

Công trình khí sinh học hình ống quy mô trung bình (Plug – flow)

ThS. Hồ Thị Lan Hương – Trung tâm Năng lượng tái tạo và Cơ chế phát triển sạch - Viện Năng lượng

TÓM TẮT

Công nghệ KSH đang được phát triển mạnh ở Việt Nam. Các cơ quan nghiên cứu hiện nay mới tập trung hoàn thiện các kiểu công trình KSH quy mô nhỏ cho các hộ chăn nuôi, vì thế tính đến cuối năm 2012 tổng số công trình KSH quy mô hộ gia đình đã xây dựng ở Việt Nam lên đến gần 1 triệu công trình trong tổng tiềm năng 6 triệu hộ. Các công trình KSH quy mô trung bình chưa được tập trung nghiên cứu thích đáng.

Trong khuôn khổ dự án “Phát triển thị trường công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở Việt Nam” do Chương trình Năng lượng và Môi trường cho các nước tiểu vùng sông Mê Công (chương trình EEP) tài trợ, Viện Năng lượng đã hoàn thiện thiết kế và thử nghiệm một kiểu công trình KSH quy mô trung bình, đó là kiểu công trình hình ống (Plug-flow). Đây là công trình được thiết kế dựa trên nguyên lý hoạt động của công trình KSH nắp cố định có dòng chảy đều. Chương trình thiết kế được lập trên phần mềm excel, tính toán và thiết kế cho quy mô chăn nuôi của trang trại có trên 250 đến 3000 con lợn. Hiệu suất sinh khí của công trình là 0,3-0,36m³ khí/m³ phân huỷ, hiệu suất xử lý của công trình đạt 90% với suất đầu tư cho 1m³ công trình từ 1-1,2 triệu VNĐ. Công trình cấp khí cho các mục đích như phát điện, sưởi ấm, đun nấu và thắp sáng và thời gian hoàn vốn của công trình là 3-4 năm.

1 Ý TƯỞNG NGHIÊN CỨU

1.1 Sự cần thiết và mục tiêu của nghiên cứu

Năm 2011 với kinh nghiệm hơn 30 năm nghiên cứu trong lĩnh vực khí sinh học, Viện Năng lượng đã phối hợp với các đối tác của mình là Viện Nghiên cứu Môi trường Stockholm Thụy Điển, Tổ chức Phát triển Hà Lan và các đối tác khác phát triển ý tưởng ứng dụng kết quả nghiên cứu công trình khí sinh học hình ống quy mô trung bình để xử lý chất thải chăn nuôi ở quy mô trang trại (các trang trại chăn nuôi có số đầu lợn từ 250-3000 con). Viện Năng lượng và đối tác của mình đã thành công trong phát triển ý tưởng và nhận được sự tài trợ của Chương trình Năng lượng và Môi trường cho các nước tiểu vùng sông Mê Kông (Chương trình EEP Mekong) để triển khai dự án “Phát triển thị trường công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở Việt Nam”.

Mục tiêu và ý nghĩa của dự án

Mục tiêu của dự án

1. Xây dựng và thúc đẩy thị trường các công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở VN
2. Xử lý chất thải chăn nuôi cho các trang trại quy mô trung bình và cung cấp nguồn năng lượng bền vững cho sinh hoạt và phát điện
3. Giảm ô nhiễm môi trường và giảm phát thải KNK ở các trang trại chăn nuôi

Ý nghĩa của dự án

Xây dựng và thúc đẩy thị trường công trình KSH quy mô trung bình theo thiết kế của Viện Năng lượng thông qua việc giới thiệu, thử nghiệm và trình diễn kiểu công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở 10 trang trại chăn nuôi của Việt Nam.

Mục tiêu tổng thể của nghiên cứu là thiết kế hoàn chỉnh hệ thống khí sinh học quy mô trung bình cho các trang trại chăn nuôi tập trung nhằm xử lý chất thải bảo vệ môi trường và sản xuất năng lượng tái tạo cho các mục đích cung cấp năng lượng của trang trại.

