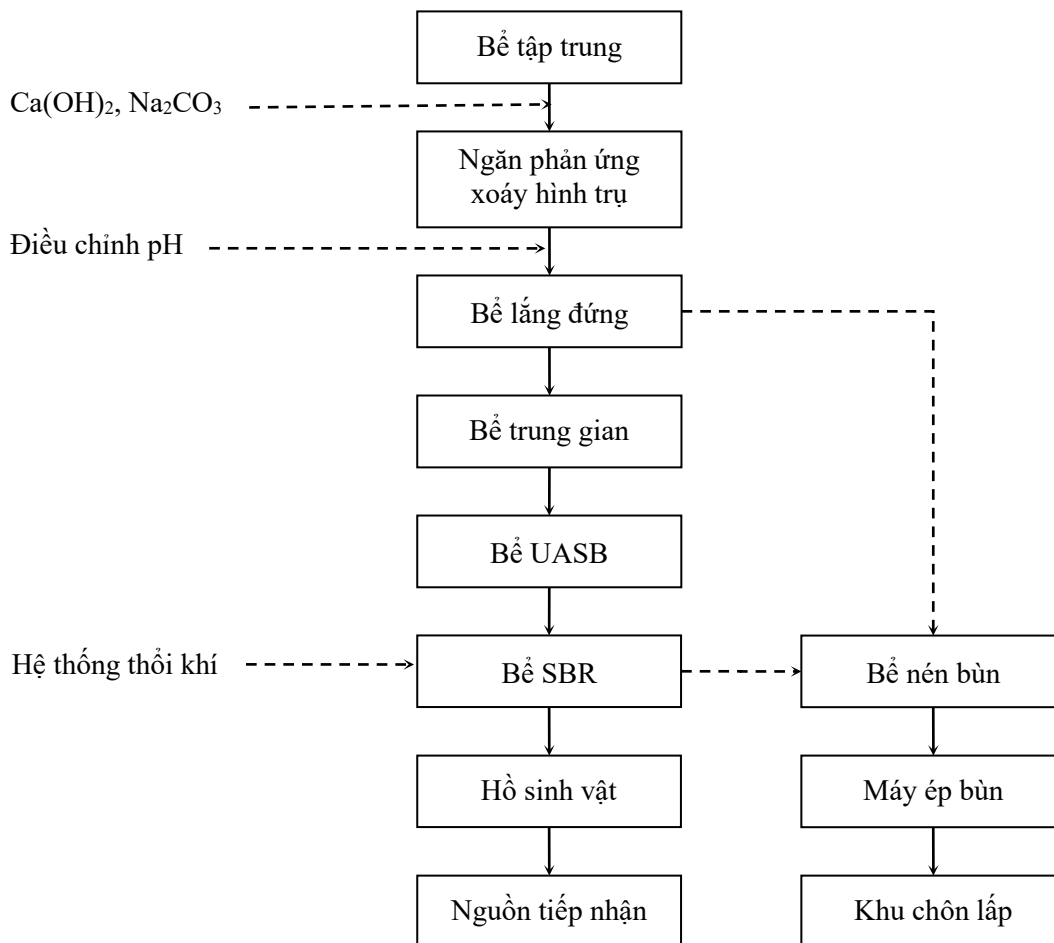
- + $\text{N-NH}_3 = 790 \text{ (mg/L)}$;
- + $\text{Ca}^{2+} = 1.670 \text{ (mg/L)}$;
- + $\text{Mg}^{2+} = 404 \text{ (mg/L)}$.

- Tiêu chuẩn nguồn tiếp nhận: nguồn loại B (TCVN 5945 – 1995; TCVN 6980 – 2001).

Trên là các thông số chính, các thông số còn lại tương đương với tiêu chuẩn nguồn tiếp nhận đưa ra, một số khác không ảnh hưởng nhiều tới môi trường nên không được quan tâm như các chỉ tiêu dùng để thiết kế. Các thông số trên là cơ sở cho việc tính toán thiết kế kỹ thuật và kinh tế toàn bộ trạm xử lý.

Từ kết quả thành phần nước thải cho thấy, nước chủ yếu nhiễm bẩn bởi chất hữu cơ. Đồng thời nồng độ cao của các hợp chất chứa nitơ và hàm lượng photpho cao. Với tỷ lệ $\text{BOD/COD} = 80\%$ cho thấy công nghệ sinh học rất thích hợp để xử lý loại chất thải này. Tuy nhiên, nồng độ khá cao của SS và độ cứng tổng cộng trong nước rò rỉ là yếu tố cần quan tâm khi lựa chọn công nghệ cho quá trình xử lý. Một số phương án xử lý được đề xuất như sau:

9.9.1 Phương Án 1



Hình 9.6 Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải theo phương án 1.

Đối với phương án này, nước thải sau khi tập trung về hồ chứa được bơm vào ngăn phản ứng xoáy. Cùng với quá trình bơm nước thải vào ngăn phản ứng, hóa chất sử dụng cho quá trình kết tủa Ca^{2+} sẽ được châm vào đường ống dẫn nước thải chung tới ngăn phản ứng. Ngăn phản ứng xoáy chính là ống phân phối trung tâm của bể lắng đứng. Do đó, khi đi vào hoạt động, sau quá trình phản ứng xảy ra trong ngăn phản ứng giữa $(\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{ và } \text{Na}_2\text{CO}_3)$ và nước thải sinh ra kết

tủa CaCO_3 sẽ lắng xuống đáy bể lắng đứng. Phần nước còn lại không chứa cặn sẽ dâng lên và được thu ra khỏi bể bằng máng thu nằm ở phía trên. Khi thiết kế, lợi dụng vào độ dốc cao trình nhằm hạn chế sử dụng bơm trong các công trình, nước thải sau khi qua bể lắng đứng sẽ tự chảy qua bể trung gian.

Về nguyên tắc hoạt động của bể UASB, trong giai đoạn đầu, khi quá trình xử lý sinh học kỵ khí trong bể UASB chưa đạt trạng thái ổn định do bùn ban đầu cho vào bể chưa có hoạt tính cao, chưa quen với môi trường kỵ khí, do đó nó không thể xử lý với nước thải có hàm lượng chất hữu cơ quá cao như nước thải tại khu liên hợp xử lý chất thải. Chính vì thế, lúc mới đi vào hoạt động buộc phải cho nước thải đi vào bể UASB có hàm lượng chất hữu cơ ở mức thấp (tùy theo đặc tính của từng loại nước thải, nhưng ban đầu khoảng $1,5 \text{ kgCOD/m}^3.\text{ngđ}$), cho đến khi hiệu quả xử lý đạt 80 – 90% thì bắt đầu nâng dần tải trọng chất hữu cơ lên 3; 4,5; 6; 7,5; 9 $\text{kgCOD/m}^3.\text{ngđ}$; ... cho tới khi hiệu quả xử lý thì ngưng. Từ yếu tố trên cho thấy, bể trung gian đóng vai trò như là bể pha loãng nước thải để điều chỉnh nồng độ COD cho phù hợp trước khi đưa vào bể UASB. Mặt khác, bể trung gian còn được xem là giữ vai trò điều hòa lượng nước thải cho các bể UASB và công trình phía sau.

Nước thải từ bể trung gian sẽ được bơm điều hòa qua bể UASB. Tại đây, nước thải được nạp liệu từ phía đáy bể bằng hệ thống phân phối, hệ thống phân phối là hệ thống các dãy ống đặt song song nhau được đục lỗ với đường kính và khoảng cách thích hợp. Khi nước thải được phân phối đều vào bể sẽ đi qua lớp bùn hạt ở giữa bể, quá trình xử lý xảy ra khi các chất hữu cơ trong nước thải tiếp xúc với bùn hạt. Quá trình phản ứng xảy ra sẽ tạo ra khí (chủ yếu là CH_4 và CO_2), khí này sẽ dính bám vào các hạt bùn và cùng với khí tự do nổi lên mặt bể. Tại đây, quá trình tách pha rắn – lỏng – khí xảy ra nhờ bộ phận tách pha. Khí theo ống dẫn qua bồn hấp thu chứa dung dịch NaOH (5 – 10%), bồn được đặt dưới đáy của mỗi bể UASB. Bùn sau khi tách khỏi bọt khí lại lắng xuống. Nước thải theo máng tràn răng cưa dẫn đến công trình xử lý tiếp theo.

Nước thải sau khi qua bể UASB theo độ dốc cao trình được dẫn qua bể SBR. Bể SBR là một dạng của quá trình xử lý sinh học hiếu khí ở dạng mẻ. Khi nước thải qua bể SBR nhờ vào các hoạt động sống và sinh sản của vi sinh vật có trong bể, nước thải sẽ được ổn định các hợp chất hữu cơ và loại chúng ra khỏi nước. Ngoài ra, theo thiết kế ngoài chức năng loại bỏ các tạp chất hữu cơ có trong nước thải, bể SBR còn đóng vai trò xử lý cả các hợp chất chứa nitơ và photpho nhờ vào môi trường hiếu khí cùng như trong điều kiện nhiệt độ và pH thích hợp. Khí cấp vào bể được thực hiện bằng các bơm cấp khí qua các ống dẫn đến ống phân phối tại đáy bể SBR. Về nguyên tắc, 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 hoạt tính hoạt động liên tục chỉ có điều tất cả 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; và cuối cùng là (5) Ngưng và tháo nước thải ra khỏi bể.