Các mục tiêu cụ thể là:

Lựa chọn được kiểu thiết kế phù hợp nhất về giá thành và hiệu quả đối với quy mô chăn nuôi trang trại ở Việt Nam

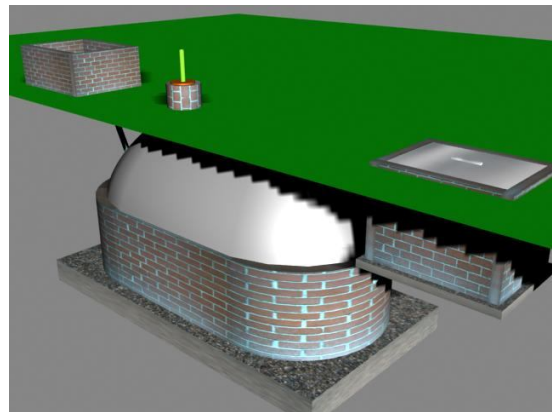
Tiêu chuẩn hoá các thông số tính toán thiết kế, xây dựng chương trình tính toán thiết kế

Để đạt được các mục tiêu nêu trên nội dung nghiên cứu sẽ tập trung vào những điểm chủ yếu như sau:

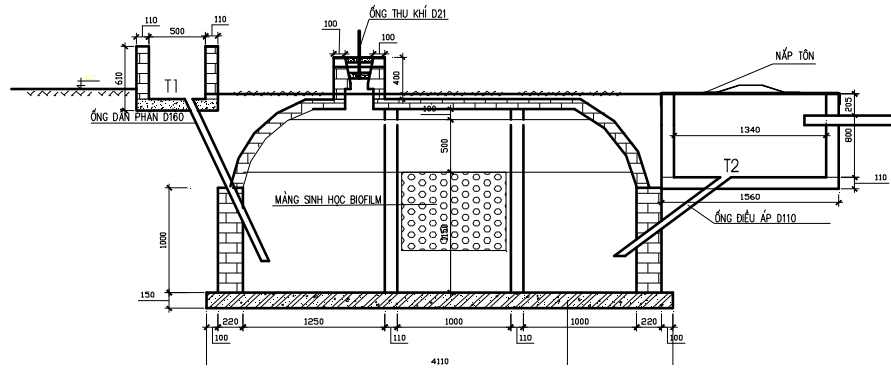
1. Nghiên cứu những công nghệ và tính thích nghi của công nghệ trong các điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội của Việt Nam để lựa chọn được loại phù hợp nhất cho việc nghiên cứu chuyên sâu.
2. Tính toán các thông số đầu vào và xây dựng chương trình thiết kế cụ thể cho một kiểu công trình phù hợp nhất
3. Thử nghiệm tính toán thiết kế;
4. Thử nghiệm thực tế để hoàn thiện thiết kế;
5. Xây dựng các tài liệu kỹ thuật để phổ biến nhân rộng.

1.2 Phát triển ý tưởng theo hướng áp dụng các kỹ thuật tiên tiến làm tăng năng suất khí

Từ sự thành công của kiểu thiết bị KSH hình ống trong dự án “Phát triển thị trường công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở Việt Nam” đến năm 2012 nhóm nghiên cứu lại tiếp tục cải tiến kiểu công trình này theo hướng áp dụng kỹ thuật màng lọc sinh học đặt trong bể phân huỷ để cải thiện quá trình lên men của sinh khối. Đây là một đề tài cấp bộ do Bộ Công Thương quản lý và Viện Năng lượng thực hiện. Đề tài có tên “Thiết kế, lắp đặt thử nghiệm thiết bị KSH hình ống có màng lọc sinh học” với mục tiêu: Thiết kế, lắp đặt thử nghiệm thiết bị KSH hình ống có sử dụng màng lọc sinh học nhằm tiết kiệm chi phí, bảo vệ môi trường và ứng dụng ở các quy mô nhỏ đến trung bình. Nguyên lý hoạt động của loại thiết bị này là tăng cường biện pháp thúc đẩy quá trình lên men, giảm thời gian lưu của nguyên liệu trong kiểu bể hình ống và như vậy cùng khối lượng nạp có thể giảm thể tích bể phân huỷ đi rất nhiều lần. Thiết bị KSH hình ống có màng lọc sinh học có nguyên lý hoạt động tương tự thiết bị KSH hình ống nhưng thời gian lưu của nguyên liệu trong bể phân huỷ có thể giảm tối đa còn 20 ngày. Kiểu thiết bị này được áp dụng tối ưu cho cả quy mô nhỏ và quy mô trung bình.