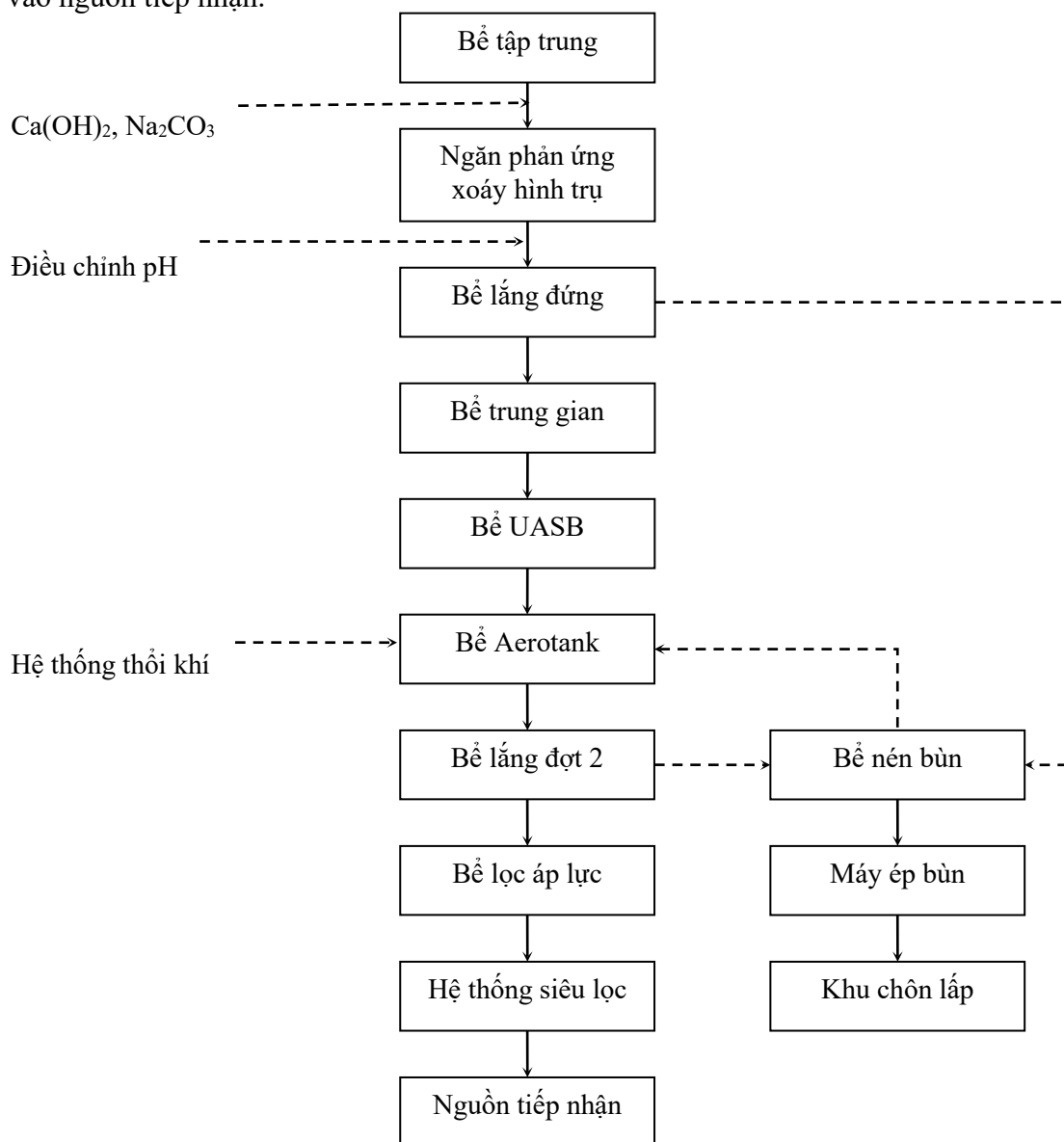
Nước thải sau xử lý ở bể SBR được dẫn vào hồ sinh vật với sự tham gia của các loài thực vật nước cùng với sinh vật và tảo để hoàn tất giai đoạn xử lý. Ngoài tảo, quần thể vi sinh vật tồn tại trong hồ gần giống như quần thể vi sinh vật trong hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí. Vi sinh vật sử dụng oxy sinh ra từ quá trình quang hợp của tảo để phân hủy hiếu khí các chất hữu cơ. Các chất dinh dưỡng và CO_2 thải ra từ quá trình phân hủy này lại là nguồn thức ăn cho tảo. Nhờ vào mối quan hệ cộng sinh này mà nước thải sẽ được làm sạch trước khi xả ra nguồn tiếp nhận.

Bùn sinh ra từ các quá trình xử lý sinh học được dẫn về bể nén bùn sau đó được đem đi chôn lấp. Bể nén bùn theo thiết kế là loại bể nén bùn trọng lực (Gravity thickening). Bể được thiết kế tương tự như bể lắng cổ điển, bể có dạng hình tròn. Nguyên tắc, bùn sau lắng chủ yếu từ bể SBR được đưa vào ống lắng trung tâm. Bùn sẽ lắng, nén lại ở đáy bể và được tháo ra định kỳ. Phần nước tách ra trên bề mặt được đưa trở lại bể trung gian. Bùn sau khi tháo ra sẽ được đem đi chôn lấp tại các ô chôn lấp của khu liên hợp xử lý chất thải.

Đối với phương án 1, quy trình vận hành đơn giản, giá thành xử lý thấp. Tuy nhiên, diện tích cần thiết để xây dựng hồ sinh học sẽ rất lớn.

9.9.2 Phương Án 2

Đối với phương án 2, nước thải sau khi được xử lý bởi quá trình xử lý sinh học kỵ khí trong bể UASB sẽ tiếp tục được xử lý bởi quá trình sinh học hiếu khí trong bể Aerotank. Nước sau khi xử lý tại Aerotank được dẫn qua bể lắng 2, tại đây một phần bùn lắng đưa trở lại bể Aerotank nhằm bảo đảm lượng bùn cần thiết cho quá trình xử lý sinh học hiếu khí diễn ra liên tục trong bể, phần khác đưa tới bể nén bùn trước khi được bơm vào máy ép bùn. Phần nước thải sau lắng tại bể lắng 2 được bơm trực tiếp qua bể lọc áp lực trước khi được dẫn qua hệ thống siêu lọc để cuối cùng xả vào nguồn tiếp nhận.



Hình 9.7 Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải theo phương án 2.

Công nghệ được thiết kế theo phương án 2 có thể cho hiệu quả xử lý nước thải khá cao kể cả nitơ, photpho và sắt. Tuy nhiên, chi phí đầu tư cho hệ thống lọc rất lớn. Nếu phương án này được áp dụng chất lượng nước thải sau xử lý có kết quả rất tốt nhưng chi phí đầu tư cao cũng như việc vận hành, bảo quản, sửa chữa hệ thống là điều rất khó khăn làm ảnh hưởng đến tính khả thi của phương án.

Từ việc phân tích ưu nhược điểm của 2 phương án đã nêu, với mức chi phí đầu tư ban đầu vừa phải cũng như cách vận hành tương đối đơn giản, trạm xử lý nước thải tại khu liên hợp xử lý chất thải rắn Tân Thành của Thành Phố Vũng Tàu được áp dụng theo phương án 1.

9.10 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

9.10.1 Bể Tập Trung

Bể tập trung xem như là nơi nạp liệu chính của trạm xử lý, tất cả các nguồn thải từ các nhà máy sau khi thải ra theo các cống dẫn tự chảy về bể tập trung. Bể tập trung theo thiết kế chỉ đơn giản là nơi tiếp nhận nước thải để cung cấp cho các công trình phía sau, bể được xây bằng bê tông cốt thép, được xây với cao trình thấp hơn so với mặt đất tạo độ dốc thủy lực cho các nguồn thải tự chảy vào bể.

(1) Dung tích bể tập trung

Với lưu lượng tính toán của trạm là $150 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ ($6,25 \text{ m}^3/\text{h}$), dung tích cần thiết của bể tập trung như sau:

$$V = Q \times t = 6,25 (\text{m}^3/\text{h}) \times 6 (\text{h}) = 37,5 (\text{m}^3)$$

Trong đó:

Q : lưu lượng tính toán;

T : thời gian lưu nước trong bể, chọn $t = 6 \text{ h}$.

(2) Diện tích bể tập trung

Diện tích bể phụ thuộc vào chiều cao của bể, với các công trình xây dựng ngầm không nên xây dựng quá cao sẽ làm tăng độ sâu và ảnh hưởng tới việc thi công. Với dung tích là $37,5 \text{ m}^3$, chọn chiều cao bể $H = 2 \text{ m}$.

$$\text{Vậy diện tích bể là: } F = \frac{V}{H} = \frac{37,5(\text{m}^3)}{1,5(\text{m})} = 25 (\text{m}^2)$$

(3) Kích thước xây dựng bể

$$\text{Chọn chiều rộng bể } B = 5 \text{ m, chiều dài bể như sau: } L = \frac{F}{B} = \frac{25(\text{m}^2)}{5(\text{m})} = 5 (\text{m})$$

Chọn chiều cao an toàn là $0,3 \text{ m}$. Chiều cao xây dựng bể tập trung là:

$$H_{XD} = H + H_{BV}$$

$$H_{XD} = 1,5 (\text{m}) + 0,5 (\text{m}) = 2 (\text{m})$$

Bảng 9.26 Thông số thiết kế bể tập trung

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Lưu lượng tiếp nhận	m^3/h	6,25
Thời gian lưu nước	h	6
Thể tích bể	m^3	37,5
Chiều cao toàn bể	m	2
Chiều rộng	m	5
Chiều dài	m	5

9.10.2 Tính Lượng Vôi – Soda Cần Thiết Để Kết Tủa Canxi

Đặc tính nước thải liên quan tới việc xác định lượng vôi – soda:

- Độ kiềm: 2000 mg/L;
- pH: 6,53;
- Nồng độ Canxi (Ca^{2+}): 1.670 mg/L;
- Nồng độ Magie (Mg^{2+}): 404 mg/L.

(1) Xác định độ cứng thành phần

- Độ cứng Canxi:

$$\text{Độ cứng Canxi} = m_{\text{Ca}^{2+}} \text{ (mg/L)} \times \frac{50}{\text{Đương lượng Ca}^{2+}}$$

$$\text{Độ cứng Canxi} = 1.670 \text{ (mg/L)} \times 50/20$$

$$\text{Độ cứng Canxi} = 4.175 \text{ (mg/L)}$$

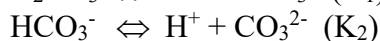
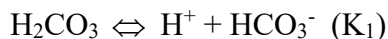
- Độ cứng Magie:

$$\text{Độ cứng Magie} = m_{\text{Mg}^{2+}} \text{ (mg/L)} \times \frac{100}{\text{Đương lượng Mg}^{2+}}$$

$$\text{Độ cứng Magie} = 404 \text{ (mg/L)} \times 100/24,3$$

$$\text{Độ cứng Magie} = 1.663 \text{ (mg/L)}$$

(2) Tính lượng H_2CO_3 tự do trong nước



$$T^\circ = 25^\circ\text{C} \rightarrow \text{pK}_1 = 6,35 \rightarrow \text{K}_1 = 4,47 \times 10^{-7}$$

$\rightarrow \text{pK}_2 = 10,33$ và suy ra $\text{K}_2 = 4,68 \times 10^{-11}$. Tại pH = 6,53, độ kiềm của nước thải gây ra bởi bicacbonat với thành phần là 2000 mgCaCO₃/L, ta có nồng độ mol của bicacbonat là:

$$[\text{HCO}_3^-] = 2000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{61 \text{ đương lượng HCO}_3^-}{50 \text{ đương lượng của độ kiềm}} \times \frac{1 \text{ g}}{1.000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mole}}{61 \text{ g}}$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 0,04 \text{ (mole/L)}$$

(3) Độ phân li

$$\text{pH} = 7,2 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-7,2}$$

ta có:

$$a_1 = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{C} = \frac{1}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{\text{K}_1} + \frac{\text{K}_2}{[\text{H}^+]}} = \frac{1}{1 + \frac{10^{-7,2}}{4,47 \times 10^{-7}} + \frac{4,68 \times 10^{-11}}{10^{-7,2}}}$$

$$a_1 = 0,876$$

(4) Tính tổng nồng độ cacbonate

$$C_T = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a_1} = \frac{0,04 \text{ (mol/L)}}{0,87} = 0,045 \text{ (mol/L)}$$

(5) Tính nồng độ axit cacbonic

$$C = [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

Vì ở pH = 7,2 nên chỉ tồn tại H_2CO_3 .

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = C_T - [\text{HCO}_3^-] = 0,045 - 0,04 = 5 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = 5 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)} \times 62 \text{ (g/L)} \times 1000 \text{ (mg/L)}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = 310 \times \frac{100}{60} = 517 \text{ (mgCaCO}_3/\text{L)}$$

(6) Xác định độ cứng cacbonat - phicacbonat

$$\text{Độ cứng tổng cộng} = \text{độ cứng Ca} + \text{độ cứng Mg} = 4.175 + 1.663 = 5838 \text{ (mg CaCO}_3/\text{L)}$$

$$\text{Độ cứng cacbonate} = \text{độ kiềm} = 2.000 \text{ mg/L (vì độ kiềm} < \text{độ cứng tổng cộng)}.$$

$$\text{Độ cứng phicacbonate} = \text{độ cứng tổng cộng} - \text{độ cứng cacbonate}$$

$$\text{Độ cứng phicacbonate} = 5.838 - 2.000 = 3.838 \text{ (mg/L)}$$

Nước có độ cứng cacbonat và phicacbonat ta dùng vôi và soda để làm mềm. Vôi khử độ cứng cacbonat, soda khử độ cứng phicacbonat.

(7) Tính lượng vôi – soda cần thiết để khử Canxi

$$\begin{aligned} \text{Lượng vôi cần} &= \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{độ cứng cacbonat} = 517 \text{ (mgCaCO}_3/\text{L)} + 2.000 \text{ (mgCaCO}_3/\text{L)} \\ &= 2.517 \text{ (mgCaCO}_3/\text{L)} \end{aligned}$$

$$\text{Lượng vôi cần} = 2.517 \times \frac{M_{\text{Ca(OH)}_2}}{M_{\text{CaCO}_3}} = 2.517 \times 0,74 = 1.838 \text{ (mgCa(OH)}_2\text{)}$$

$$\text{Lượng vôi cần} = 2.517 \times \frac{M_{\text{CaO}}}{M_{\text{CaCO}_3}} = 2.517 \times 0,56 = 1.439 \text{ (mgCaO)}$$

Chọn độ tinh khiết của vôi là 80%. Lượng vôi cần thiết

$$\text{Lượng vôi cần} = 1.439 : 0,8 = 1.738 \text{ (mgCaO/L)}$$

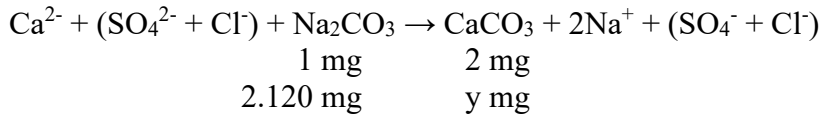
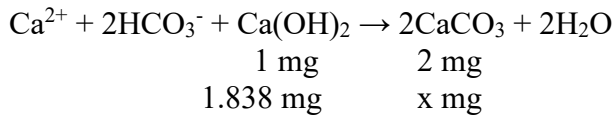
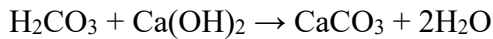
Lượng soda cần = lượng Canxi cacbonat đã phản ứng

$$\text{Lượng soda cần} = 2.000 \text{ (mgCaCO}_3/\text{L)}$$

$$\text{Lượng soda cần} = 2.000 \times \frac{M_{\text{CaO}}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = 2.000 \times 1,06 = 2.120 \text{ (mgNa}_2\text{CO}_3/\text{L)}$$

(8) Tính tổng lượng cặn sinh ra

Các phản ứng xảy ra trong quá trình khử độ cứng:



Vậy lượng cặn sinh ra trong 1 lít nước thải = $x + y = 3.676 + 2.120 = 5.796 \text{ (mg/L)} = 5,8 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

Bảng 9.27 Thông số tính toán xác định lượng vôi và soda cần

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Độ cứng tổng cộng	kg/m ³	5,83
Độ cứng cacbonat	kg/m ³	2,00
Độ cứng phicacbonat	kg/m ³	3,83
Lượng vôi cần	kg/m ³	1,73
Lượng soda cần	kg/m ³	2,12
Tổng lượng cặn sinh ra	kg/m ³	5,80

9.10.3 Tính Toán Thiết Kế Ngăn Phản ứng Xoáy Hình Trụ

(1) Diện tích ngăn phản ứng

Theo (Nguyễn Đăng Dung, 1999), diện tích của ngăn phản ứng xoáy được tính theo công thức:

$$f = \frac{Q \times t}{H \times n \times 60} \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

t : thời gian lưu nước trong ngăn phản ứng xoáy (quy phạm $t = 15 - 20$ phút), $t = 18$ phút;

Q : lưu lượng nước thải cần xử lý, $Q = 150 \text{ m}^3/\text{ngđ} = 6,25 \text{ m}^3/\text{h}$;

H : chiều cao ngăn phản ứng xoáy lấy bằng 0,9 chiều cao vùng lắng của bể. Theo quy phạm chiều cao vùng lắng 2,6 – 5 m, chọn chiều cao vùng lắng 4 m. Vậy, $H = 0,9 \times 4 = 3,6 \text{ m}$;

n : số bể phản ứng tính toán, chọn $n = 1$.

$$f = \frac{6,25(\text{m}^3 / \text{h}) \times 18(\text{phut})}{3,6(\text{m}) \times 1 \times 60(\text{phut} / \text{h})} = 0,52 \text{ (m}^2\text{)}$$

(2) Đường kính ngăn phản ứng

Đường kính của ngăn phản ứng xoáy:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \times f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,52}{3,14}} = 0,8 \text{ (m)}$$

(3) Thiết kế miệng phun

Tốc độ nước chảy trong ống:

$$v = \frac{4 \times q}{D^2 \times \pi}$$

Trong đó:

q : lưu lượng nước thải vào bể, $q = 6,25 \text{ (m}^3/\text{h)} = 1,74 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s)}$;

D : đường kính ống dẫn nước vào bể, $D = 50 \text{ mm}$.

$$v = \frac{4 \times 1,74 \times 10^{-3}}{(0,05)^2 \times 3,14} = 0,88 \text{ (m/s)} \text{ (theo quy phạm, } v = 0,8 - 1 \text{ m/s)}.$$

Đường kính miệng phun:

$$d_f = 1,13 \sqrt{\frac{q}{v_f \times \mu}}$$

Trong đó:

μ : hệ số lưu lượng đối với miệng phun hình nón có góc nghiêng 25° thì $\mu = 0,908$;

v_f : vận tốc tại miệng phun. Quy phạm $v_f = 2 - 3 \text{ m/s}$, chọn $v_f = 2,5 \text{ m/s}$.

$$d_f = 1,13 \sqrt{\frac{1,74 \times 10^{-3}}{2,5 \times 0,908}} = 0,031 \text{ (m)} \text{ Chọn } d = 31 \text{ (mm)}$$

Miệng phun đặt cách thành buồng phản ứng là: $0,2 \times D_n = 0,2 \times 0,8 = 0,16 \text{ m} = 160 \text{ (mm)}$

Chiều dài miệng phun:

$$l_f = \frac{d_f}{2} \times \cot g \frac{\beta}{2} = \frac{31}{2} \times \cot g \frac{25^\circ}{2} = 70 \text{ (mm)}$$

Tổn thất áp lực tại miệng phun:

$$H = 0,06 \times (V_{f \text{ kinh tế}})^2$$

$$V_{f \text{ kinh tế}} = 1,13^2 \frac{q}{d^2 \times \mu} = 1,13^2 \times \frac{1,74 \times 10^{-3}}{0,031^2 \times 0,908} = 2,55 \text{ (m/s)}$$

$$H = 0,06 \times (2,55)^2 = 0,39 \text{ (m)}$$

Bảng 9.28 Thông số thiết kế ngăn phản ứng xoáy

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Diện tích ngăn phản ứng	m ²	0,52
Đường kính ngăn phản ứng	m	0,8
Đường kính ống dẫn nước vào	m	0,05
Vận tốc nước chảy trong ống	m/s	0,88
Đường kính miệng phun	mm	31
Khoảng cách giữa miệng phun và thành ngăn phản ứng	mm	160
Chiều dài miệng phun	mm	70
Tổn thất áp lực tại miệng phun	m	0,39

9.10.4 Tính Toán Thiết Kế Bể Lắng Đứng

Bể lắng đứng có nhiệm vụ loại bỏ bằng trọng lực các cặn hữu cơ có trong nước thải theo dòng chảy liên tục vào và ra bể, trong quá trình lắng các chất hữu cơ (SS) có thể lắng được và giảm được nồng độ các chất có trong nước thải với hiệu quả cao nhất.

- Lưu lượng nước thải vào bể: $150 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- Hàm lượng BOD vào bể: 31.226 mg/L ;
- Hàm lượng COD vào bể: 38.865 mg/L ;
- Hàm lượng SS từ nước thải ban đầu vào bể: 4.311 mg/L .

(1) Xác định kích thước bể

Diện tích cần thiết của bể lắng đứng:

$$F = \frac{Q}{L_s} = \frac{150(\text{m}^3 / \text{ngđ})}{40(\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{ngđ})} = 3,75 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

Q : lưu lượng nước thải trung bình ngày ($150 \text{ m}^3/\text{ngđ}$);

L_s : tải trọng bề mặt bể. Dựa vào Bảng 4.3 (Trịnh Xuân Lai, 1999), $L_s = 40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ngđ}$.

Tuy nhiên, đây không phải là diện tích thực của bể lắng đứng vì cấu tạo của bể lắng còn có một buồng phân phối trung tâm nằm ở giữa bể mà thật chất chính là ngăn phản ứng xoáy hình trụ. Vì vậy, diện tích thật của bể lắng đứng là:

$$S = F + f = 3,75 + 0,52 = 4,27 \text{ (m}^2\text{)}$$

Đường kính bể lắng đứng:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4,27}{3,14}} = 2,33 \text{ (m)}. \text{ Chọn } D = 2,4 \text{ (m)}$$

Thể tích bể lắng đứng:

Chiều cao vùng lắng trong bể lắng đứng theo quy phạm từ 2,5 – 5 m, chọn $H = 4 \text{ (m)}$.

$$\text{Vậy thể tích bể: } V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times H = \frac{3,14 \times 2,4^2}{4} \times 4 = 18 \text{ (m}^3\text{)}$$

Thời gian lưu nước trong bể:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{18 \times 24}{150} = 2,88 \text{ (h)}$$

(2) Xác định thể tích vùng chứa cặn

Chiều cao phần hình nón chứa cặn được xác định theo công thức:

$$h = \frac{D - d}{2 \times \text{tg}(90^\circ - \alpha)} \text{ (m)}$$

Trong đó:

D : đường kính bể lắng đứng, D = 2,4 (m);

d : đường kính đáy hình nón, chọn d = 1 m;

α : góc nghiêng của phần nón so với mặt phẳng ngang, ($\alpha = 50 - 60^\circ$), chọn $\alpha = 60^\circ$.

$$h = \frac{2,4 - 1}{2 \times \operatorname{tg}(90^\circ - 60^\circ)} = 1,21$$

Thể tích vùng chứa cặn được xác định theo công thức:

$$W = \frac{\pi \times h}{3} \left(\frac{D^2 + d^2 + D \times d}{4} \right) (\text{m}^3)$$

$$W = \frac{3,14 \times 1,21}{3} \left(\frac{2,4^2 + 1^2 + 2,4 \times 1}{4} \right) = 2,58 (\text{m}^3)$$

(3) Tính máng thu nước

Để thu nước đã lắng dùng hệ thống máng vòng chảy tràn xung quanh thành bể. Diện tích mặt cắt ngang của máng vòng được tính theo công thức:

$$s = \frac{Q}{V} = \frac{1,74 \times 10^{-3} (\text{m}^3 / \text{s})}{0,3 (\text{m} / \text{s})} = 0,006 (\text{m}^2)$$

Trong đó:

Q : lưu lượng nước thải vào bể;

v : vận tốc nước chảy trong máng, chọn v = 0,3 (m/s).