Hình 1 – Công trình KSH hình ống có màng lọc sinh học



Hình 2 – Công trình KSH hình ống có màng lọc sinh học

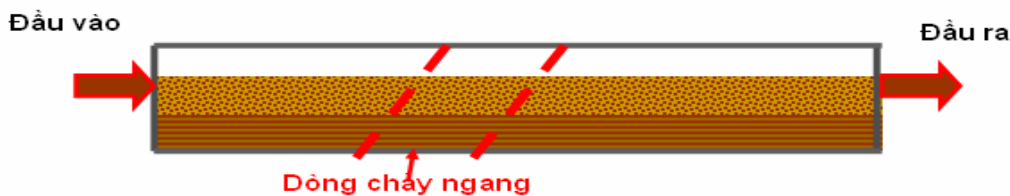
Đề tài này đã được Bộ Công Thương nghiệm thu cuối năm 2012 với kết quả đánh giá là xuất sắc.

2 CÁC VẤN ĐỀ KỸ THUẬT CỦA THIẾT BỊ KSH HÌNH ống

Đây là nghiên cứu đầu tiên ở Việt Nam về kiểu thiết bị khí sinh học hình ống (Plug-flow) dựa trên các nguyên lý và nguyên tắc của công trình KSH có dòng chảy đều, hoà trộn hoàn toàn, đang phổ biến trên thế giới.

2.1 Đặc tính của thiết bị KSH hình ống

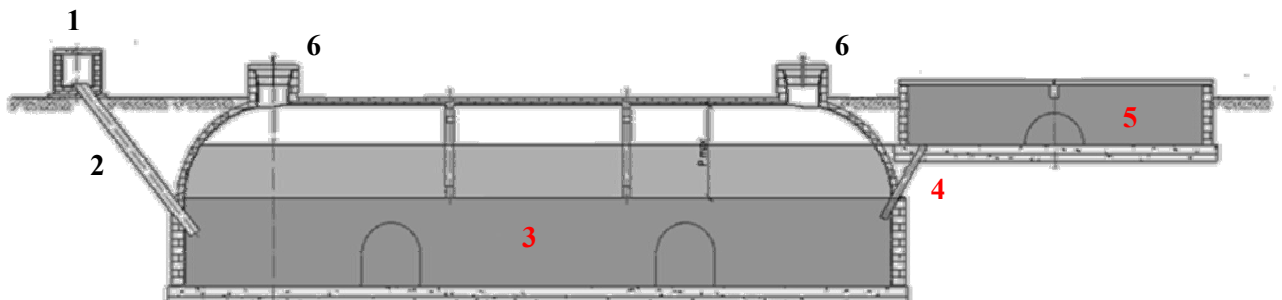
Là một hệ thống xử lý nước thải được thiết kế dựa trên nguyên lý hoạt động của thiết bị khí sinh học nắp cố định đơn giản với phương thức nạp liên tục và tự động. Hoạt động của thiết bị được mô tả như hình vẽ dưới đây.



Hình 3 – Dòng chảy của thiết bị

Toàn bộ hệ thống được xây bằng gạch và xi măng, nằm ngầm dưới đất hoặc một phần nổi trên mặt đất, tuổi thọ của thiết bị được tính toán trên 20 năm, thiết bị hoạt động không tiêu tốn năng lượng, vận hành và bảo dưỡng đơn giản không đòi hỏi các kỹ thuật phức tạp.

2.2 Cấu tạo của thiết bị KSH hình ống



Hình 4 - Cấu tạo của thiết bị KSH hình ống

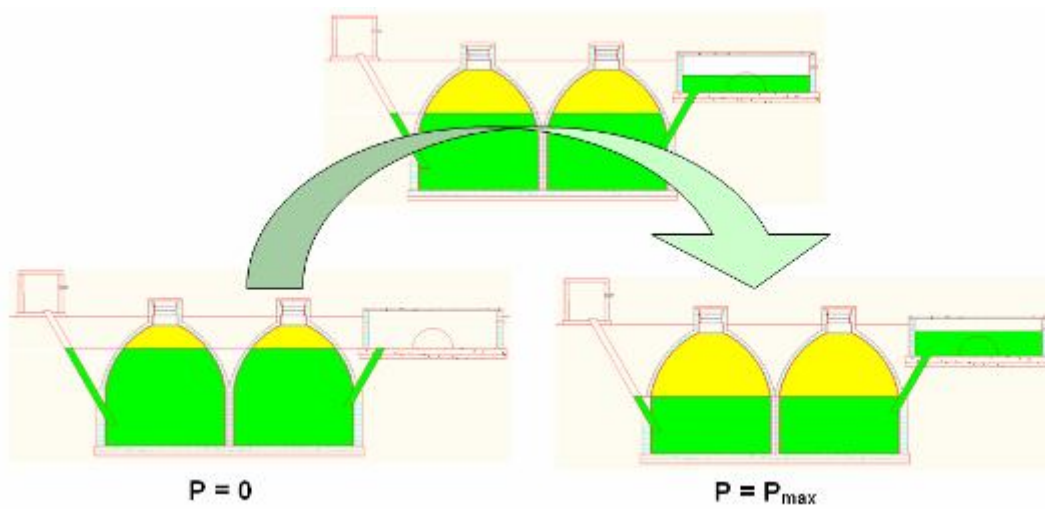
Thiết bị khí sinh học hình ống gồm 6 bộ phận chính:

- 1) Bể nạp nguyên liệu
- 2) Ống nạp nguyên liệu
- 3) Bể phân huỷ
- 4) Ống lấy nguyên liệu ra
- 5) Bể điều áp
- 6) Ống lấy khí

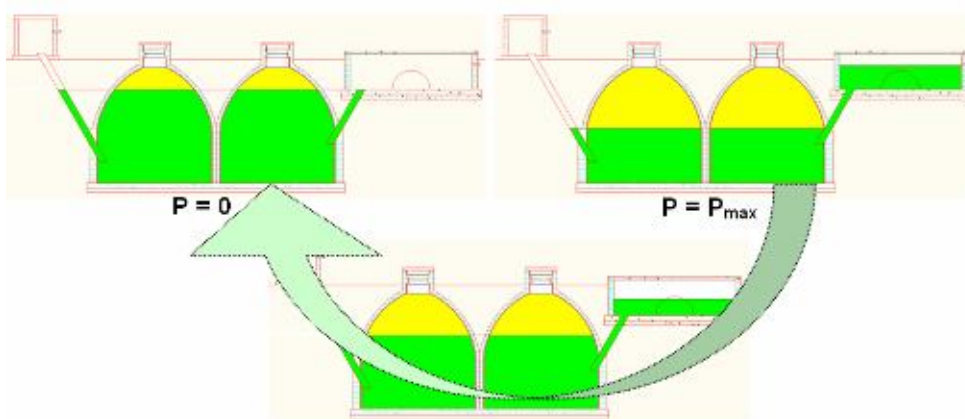
2.3 Nguyên lý hoạt động

Gồm 2 giai đoạn:

- Giai đoạn tích khí và
- Giai đoạn xả khí



Hình 5 – Giai đoạn tích khí của thiết bị



Hình 6 – Giai đoạn xả khí của thiết bị

Áp suất khí trong bể phân huỷ được thiết kế $20 \geq P_{\max} \leq 50$ (cm cột nước) đảm bảo vận hành an toàn và bền vững của thiết bị .

2.4 Giải pháp kết cấu và khả năng chịu tải của thiết bị

Thiết bị KSH hình ống có kết cấu khối xây gạch và bê tông cốt thép, gồm 3 phần chính:

1. Đáy móng bê phân huỷ
2. Phần thân bê phân huỷ và
3. Phần vòm chứa khí.

Các tiêu chuẩn được áp dụng trong tính toán thiết kế bao gồm:

- TCXDVN 356:2005. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép
- TCXDVN 45:78. Kết cấu nền và móng
- TCXDVN 2737:1995. Tải trọng và tác động

Độ dày và mác bê tông đáy móng phụ thuộc vào quy mô của công trình và điều kiện địa chất tại điểm xây dựng công trình.