Thiết kế máng có tiết diện: 0,2 m x 0,2 m

Đường kính ống thoát nước sau bể lắng đứng:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,74 \cdot 10^{-3}}{3,14 \times 0,5}} = 0,07 (\text{m})$$

Theo (20 TCVN 53-84), vận tốc nước chảy trong ống thoát phải từ 0,4 (m/s), chọn v = 0,5 (m/s).

(4) Xác định hiệu quả khử BOD và SS

Theo (Trịnh Xuân Lai, 2000), hiệu quả khử BOD và SS được xác định theo công thức:

$$E = \frac{t}{a + b \times t}$$

Trong đó:

t : thời gian lưu nước, t = 2,88 (h);

a, b : giá trị hằng số thực nghiệm, tra bảng 4-5 (Trịnh Xuân Lai, 1999).

Hiệu quả khử BOD₅ của bể lắng đứng:

$$E_{BOD_5} = \frac{2,88}{0,018 + 0,02 \times 2,88} = 38\% \quad (a = 0,018; b = 0,02)$$

Hiệu quả khử SS của bể lắng đứng:

$$E_{SS} = \frac{2,88}{0,0075 + 0,014 \times 2,88} = 60\% \quad (a = 0,0075; b = 0,014)$$

Tuy nhiên, do bể lắng kết hợp với ngăn phản ứng xoáy nên quá trình lắng của kết tủa CaCO_3 cũng cùng lúc kéo theo các hạt cặn lắng xuống đáy. Do đó, xét chung 2 quá trình thì hiệu quả lắng sẽ tăng lên. Giả sử hiệu quả của quá trình khử SS và BOD tăng lên lần lượt là 70% và 40%. Vậy, nồng độ BOD và COD sau lắng như sau:

Nồng độ BOD sau lắng:

$$\text{BOD}_5 = 31.226 - (31.226 \times 40\%) = 18.736 \text{ (mg/L)}$$

Giả sử hiệu quả khử COD sau lắng bằng với BOD. Nồng độ COD sau lắng:

$$\text{COD} = 38.865 - (38.865 \times 40\%) = 23.319 \text{ (mg/L)}$$

Nồng độ SS sau lắng:

$$\text{SS} = 4.311 - (4.311 \times 70\%) = 1293,3 \text{ (mg/L)}$$

$$\text{Hàm lượng SS lắng xuống đáy bể} = 4.311 \times 0,7 = 3.017 \text{ (mg/L)} = 3,017 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

(5) Xác định thời gian tháo cặn ra khỏi bể

Lượng cặn sinh ra trong 1 ngày:

$$Q_c = 150 \text{ (m}^3\text{/ngđ)} \times (3 + 5,8) \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1.320 \text{ (kg/ngđ)}$$

Thể tích cặn sinh ra mỗi ngày. Giả sử khối lượng riêng của cặn là $400 \text{ (kg/m}^3\text{)}$.

$$V_c = 1.320 \text{ (kg/ngđ)} : 400 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 3,3 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$$

Thời gian xả cặn:

$$T = \frac{W}{W_c} = \frac{2,58 \text{ (m}^3\text{)}}{3,3 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}} = 0,8 \text{ (ngày)} = 19 \text{ (giờ/lần)}$$

Ống xả cặn được thiết kế có đường kính là 150 mm.

Bảng 9.29 Thông số thiết kế bể lắng đứng

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Diện tích bể	m ²	3,75
Đường kính bể lắng	m	2,4
Thể tích bể	m ³	18
Chiều cao vùng lắng	m	4
Thời gian lưu nước	h	2,88
Chiều cao vùng chứa cặn	m	1,2
Thể tích vùng chứa cặn	m ³	2,58
Máng thu theo chu vi bể	m x m	0,2 x 0,2
Đường kính ống thu nước ra	mm	70
Hiệu quả xử lý BOD	%	38
Hiệu quả xử lý SS	%	60
Nồng độ BOD sau lắng	mg/L	18.736

Bảng 9.29 Thông số thiết kế bể lắng đứng (tiếp theo)

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Nồng độ COD sau lắng	mg/L	23.329
Nồng độ SS sau lắng	mg/L	1293,3
Thời gian xả cặn	h	19
Lượng cặn sinh ra	kg/ngđ	1.320

9.10.5 Tính Toán Thiết Kế Bể Trung Gian

Bể trung gian có tác dụng bảo đảm lưu lượng cần thiết cho bơm hoạt động ổn định khi bơm vào bể UASB theo đúng vận tốc thiết kế.

Tổng lượng nước thải vào bể: $Q = 6,25 \text{ (m}^3/\text{h)}$.

Chọn thời gian lưu nước trong bể là 0,5 (h).

Thể tích bể trung gian:

$$V = \frac{Q}{t} = \frac{6,25(\text{m}^3 / \text{h})}{0,5(\text{h})} = 12,5 \text{ (m}^3)$$

Chọn chiều cao bể $H = 1,5 \text{ m}$

Bể trung gian được thiết kế có kích thước: $L \times B \times H = 4,2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$.

9.10.6 Tính Toán Thiết Kế Bể UASB

Thông số thiết kế

Công suất xử lý $Q_{\max} = 150 \text{ (m}^3/\text{ngđ)}$.

Đặc tính nước thải vào bể UASB:

- COD = 23.329 (mg/L);
- BOD = 18.736 (mg/L);
- SS = 1.293 (mg/L);
- N-NH₃ = 790 (mg/L);
- P_{tổng} = 55,8 (mg/L).

Đặc tính nước thải đầu ra theo mục đích thiết kế:

- COD = 2.000 (mg/L);
- SS = 100 (mg/L).

Hiệu quả làm sạch chất hữu cơ có trong thành phần nước thải của bể UASB:

$$E = \frac{23.329 - 2.000}{23.329} \times 100 = 91\%$$

Tính toán thiết kế bể UASB

(1) Xác định thể tích bể

Lượng chất hữu cơ (COD) cần khử trong 1 ngày:

$$G = Q_b (m^3/ngđ) \times (S_o - S) (kgCOD/m^3) = 150 \times (23,329 - 2) = 3.199,35 (kgCOD/h)$$

Trong đó:

S_o : nồng độ COD vào bể, $S_o = 23.329 (mg/L) = 23,329 (kg/m^3)$;

S : nồng độ COD đầu ra, $S = 2.000 (mg/L) = 2 (kg/m^3)$.

Dung tích phân xử lý kỵ khí cần thiết

$$V_n = \frac{G}{a} = \frac{3.119,35(kgCOD/ngđ)}{22(kgCOD/m^3.ngđ)} = 142 (m^3)$$

Với a là tải trọng khử COD của bể (tải trọng thiết kế cao nhất), tra bảng 12.1 (Trịnh Xuân Lai, 2000), chọn $a = 22 (kgCOD/m^3.ngđ)$.

Với hệ số hữu ích là 0,9, thể tích tổng cộng phần chứa hỗn hợp nước thải của bể:

$$V_L = \frac{V_n}{0,9} = \frac{142}{0,9} = 158 (m^3)$$

Thiết kế 3 bể UASB, vậy lưu lượng vào mỗi bể: $Q_b = \frac{Q}{3} = \frac{158}{3} \approx 53 (m^3/ngđ) = 2,2 (m^3/h)$.

(2) Xác định kích thước bể

Với tốc độ dòng nước thải phân bố từ dưới lên trong bể UASB chọn $v = 0,5 (m/h)$. Diện tích mặt cắt ngang của bể UASB:

$$F = \frac{Q_b}{v} = \frac{2,2(m^3/h)}{0,5(m/h)} = 4,4 (m^2)$$

Thiết kế bể UASB dạng hình tròn, đường kính bể được xác định theo công thức sau:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4,4}{3,14}} \approx 2,4 (m)$$

Chiều cao lớp nước trong bể:

$$H_L = \frac{V_L}{F} = \frac{158(m^3)}{4,4 \times 4(m^2)} \approx 9 (m)$$

Thiết kế 3 bể UASB, vậy chiều cao lớp nước trong mỗi bể $\frac{H_L}{3} = \frac{9}{3} = 3 (m)$

Tổng chiều cao của một bể UASB

$H = H_L + H_G = 3 + 2,5 = 5,5 (m)$ (H_G : chiều cao chụp thu khí, chọn $H_G = 2,5 m$)

Thời gian lưu nước trong mỗi bể:

$$t = \frac{V(m^3)}{Q(m^3/h) \times 3} = \frac{158}{2,2 \times 3} = 24 (h)$$

(3) Xác định thời gian lưu bùn trong mỗi bể UASB (SRT)

Thời gian lưu bùn được xác định dựa trên nền tảng công thức sau:

$$\text{Thời gian lưu bùn} = \frac{\text{lượng bùn có trong bể}}{\text{lượng bùn xả ra ngoài}}$$

Nồng độ bùn được tính theo nồng độ VSS, vậy công thức tương đương với công thức trên là:

$$\text{SRT} = \frac{VX}{(Q - Q_R)X_R + Q_R X_{TH}}$$

Trong đó:

- V : thể tích bể một UASB, $V = V_n : 3 = 53 \text{ (m}^3\text{)}$;
- X : nồng độ bùn trong bể UASB, chọn $X = 15 \text{ (kgVSS/m}^3\text{)}$;
- Q : lưu lượng nước thải vào mỗi bể, $Q = 50 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$;
- Q_R : lưu lượng bùn thải, $Q_R = 0 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$ (vì bùn xả theo nước sau xử lý)
- X_R : lượng bùn trôi theo dòng nước, $X_R = 0,1 \text{ (kgVSS/m}^3\text{)}$;
- X_{TH} : nồng độ bùn tuần hoàn, $X_{TH} = 0$. (vì trong UASB không có hệ thống tuần hoàn bùn)

$$\text{SRT} = \frac{53 \times 15}{50 \times 0,1} = 159 \text{ (ngđ)}$$

(4) Xác định sinh khối vi sinh vật sinh ra mỗi ngày

Lượng sinh khối vi sinh vật sinh ra mỗi ngày được tính theo công thức sau:

$$P_{bio} = \frac{Q \times Y \times (S_o - S)}{1 + k_d \text{SRT}} + \frac{f \times k_d \times Q \times Y \times (S_o - S) \times \text{SRT}}{1 + k_d \text{SRT}} = \frac{Q \times Y \times (S_o - S)}{1 + k_d \text{SRT}} (1 + f k_d \text{SRT})$$

Trong đó:

- Q : lưu lượng nước thải trong 1 bể, $Q = 50 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$;
- SRT : thời gian lưu bùn, $\text{SRT} = 159 \text{ (ngđ)}$;
- Y : hệ số thu hoạch, $Y = 0,3 \text{ (gVSS/gCOD)}$;
- f : 0,15 (gVSS/gVSS);
- k_d : hệ số phân hủy nội bào, $k_d = 0,03 \text{ (gVSS/gVSS.ngđ)}$;
- S_o : nồng độ COD trong nước thải đầu vào, $S_o = 23.329 \text{ (g/m}^3\text{)}$;
- S : nồng độ COD còn lại nước thải đầu ra, $S = 2.000 \text{ (g/m}^3\text{)}$.

$$P_{bio} = \frac{50 \times 0,3 \times (23.329 - 2.000)}{1 + 0,03 \times 159} (1 + 0,15 \times 0,03 \times 159) = 95.121 \text{ (gVS/ngđ)}$$

(5) Tính lượng khí CH₄ sinh ra trong bể UASB

Ta có phương trình phản ứng: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$

Từ phương trình phản ứng trên cho thấy cứ 1 mol khí metan cần 64 g O₂. Khi ở điều kiện tiêu chuẩn (0°C; 1 atm) thể tích của CH₄ là 22,4 (L). Vậy ta có được tốc độ phát sinh CH₄ ở điều kiện chuẩn là:

$$P_o = \frac{22,4 \text{ (L)}}{64 \text{ (gCOD)}} = 0,35 \text{ (L/gCOD)}$$

Đối với điều kiện không lý tưởng như (30°C; 1 atm) thể tích 1 mol CH₄ sẽ là:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0,082057 \times (30 + 273)}{1} = 25 \text{ (L)}$$

Vậy ở (30°C; 1atm), thể tích CH₄ là:

$$P_1 = \frac{25 \text{ (L)}}{64 \text{ (gCOD)}} = 0,39 \approx 0,4 \text{ (L/gCOD)}$$

Tốc độ sinh khí CH₄ ở 30°C là 0,4 (m³/kgCOD). Với nhiệt độ trung bình theo thực tế tại khu xử lý là 28°C. Vậy, tốc độ sinh khí CH₄ ở 28°C là:

$$P_{CH_4} = 0,4 \text{ (L/g)} \left(\frac{23.329 + 28}{23.329 + 35} \right) = 0,4 \text{ (L/g)}$$

Với hàm lượng COD tiêu thụ $G = 3.199,35$ (kgCOD/ngđ). Tốc độ khí sinh ra của từng bể:

$$V_K = 0,39 \text{ (L/g)} \times 3.199,35/4 \times 10^3 \text{ (g/ngđ)} = 415.915,5 \text{ (L/ngđ)} \approx 416 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$$

(6) Hệ thống phân phối nước vào bể UASB

Nước được bơm điều hòa vào mỗi bể UASB với $Q_b = 2,08$ (m³/h). Chọn bơm nước thải hiệu MENART KRT – 60 có các thông số kỹ thuật sau:

- Đường kính ống cấp nước : 60 mm;
- Lưu lượng xác định : 2,5 (m³/h);
- Chiều cao đẩy : 20 (m);
- Công suất : 1,5 kW.

Theo thiết kế có 3 bể UASB nên tại mỗi bể có 1 bơm cấp nước thải vào bể. Nước dẫn vào mỗi bể bằng đường ống chính có đường kính là 60 mm, khi dẫn vào bể sẽ phân đều ra các ống nhánh.

Chọn số ống nhánh cho mỗi bể là 10 ống (đường kính 25 mm), các ống này sẽ được bố trí đối xứng nhau nhưng so le qua trục ống chính. Khoảng cách giữa 2 ống nhánh là (400 mm).

(7) Tính máng thu nước ra khỏi bể UASB

Nước sau khi được xử lý trong bể UASB qua hệ thống tách pha, nước thải được thu dẫn ra ngoài bởi hệ thống máng rãnh cửa. Thiết kế, máng rãnh cửa có chiều cao là 8 (cm), góc của rãnh cửa là 45°, khoảng cách giữa 2 trục rãnh cửa là 20 (cm).

Diện tích mặt cắt ngang của mỗi máng được tính theo công thức:

$$f = \frac{Q}{v} = \frac{0,06 \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)}}{0,05 \text{ (m/s)}} = 0,013 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

Q : lưu lượng nước thải vào bể;

v : vận tốc nước chảy trong máng, chọn $v = 0,05$ (m/s).

Đáy của máng thu đặt cách miệng bể UASB 300 (mm).

Đường kính ống thu nước ra khỏi bể:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,06 \times 10^{-3}}{3,14 \times 0,15}} = 0,074 \text{ (m) chọn } D = 80 \text{ (mm)}.$$

(8) Hệ thống thu khí

Chụp thu khí có chiều cao tổng cộng là 2,5 m, trong đó phần thu khí hình trụ có đường kính là 0,4 m và cao là 0,5 m. Phần thu khí hình nón có góc nghiêng là 60°. Chụp thu khí hình nón được đặt cách miệng bể UASB 2 m.

Khí sinh ra được thu bằng ống nhựa PVC, đường kính ống 50 (mm).

(9) Hiệu quả xử lý của bể UASB

Hiệu quả khử COD : $E_{\text{COD}} = 91\%$

Hiệu quả khử BOD : giả sử hiệu quả khử BOD bằng COD

Nồng độ BOD còn lại sau qua bể UASB

$$\text{BOD}_5 = 18.736 - (18.736 \times 91\%) = 1.686 \text{ (mg/L)}$$

Nồng độ COD sau bể UASB

$$\text{COD} = 23.329 - (23.329 \times 91\%) = 2.100 \text{ (mg/L)}$$

(10) Xác định hàm lượng photpho cần thiết cho sự phát triển của vi sinh vật

Hệ số thu hoạch $Y = 0,3$ (kgVSS/kgCOD) (có nghĩa 1 kg COD bị phân hủy sinh ra 0,3 kgVSS).

$$\text{Lượng COD bị khử} = 150 \left(\frac{m^3}{ngđ} \right) \times (23.329 - 2.000) \left(\frac{mg}{L} \right) \times 10^{-3} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = 3.199,35 \text{ (kg/L.ngđ)}$$

$$\text{Lượng vi sinh vật tăng trưởng} = Y \times \text{lượng COD bị khử} = 0,3 \times 3.199,35 = 960 \text{ (kg)}$$

Ta có: $1 \text{ mol } C_5H_7O_2N \rightarrow 1 \text{ mol } N$

$$\begin{array}{cc} 113 \text{ g} & 14 \text{ g} \\ 960 \text{ kg} & 119 \text{ kg} \end{array}$$

$$\text{Với tỷ lệ } \frac{N}{P} = \frac{5}{1} \text{ suy ra khối lượng } P = \frac{119 \times 1}{5} = 24$$

$$\text{Vậy, COD : N : P} = 3.199 : 119 : 24 = 133 : 5 : 1$$

Hàm lượng photpho cần cung cấp

$$P = \frac{(S_0 - S) \times 1}{133} = \frac{(23.329 - 2000) \times 1}{133} = 160 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Hàm lượng photpho còn lại sau bể UASB:

$$P_{\text{còn}} = 55,8 - 160 = -104 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Vậy lượng photpho không đủ cho quá trình phát triển của VSV cần cung cấp thêm 104 (g/m³).

(11) Nồng độ Nitơ sau bể UASB

Lượng N-NH₄ cần cho quá trình phát triển của VSV:

$$\text{N-NH}_4 \text{ tiêu thụ} = 0,12 \times P_{\text{bio}} = 0,12 \times 95.121 = 11.415 \text{ (g/ngđ)}$$

Với P_{bio} là lượng sinh khối vi sinh vật sinh ra mỗi ngày, P_{bio} = 95.121 (gVSS/ngđ)

$$\text{Hàm lượng N-NH}_3 \text{ còn lại} = 790 - \frac{11.415 \text{ (g/ngđ)}}{150 \text{ (m}^3 \text{/ngđ)}} = 714 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Bảng 9.30 Thông số thiết kế bể UASB

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Số bể thiết kế	bể	3
Diện tích 1 bể	m ²	4,4
Đường kính mỗi bể	m	2,4
Thể tích mỗi bể	m ³	53
Chiều cao mỗi bể	m	5,5
Ổng thu nước ra khỏi bể	mm	80
Chiều cao 1 răng cưa	cm	8
Góc răng cưa	độ	45
Khoảng cách trục răng	mm	20
Chiều cao chụp thu khí	m	2,5
Góc nghiêng chụp thu khí	độ	60
Đường kính ống thu khí	mm	50
Thời gian lưu bùn	ngđ	159
Lượng khí CH ₄ sinh ra	m ³ /ngđ	416
Sinh khối vi sinh vật tạo ra	gVSS/ngđ	95.121
Hiệu quả xử lý	%	91
Nồng độ BOD sau xử lý	mg/L	1.686
Nồng độ COD sau xử lý	mg/L	2.100
Tỷ lệ COD : N : P	mg/L	133 : 5 : 1
Lượng Nitơ còn lại	mg/L	714

9.10.7 Bể Aerotank Dạng Mẻ (SBR) Kết Hợp Quá Trình Khử COD, Nitrate Hóa Và Khử Nitrate Hóa

Thông Số Thiết Kế

Lưu lượng nước thải: Q = 150 (m³/ngđ).

Đặc tính nước thải đầu vào:

- COD = 2.100 (g/m³);
- BOD = 1.686 (g/m³);
- TSS = 1.293 (g/m³);
- N-NH₄⁺ = 714;
- N-NO_x = 39 (g/m³);
- N_{tổng} = 420 (g/m³);
- Hàm lượng chất hữu cơ bay hơi trong cặn lơ lửng, VSS = 150 (mg/L).

Đặc tính nước thải sau xử lý:

- COD ≤ 80 (g/m³);
- BOD ≤ 20 (g/m³);
- SS ≤ 80 (g/m³);
- N-NH₃ ≤ 1 (g/m³).

Các thông số động học của bùn hoạt tính hiếu khí ở nhiệt độ 20°C:

- Y : hệ số thu hoạch, Y = 0,4 (gVSS/gBOD);
- k_d : hệ số phân hủy nội bào, k_d = 0,12 (gVSS/gVSS.ngđ);
- μ_m : tốc độ tăng trưởng cực đại, μ_m = 6 (gVSS/gVSS.ngđ);
- K_s : hàm lượng cơ chất ứng với tốc độ tăng trưởng bằng ½ tốc độ tăng trưởng cực đại, K_s = 20 (gCOD/m³);
- f_d = 0,15 (gVSS/gVSS).

Các thông số động học của bùn hoạt tính nitrate hóa ở nhiệt độ 20°C:

- Y_n : hệ số thu hoạch, Y_n = 0,12 (gVSS/gN-NH₄⁺);
- k_{dn} : hệ số phân hủy nội bào, k_{dn} = 0,08 (gVSS/gVSS.ngđ);
- μ_{mn} : tốc độ tăng trưởng cực đại, μ_{mn} = 0,75 (gVSS/gVSS.ngđ);
- K_n : hàm lượng cơ chất ứng với tốc độ tăng trưởng bằng ½ tốc độ tăng trưởng cực đại, K_n = 0,74 (g N-NH₄⁺/m³);
- K_o = 0,5 (g/m³).

Tính Toán Thiết Kế Bể SBR

(1) Xác định chu kỳ vận hành bể SBR

Thời gian của một mẻ xử lý được xác định theo công thức sau:

$$T_C = t_F + t_A + t_S + t_D + t_i$$

Trong đó:

- T_C : tổng thời gian xử lý của một mẻ;
- t_F : thời gian làm đầy;
- t_A : thời gian thổi khí;
- t_S : thời gian lắng;
- t_D : thời gian xả nước sau xử lý;
- t_i : thời gian chờ nạp nước.

Theo nguyên tắc hoạt động của SBR thì phải có 2 bể cùng làm việc 1 lúc. Một bể ở giai đoạn làm đầy, bể thứ 2 hoạt động trong những giai đoạn còn lại. Vậy số bể SBR được chọn thiết kế là 2 bể. Khi bể 1 diễn ra các hoạt động như thổi khí, lắng, xả, nước thải sẽ được dẫn sang bể thứ 2. Dựa vào nguyên tắc hoạt động của bể SBR có được thời gian làm đầy của một bể là:

$$t_F = t_A + t_S + t_D$$

Chọn các chỉ tiêu thời gian: t_A = 3,5 (h), t_S = 0,5 (h), t_D = 0,5 (h), t_i = 0 (h).

$$t_F = 3,5 + 0,5 + 0,5 = 4,5 \text{ (h)}$$

Thời gian của một chu kỳ:

$$T_C = t_F + t_A + t_S + t_D + t_i = 4,5 + 3,5 + 0,5 + 0,5 = 9 \text{ (h)}$$

$$\text{Số chu kỳ (mẻ) làm việc của một bể trong ngày} = \frac{24 \text{ (h/ngđ)}}{9 \text{ (h/mẻ)}} = 2,6 \approx 3 \text{ (mẻ)}$$

Tổng số mẻ trong một ngày = 2 (bể) x 3 (mẻ/bể.ngđ) = 6 (mẻ/ngđ).

Thể tích nước thải vào bể trong một chu kỳ:

$$V_F = \frac{150(m^3 / \text{ngđ})}{6(\text{mẻ} / \text{ngđ})} = 25 \text{ (m}^3\text{/mẻ)}$$

(2) Xác định tỷ lệ giữa thể tích nước thải cho vào (V_F) với tổng thể tích bể (V_T)

Cân bằng khối lượng chất rắn trong bể được biểu diễn như sau:

$$V_T \times X = V_s \times X_s$$

Trong đó:

V_T : tổng thể tích nước trong bể (m^3);

X : nồng độ chất rắn vào bể (g/m^3);

V_s : thể tích nước còn lại sau khi xả nước (m^3);

X_s : nồng độ chất rắn tại vùng lắng (g/m^3).

Bùn sử dụng trong bể SBR là bùn septic, chọn chỉ số lắng của bùn $\text{SVI} = 150 \text{ (mg/L)}$, nồng độ chất rắn trong vùng lắng được xác định theo công thức:

$$\text{SVI} = \frac{\text{Thể tích bùn lắng (mL/L)}}{X_s \text{ (mg/L)} \times 10^{-3} \text{ (g/mg)}}$$

$$\Rightarrow X_s = \frac{10^3 \text{ (ml/l)} \times 10^3 \text{ (mg/g)}}{150 \text{ (ml/g)}} = 6.667 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Chọn nồng độ chất rắn trong nước thải vào bể là $3.500 \text{ (g/m}^3\text{)}$.

$$\frac{V_s}{V_T} = \frac{X}{X_s} = \frac{3.500}{6.667} = 0,52$$

Chọn thể tích lớp nước trên lớp bùn lắng chiếm 20% V_s đã tính.

$$\frac{V_s}{V_T} = 1,2 \times 0,52 = 0,63$$

Ta có: $V_T = V_F + V_s$ (V_F : thể tích phần nước trong bể);

$$\Rightarrow \frac{V_F}{V_T} = 1 - \frac{V_s}{V_T} = 1 - 0,63 = 0,37$$

Khi thiết kế bể SBR thường điều chỉnh sao cho lớp nước xả ra chiếm 40% tổng lớp nước có trong bể. Vậy, tỷ lệ $V_F/V_T = 0,37$ là phù hợp.

(3) Xác định thời gian lưu nước tổng cộng

$$V_T = \frac{V_F(m^3/be)}{0,4} = \frac{25(m^3/be)}{0,4} = 62,5 (m^3/bể)$$

Thời gian lưu nước trong bể:

$$t = \frac{V_T(m^3/be) \times 24(h/ngđ)}{Q_b(m^3/ngđ)} = \frac{62,5 \times 24 \times 2}{150} = 20 (h)$$

(4) Xác định kích thước bể SBR

Như đã tính toán, tổng thể tích mỗi bể là 62,5 (m³). Bể được thiết kế có dạng hình chữ nhật có kích thước như sau:

$$L \times B \times H = 7 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}.$$

Trong đó phần chiều sâu H = 3 m đã tính chiều cao bảo vệ h_{bv} = 0,3 m.

(5) Xác định thời gian lưu bùn

$$P_{x,vss} \times SRT = V_T \times X_{MLSS}$$

Trong đó:

V_T : thể tích một bể SBR, V_T = 62,5 (m³);

X_{MLSS} : nồng độ bùn trong bể, chọn X_{MLSS} = 3.000 (g.VSS/m³).

Ta có: V_T × X_{MLSS} = 62,5 (m³) × 3 (kg.VSS/m³) = 187,5 (kg.VSS)

Giá trị P_{x,vss} × SRT được tính theo công thức sau:

$$P_{x,vss} \times SRT = \frac{QY(S_o - S)SRT}{[1 + k_d SRT] \times 10^3} + \frac{QY_n(NO_x)SRT}{[1 + k_{dn} SRT] \times 10^3} + \frac{f_d k_d QY(S_o - S)(SRT)^2}{[1 + k_d SRT] \times 10^3}$$

$$P_{x,vss} \times SRT = \frac{QY(S_o - S)SRT}{[1 + k_d SRT] \times 10^3} (1 + f_d k_d SRT) + \frac{QY_n(NO_x)SRT}{[1 + k_{dn} SRT] \times 10^3}$$

Trong đó:

S_o = COD_{in} = 2.100 (g/m³);

S = COD_{ef} = 50 (g/m³) ⇒ S_o - S = 2.050 (g/m³);

Q = lượng nước vào bể trong 1 ngày đêm, Q = 75 (m³/ngđ);

NO_x = 39 (g/m³);

TSS = 1.293 (g/m³);

Y = 0,4 (g.VSS/g.COD);

k_d²⁵ = k_d²⁰ × θ⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,12(1,04)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,14 (g/g.ngđ);

Y_n = 0,12 (g.VSS/g.NO_x);

k_{dn}²⁵ = k_{dn}²⁰ × θ⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,08(1,04)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,10 (g/g.ngđ).

$$P_{x,vss} \times SRT = \frac{(75 \times 0,4 \times 2.050) \times SRT}{(1 + 0,14 + SRT) \times 10^3} (1 + 0,15 \times 0,14 \times SRT) + \frac{(75 \times 0,12 \times 39) \times SRT}{(1 + 0,1 \times SRT) \times 10^3}$$

$$P_{x,vss} \times SRT = \frac{61,5 \times SRT}{(1 + 0,14 \times SRT)} (1 + 0,021 \times SRT) + \frac{0,35 \times SRT}{(1 + 0,1 \times SRT)}$$

Ta có: $P_{x,vss} \times SRT = V_T \times X_{MLSS}$

$$\Leftrightarrow \frac{61,5 \times SRT}{(1 + 0,14 \times SRT)} (1 + 0,021 \times SRT) + \frac{0,35 \times SRT}{(1 + 0,1 \times SRT)} = 188$$

$$\Leftrightarrow 0,129 \times SRT^3 + 4,875 \times SRT^2 + 16,73 \times SRT - 188 = 0$$

Giải phương trình trên ta được kết quả $SRT = 4,5$ (ngày).

(6) Xác định lượng N-NH₄⁺ bị oxy hóa thành NO_x

Ta có phương trình cân bằng nitơ:

$$NO_x = \text{Nitơ tổng} - N_e - 0,12P_{x, \text{bio}}/Q$$

Trong đó:

$N_{\text{tổng}}$: 420 (g/m³);

N_e : hàm lượng N-NH₄⁺ trong nước thải sau quá trình nitrate hóa, $N_e = 1$ (g/m³);

$P_{x, \text{bio}}$: khối lượng sinh khối sinh ra.

$$P_{x, \text{bio}} = \frac{QY(S_o - S)SRT}{[1 + k_d SRT]} + \frac{QY_n(NO_x)}{[1 + k_{dn} SRT]} + \frac{f_d k_d QY(S_o - S)SRT}{[1 + k_d SRT]}$$

$$P_{x, \text{bio}} = \frac{QY(S_o - S)}{[1 + k_d SRT]} (1 + f_d k_d SRT) + \frac{QY_n(NO_x)}{[1 + k_{dn} SRT]}$$

$$P_{x, \text{bio}} = \frac{75 \times 0,4 \times 2.050}{1 + 0,14 \times 4,5} (1 + 0,15 \times 0,14 \times 4,5) + \frac{75 \times 0,12 \times 39}{(1 + 0,1 \times 4,5)}$$

$$P_{x, \text{bio}} = 41.538 \text{ (g/ngđ)}$$

$$\Rightarrow N_{-NH_4^+} = 420 - 1 - \frac{0,12 \times 41.538}{75} = 352 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

(7) Kiểm tra khả năng nitrate hóa để xác định bao nhiêu N-NH₄ bị oxy hóa

Giả sử lượng N-NH₄ đã bị oxy hóa hoàn toàn và lượng NO_x tạo thành:

$$NO_x = 352 \text{ (g/m}^3\text{)} = \text{lượng N-NH}_4 \text{ trong dòng nước thải vào bể.}$$

Lượng N-NH₄ cần nitrate hòa trong nước thải vào bể trong một mẻ:

$$V_F(NO_x) = 25 \text{ (m}^3\text{)} \times 352 \text{ (g/m}^3\text{)} = 8.800 \text{ (g)}$$

Nồng độ NO_x còn lại trong bể trước khi thêm nước vào = $V_S(N_e)$ (với N_e : nồng độ N-NH₄ đầu ra, $N_e = 1$ (g/m³)).

$$V_S(N_e) = (V_T - V_F) \times (N_e) = (62,5 - 25) \times 1 = 37,5 \text{ (g)}$$

$$\text{Tổng lượng N-NH}_3 \text{ cần oxy hóa trong mỗi mẻ} = 13.358 + 37,5 = 13.395,5 \text{ (g)}$$

Nồng độ N_{-NH_4} ban đầu:

$$N_0 = \frac{13.395,5}{V_T(m^3)} = \frac{13.395,5(g)}{62,5(m^3)} = 214 (g/m^3)$$

(8) Xác định thời gian sục khí

Thời gian sục khí cần thiết sau khi bể đã được làm đầy nước và đạt được nồng độ N_{-NH_4} như mong muốn, thời gian sục khí được xác định theo công thức sau:

$$K_n \ln\left(\frac{N_0}{N_t}\right) + (N_0 - N_t) = X_n \left(\frac{\mu_{mn}}{Y_n}\right) \left(\frac{DO}{K_o + DO}\right) \times t (*)$$

Trong đó:

- X_n : nồng độ vi khuẩn Nitrate hóa (g/m^3);
- N_0 : 144 (mg/l);
- N_t : 1 (mg/l);
- SRT : 4,5 (ngày);
- Y_n : hệ số thu hoạch, $Y = 0,12$ (gVSS/g N_{-NH_4});
- K_{dn} : hệ số phân hủy nội bào, $k_{dn} = 0,1$ (gVSS/gVSS.ngđ);
- μ_n^{25} : 0,75 (1,07)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 1,05 (g/g.ngđ);
- K_n^{25} : 0,74(1,053)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,96 (g/m^3);
- K_o : 0,5 (g/m^3).

Nồng độ vi khuẩn nitrate hóa được tính theo công thức sau:

$$X_n = \frac{QY(NO_x)SRT}{(1 + k_{dn}SRT)V} = \frac{75 \times 0,12 \times 352 \times 4,5}{[1 + (1 \times 4,5)] \times 62,5} = 41 (g/m^3)$$

$$\text{Phương trình (*)} \Leftrightarrow 0,96 \ln\left(\frac{145}{1}\right) + (145 - 1) = 41 \left(\frac{1,05}{0,12}\right) \left(\frac{2}{0,5 + 2}\right) \times t$$

Từ phương trình trên, suy ra được thời gian $t = 0,5$ (ngđ) = 12 (h).

(9) Xác định đường ống xả nước

Thể tích nước xả = thể tích nước cho vào bể = $V_F = 62,5$ (m^3)

Thời gian xả nước $t_D = 30$ (phút)

Tốc độ xả nước:

$$q_b = \frac{62,5(m^3)}{30} = 2,08 (m^3/\text{phút}) = 35 (l/s)$$

Tra bảng tính toán thủy lực cống và mương thoát nước ta chọn được đường kính ống xả là 200 (mm).

(10) Tính toán nhu cầu oxy cho một bể SBR

Theo (Trịnh Xuân Lai, 2000), lượng oxy cần thiết cho quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học để làm sạch BOD, oxy hóa $N-NH_4$ thành NO_x được tính theo công thức sau:

$$R_o = \frac{Q(S_o - S)}{1.000 \times f} - 1,42P_{x, \text{bio}} + \frac{4,57Q(\text{NO}_x)}{1.000} \text{ (kg.O}_2\text{/ngđ)}$$

Trong đó:

- R_o : lượng oxy cần thiết (kg.O₂/ngđ);
 NO_x : hàm lượng nitơ chuyển hóa thành NO_x, NO_x = 352 (g/m³);
 $P_{x, \text{bio}}$: lượng sinh khối sinh ra trong một ngày, $P_{x, \text{bio}} = 41,5$ (kg/ngđ).
 1,42 : hệ số chuyển đổi từ tế bào sang COD;
 4,57 : hệ số sử dụng oxy khi oxy hóa NH₄⁺ thành NO_x;
 f : hệ số chuyển đổi từ BOD₅ sang COD, thường lấy từ 0,45 – 0,68, chọn f = 0,68.

$$R_o = \frac{75 \times 2.050}{1.000 \times 0,68} - 1,42 \times 41,5 + \frac{4,75 \times 75 \times 352}{1.000} = 293 \text{ (kg.O}_2\text{/ngđ)}$$

(11) Xác định lưu lượng không khí

Theo (Trịnh Xuân Lai, 2000) lượng không khí cần thiết được tính theo công thức:

$$Q_k = \frac{\text{OC}_t \text{ (kg/ngđ)} \times 1.000 \text{ (g/kg)}}{\text{OU (g/m}^3\text{)}} \times f$$

Trong đó:

- OC_t : lượng oxy cần thiết, $\text{OC}_t = 293$ (kg.O₂/ngđ);
 f : hệ số an toàn, thường từ 1,5 – 2, chọn f = 1,5;
 OU : công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị phân phối khí tính theo gam oxy cho 1 m³ không khí.

Ta có: $\text{OU} = \text{O}_u \times h$. Với:

- O_u : công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị tạo bọt khí kích thước trung bình trong điều kiện trung bình, $\text{O}_u = 4,5$ (g.O₂/m³.m) tra Bảng 7.2 (Trịnh Xuân Lai, 2000);
 h : độ sâu lớp nước của thiết bị phân phối khí, chọn h = 2,5 m.

Suy ra, $\text{OU} = \text{O}_u \times h = 4,5 \times 2,5 = 11,25$ (g.O₂/m³).

Lượng không khí cần thiết tính theo công thức:

$$Q_k = \frac{293(\text{kg/ngđ}) \times 1.000(\text{g/kg})}{11,25(\text{g/m}^3)} \times 1,5 = 39.067 \text{ (m}^3\text{/ngđ)} = 0,45 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

(12) Thiết kế đường ống cấp khí

Hệ thống cung cấp khí vào bể được làm bằng thép, có dạng hình xương cá, đặt cách đáy bể 0,25 m. Đường ống dẫn khí vào bể được chia thành 2 nhánh chính có chiều dài là 7 m và đặt cách đáy bể 0,25 m. Mỗi ống nhánh chính có 20 ống nhánh phụ có chiều dài 0,86 m và đặt cách nhau 0,8 m. Trên mỗi nhánh phụ đục một hàng lỗ, khoảng cách các lỗ 100 mm. Tổng số lỗ trên 1 nhánh phụ là 9 lỗ.

Chọn đường kính ống chính D = 150 mm, vận tốc khí trong ống cấp chính:

$$v = \frac{4 \times 0,5 \text{ (m}^3\text{/s)}}{2 \times 3,14 \times (0,15)^2 \text{ (m}^2\text{)}} = 14 \text{ (m/s)}$$

Thỏa quy phạm là $10 < v < 15$ (m/s) (Lai, 2000)

$$\text{Lượng khí qua mỗi ống nhánh phụ: } q_n = \frac{0,5 \text{ (m}^3/\text{s)}}{2 \times 20} = 0,0125 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Chọn đường kính ống cấp khí nhánh: $d = 50 \text{ mm}$.

Kiểm tra vận tốc khí trong ống cấp khí nhánh:

$$v_k = \frac{4 \times 0,0125 \text{ (m}^3/\text{s)}}{3,14 \times (0,05)^2 \text{ (m}^2)} = 6,4 \text{ (m/s)}$$

Lưu lượng khí qua mỗi lỗ phân phối khí trên ống nhánh phụ:

$$q_{lỗ} = \frac{0,5 \text{ (m}^3/\text{s)}}{2 \times 20 \times 9} = 0,0014 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Chọn đường kính lỗ thoát khí, $d = 15 \text{ mm}$, vận tốc khí qua lỗ phân phối:

$$v_p = \frac{4 \times 0,0014 \text{ (m}^3/\text{s)}}{3,14 \times (0,015)^2 \text{ (m}^2)} = 7,9 \text{ (m/s)}$$

(13) Tính toán công suất máy thổi khí

Tổn thất áp lực của ống cấp khí:

$$h = h_d + h_c = \left(\frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g} \times \gamma \text{ (m)} \quad (*)$$

Trong đó:

l, D : chiều dài và đường kính ống dẫn (m);

g : gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ (m/s}^2)$;

γ : tỉ trọng của khí, $\gamma = 1,3 \text{ (kg/m}^3)$;

v : vận tốc chuyển động của không khí trong ống dẫn và qua hệ thống phân phối từ 10 -15 (m/s), chọn $v = 12 \text{ (m/s)}$;

$\sum \zeta$: hệ số sức cản cục bộ tra theo sách thủy lực;

λ : hệ số nhám, đối với các ống dẫn kể trên có thể tính theo công thức:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,011}{D} = 0,0125 + \frac{0,011}{0,12} = 0,1$$

Chiều dài ống thổi khí khoảng 16 m. Tổn thất áp lực cục bộ lấy bằng 15% tổn thất áp lực theo chiều dài đường ống cấp khí.

$$h = h_d + h_c = \left(\frac{\lambda l}{D} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g} \times \gamma = (1 + 0,15) \left(\frac{\lambda l}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \times \gamma \text{ (m)}$$

$$h = (1 + 0,15) \left(\frac{0,1 \times 16}{0,12} \right) \left(\frac{12^2}{2 \times 9,81} \right) \times 1,3 = 146 \text{ (m)}$$

Cột áp cần thiết của máy thổi khí: $H_m = h + h_l + H \text{ (m)}$

Trong đó:

h : tổn thất do ma sát, $h = 146 \text{ (m)}$;

h_1 : tổn thất qua vòi phun (m), giả sử tổn thất qua vòi phun không đáng kể so với tổng tổn thất áp lực, $h_1 = 0$;

H : độ sâu ngập nước của miệng vòi phun, $H = 2,5$ (m).

$$H_m = 146 + 2,5 = 148,5 \text{ (m)}$$

Theo (Trịnh Xuân Lai, 2000), áp lực máy thổi khí tính theo atmophe như sau:

$$P_m = \frac{H_m}{10,12} = \frac{148,5}{10,12} = 14,6 \text{ (atm)}$$

Công suất máy nén khí (tính theo quá trình nén đoạn nhiệt):

$$P = \frac{GRT_1}{29,7 n \cdot e} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

Trong đó:

P_m : công suất yêu cầu của máy nén khí (kW);

G : trọng lượng của dòng không khí (kg/s);

$$G = Q_k \text{ (m}^3\text{/s)} \times 1,3 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 0,67 \times 1,3 = 0,871 \text{ (kg/s)}$$

R : hằng số khí, đối với không khí, $R = 8,314$ (kJ/kmol $^\circ$ K);

T_1 : nhiệt độ tuyệt đối của không khí đầu vào, $^\circ\text{K} = 273 + 25^\circ\text{C} = 298^\circ\text{C}$;

P_1 : áp lực tuyệt đối của không khí đầu vào, $P_1 = 1$ (atm);

P_2 : áp lực tuyệt đối của không khí đầu ra, $P_2 = P_m + 1$ (atm) = $14,6 + 1 = 15,6$ (atm);

e : hiệu suất máy từ 0,7 – 0,8, chọn $e = 0,75$;

$$n = \frac{K-1}{K} = 0,283 \text{ vì đối với không khí } K = 1,395.$$

$$P = \frac{0,871 \times 8,314 \times 298}{29,7 \times 0,283 \times 0,75} \left[\left(\frac{15,6}{1} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

$$P = 405 \text{ (kW)}$$

Vậy chọn 2 máy thổi khí cung cấp cho 2 bể có công suất là 405 (kW).

(14) Xác định lượng bùn sinh ra mỗi ngày (tính cho một bể SBR)

Lượng bùn sinh ra mỗi ngày được xác định theo công thức:

$$P_{X,TSS} = \frac{V(MLSS)}{SRT} = \frac{62,5(m^3 / be) \times 3.500(g / m^3)}{4,5(ngd) \times 10^3} = 49 \text{ (kg/ngđ)}$$

Lượng bùn cần xả hàng ngày:

$$P_w = P_{X,TSS} \text{ (kg/ngđ)} - Q \times SS_{ef} \times 10^{-3} \text{ (kg/ngđ)}$$

$$P_w = 49 - (75 \times 80) \times 10^{-3} = 40,12 \text{ (kg/ngđ)}$$

Lượng bùn cần xả hàng ngày (Q_w) từ đáy bể:

$$SRT = \frac{V (m^3) \times X (g/m^3)}{(Q - Q_w) (m^3/ngđ) \times X (g/m^3) + Q (m^3/ngđ) \times X (g/m^3)}$$

Trong đó:

- V : thể tích 1 bể SBR, V = 62,5 (m³);
 X : nồng độ bùn trong bể SBR, X = 3.000 (g/m³);
 Q_w : lưu lượng bùn cần xả hằng ngày (m³/ngđ);
 X_r : nồng độ bùn sau lắng, chọn X_r = 8333 (g/m³) (WEF, 1998);
 X_e : nồng độ bùn trong nước thải sau khi lắng, X_e = 80 (g/m³).

$$SRT = \frac{62,5 \times 3.000}{(75 - Q_w) \times 80 + Q_w \times 8.333} = 4,3$$

$$\Leftrightarrow Q_w = 4,3 (m^3/ngđ)$$

(15) Xác định lượng nitrate bị khử trong thời gian cho nước vào bể SBR

Nồng độ N₂O₃⁻ tạo ra trong bể là N₀ = 145 (g/m³).

Tổng lượng N₂O₃⁻ = 145 (g/m³) x V (m³) = 145 x 62,5 = 9.062,5 (g)

Xác định hằng số tốc độ khử nitrate hóa đặc biệt (SDNR_b) trong thời gian cho nước vào bể

Sinh khối vi sinh vật (P_{bio}):

$$P_{bio} = \frac{QY(S_0 - S)}{(1 + k_d SRT) \times 10^3} = \frac{75 \times 0,4 \times 2.050}{(1 + 0,14 \times 4,5) \times 10^3} = 38 (kg/ngđ)$$

Nồng độ sinh khối vi sinh vật (X_b):

$$X_b = \frac{P_{bio} (kg / ngđ) \times SRT (ngđ)}{V (m^3)} = \frac{38 \times 4,5}{62,5} = 2,736 (kg/m^3) = 2.736 (g/m^3)$$

$$Tỉ lệ F/M_b = \frac{Q (m^3 / ngđ) \times S_0 (g / m^3)}{V (m^3) \times X_b (g / m^3)} = \frac{75 \times 2.100}{62,5 \times 2.736} = 0,92 (g/g.ngđ)$$

Từ tỉ lệ F/M_b = 0,92 suy ra giá trị SDNR_b tại 20°C là 0,2 (g/g.ngđ)

Giá trị SDNR_b tại 25°C: SDNR_b²⁵ = SDNR_b²⁰ (θ)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,2(1,026)⁽²⁵⁻²⁰⁾ = 0,22 (g/g.ngđ)

Lượng N₂O₃⁻ bị khử:

$$NO_x = SDNR_b^{25} (g/g.ngđ) \times X_b (g/m^3) \times V_T (m^3)$$

$$NO_x = 0,22 \times 2.7360 \times 62,5 = 37.620 (g/ngđ)$$

Lượng N₂O₃⁻ bị khử trong thời gian 4,5 giờ cho nước vào bể:

$$NO_x = \frac{37.620 (g / ngđ) \times 4,5 (h)}{24 (h / ngđ)} = 7.054 (g)$$

$$\text{Nồng độ N}_2\text{O}_3^- \text{ còn lại trong nước thải} = \frac{9.062,5 (g) - 7.054 (g)}{62,5} = 32 (g/m^3)$$

(16) Hiệu quả xử lý của bể SBR

$$\text{Hiệu quả xử lý COD} = \frac{2.100 - 80}{2.100} = 96\%$$

Hàm lượng COD còn lại trong nước thải = $2.100 \times (100 - 96)/100 = 84$ (mg/L).

Hiệu quả xử lý BOD₅:

Vì BOD₅ = 75,75 COD nên hàm lượng BOD₅ còn lại = $75,75\% \times 84 = 64$ (mg/L)

Lượng photpho cần thiết cho quá trình phát triển của vi sinh vật được tính theo tỉ lệ BOD₅ : Nitơ : Photpho = 100 : 5 : 1.

Hàm lượng photpho cần cung cấp:

$$P = \frac{(S_o - S) \times 1}{100} = \frac{(1686 - 64)}{100} = 16,2 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Bảng 9.31 Thông số thiết kế bể SBR

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Số bể SBR	Bể	2
Số mẻ làm việc trong ngày của 1 bể	Mẻ	3
Thể tích bể 1 bể	m ³	62,5
Tỷ lệ V _F /V _T	-	0,4
Thời gian lưu nước 1 bể (HRT)	h	20
Chiều dài 1 bể	m	7
Chiều rộng 1 bể	m	3
Chiều cao 1 bể	m	3
Thời gian lưu bùn trong 1 bể (SRT)	ngày	4,5
Lượng N-NH ₄ ⁺ bị oxy hóa	g/m ³	352
Thời gian sục khí	h	12
Đường kính ống xả nước	mm	200
Nhu cầu oxy cho 1 bể SBR	Kg.O ₂ /ngđ	293
Lượng khí cần thiết cấp cho 1 bể	m ³ /s	0,45
Đường kính ống cấp khí chính	mm	150
Đường kính ống cấp khí nhánh	mm	50
Đường kính lỗ thoát khí	mm	15
Số lượng máy cấp khí	Máy	2
Công suất máy cấp khí	kW	405
Lượng bùn sinh ra mỗi ngày	m ³ /ngđ	4,3
Hiệu quả xử lý của bể	%	96
Nồng độ BOD sau xử lý	mg/l	64
Nồng độ COD sau xử lý	mg/l	84

9.10.8 Bể Nén Bùn Trọng Lực

Bể nén bùn tiếp nhận bùn chủ yếu từ bể SBR.

Lượng bùn sinh ra hàng ngày từ 2 bể SBR, $Q = 4,3 \times 2 = 8,6$ (m³/ngđ);

Tỷ trọng của bùn hoạt tính hiếu khí, $s = 1,005$;

Phần trăm chất rắn dao động từ 0,5 – 1,5%, chọn %S = 1%.

Khối lượng bùn ướt:

$$M = Q \text{ (m}^3/\text{ngđ)} \times s \times \rho_w \text{ (kg/m}^3) = 8,6 \times 1,005 \times 1000 = 8.643 \text{ (kg/ngđ)}$$

Khối lượng bùn khô:

$$m = M \text{ (kg/ngđ)} \times \%S = 8.643 \times 0,01 = 86,43 \text{ (kg/ngđ)}$$

(1) Kích thước bể

Chọn tải trọng chất rắn là $L_s = 55 \text{ (kg/m}^2 \cdot \text{ngđ)}$, diện tích bề mặt bể được tính theo công thức:

$$A = \frac{m \text{ (kg / ngđ)}}{L \text{ (kg / m}^2 \cdot \text{ngđ)}} = \frac{86,43}{55} = 1,6 \text{ (m}^2)$$

$$\text{Đường kính bể nén bùn: } D = \sqrt{\frac{4 \times A \text{ (m}^2)}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,6}{3,14}} = 1,5 \text{ (m)}$$

Đường kính ống trung tâm lấy bằng 20% đường kính bể, $d = 0,2 \times D = 0,2 \times 1,5 = 0,3 \text{ (m)}$.

Diện tích phần phân phối trung tâm:

$$a = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times (0,3)^2}{4} = 0,07 \text{ (m}^2)$$

Tổng diện tích bể: $A_T = A + a = 1,6 + 0,07 = 1,67 \text{ (m}^2)$

$$D_T = \sqrt{\frac{4 \times A \text{ (m}^2)}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,67}{3,14}} \approx 1,5 \text{ (m)}$$

$$\text{Chiều cao phần chứa bùn: } h_s = \frac{Q \text{ (m}^3 / \text{ngđ)} \times \theta_c \text{ (ngđ)}}{A_T \text{ (m}^2)} = \frac{8,6 \times 0,5}{1,67} = 2,6 \text{ (m)}$$

(Thời gian lưu bùn trong bể nén bùn ly tâm là 12 (h) = 0,5 (ngày))

(2) Máng thu nước

Phần nước ra khỏi bể nén bùn được thu bởi máng thu xung quanh chu vi bể, cách miệng bể 300 mm.

Chọn kích thước máng thu: $B \times H = 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$

(3) Kích thước hố thu cặn

Chiều cao hố thu cặn: $H = 0,3 \text{ m}$;

Bề mặt hố thu cặn rộng 0,46 m;

Kích thước đáy hố thu cặn rộng 0,2 m.

Bên cạnh đó, để tập trung bùn về hố thu cặn, trong bể nén bùn bố trí một máy gạt cặn. Vận tốc chuyển động quay của máy gạt cặn là 0,03 vòng/phút.

Bảng 9.32 Thông số thiết kế bể nén bùn trọng lực

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Khối lượng bùn ướt	kg/ngđ	8.643
Khối lượng bùn khô	kg/ngđ	86,43
Đường kính bể	m	1,5
Đường kính ống trung tâm	m	0,3
Diện tích bể	m ²	1,67
Chiều cao vùng chứa bùn	m	2,6
Thời gian lưu bùn	h	12
Kích thước máng thu B x H	m	0,15 x 0,15
Kích thước hố thu B x H	m	0,46 x 0,3

9.10.9 Máy Ép Bùn

Cặn từ bể nén bùn được đưa đến máy ép bùn để làm giảm thể tích và độ ẩm, sau đó bùn được đưa đi chôn lấp. Thể tích cặn của máy ép bùn là 8.436 (kg/ngđ) (lượng bùn từ bể nén bùn). Chế độ làm việc cho máy ép bùn là hoạt động 8 (h/ngày) có 2 máy, làm việc 5 ngày 1 tuần. Vì vậy bùn từ bể nén bùn chỉ bơm vào máy ép bùn 8 (h/ngày).

Lượng bùn đã cô đặc bơm đi mỗi giờ: $\frac{8.643 \times 7}{2 \times 5 \times 8} = 756 \text{ (kg/h)}$

Thời gian lưu bùn cô đặc: $\frac{8.643 \text{ (kg)}}{756 \text{ (kg/h)}} \approx 12 \text{ (h)}$

Chọn máy ép bùn có công suất bằng lượng cặn tổng cộng trong một ngày khoảng 756 (kg/h), khả năng khử nước từ 75 – 82%.

9.10.10 Hồ Sinh Vật

Hồ sinh vật được thiết kế với thời gian lưu nước trong hồ là 15 ngày. Với công suất trạm xử lý là 150 (m³/ngđ), thể tích cần thiết của hồ sinh vật:

$$V = Q \times t = 150 \times 15 = 2.250 \text{ (m}^3\text{)}$$

Chọn chiều sâu của hồ sinh vật là H = 1,5 (m), diện tích bề mặt hồ sinh vật:

$$S = 2.250 : 1,5 = 1.500 \text{ (m}^2\text{)}$$

Thiết kế hồ sinh học dạng dích dắc với kích thước đề dài x rộng x sâu = 60 m x 25 m x 1,5 m, và chiều sâu phân mương dẫn là 0,8 m.