3 CHƯƠNG TRÌNH THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG

Các nguyên tắc cơ bản trong thiết kế:

- Thể tích của bể phân giải được tính theo công thức:

$$V_d = RT \times S_d$$

Trong đó: *RT* - là thời gian lưu của nguyên liệu - ngày
S_d - là khối lượng cơ chất nạp hàng ngày - m³/ngày

- Thể tích của bể điều áp được tính theo công thức:

$$V_g = K \times G$$

Trong đó: *K* - là hệ số tích khí
G - công suất của thiết bị và có giá trị $G = Md \times Y$
(*Md* - Khối lượng phân nạp - kg/ngày
Y - năng suất khí của phân nạp - m³khí/m³phân huỷ/ngày

Kích thước của bể điều áp và bể phân giải phải được lựa chọn và tính toán trên nguyên tắc công trình hoạt động ổn định, đảm bảo độ bền và hợp lý nhưng chi phí xây dựng là nhỏ nhất (ít tốn vật liệu và nhân công nhất) đây là một bài toán tối ưu được thiết kế trên phần mềm excel để áp dụng khi thiết kế.

Đầu dưới của ống lấy khí cũng được bố trí đảm bảo khi dịch phân huỷ trong bể phân huỷ dâng lên ở mức tối đa không bịt kín miệng ống lấy khí làm cho tắc ống lấy khí, gây sự cố cho bể phân huỷ. Bên cạnh đó trước van khí chính cũng được lắp một thiết bị xả khí tự động để khi quá áp trong bể phân huỷ khí tự động xả qua van này, đảm bảo sự an toàn cho bể phân huỷ trong quá trình hoạt động. Bên cạnh đó toàn hệ thống được lắp một đầu đốt khí thừa để khi khí sử dụng không hết hệ thống này sẽ tự động hoạt động và đốt phần khí còn lại không xả vào khí quyển, gây hiệu ứng nhà kính và làm ô nhiễm môi trường không khí của trang trại.

Các bể được bố trí thành các modul, một modul có các kích thước cố định gồm: chiều rộng bể là 3m, chiều sâu 3m chiều dài được phép di động tối đa là 20m. Quy mô của công trình được tính toán dựa trên lượng phân nạm hàng ngày. Quy mô trung bình của thiết bị được giới hạn từ 150-500m³, tương đương số đầu lợn thịt thương phẩm của trang trại ≥ 250 con. Nếu các rãnh dẫn phân được nối trực tiếp với cửa nạp nguyên liệu của thiết bị thì đường ống dẫn phân phải có cửa tách nước thừa để có thể kiểm soát được tỷ lệ pha loãng hợp lý của nguyên liệu. Quy mô của công trình tương ứng với quy mô chăn nuôi có thể tham khảo trong bảng sau đây.

Bảng 1 - Quy mô của công trình theo số lượng vật nuôi

Cỡ công trình (m ³)	Số lượng lợn tương đương (con)	Sản lượng phân thải (kg/năm)	Sản lượng KSH (m ³ /năm)	Lượng KNK giảm được tCO ₂ /năm
100	300	900	15,800	± 17-25
200	600	1,800	31,800	± 35-50
300	900	2,700	47,600	± 52-75
500	1500	4,500	79,300	± 87-125

4 HIỆU QUẢ CỦA CÔNG TRÌNH

Công trình được đánh giá các hiệu quả tổng hợp:

- Hiệu quả về kỹ thuật: sản lượng khí của công trình đạt 0,36m³ khí/m³ phân huỷ vào mùa hè và 0,25-0,3m³ khí/m³ phân huỷ vào mùa đông, tương tự theo tiêu chuẩn của các công trình cùng quy mô được xây dựng ở Trung Quốc; Về hiệu quả xử lý môi trường: kết quả phân tích cho thấy hiệu quả khử BOD và COD đạt 90%, sau hệ thống KSH có hệ thống ao sinh học hoặc wetland nước thải đầu ra đạt các tiêu chí theo quy định của Quy chuẩn Việt Nam (QCVN 40:2011).
- Hiệu quả kinh tế: được tính toán thông qua các chỉ số như tổng vốn đầu tư xây dựng công trình, các lợi ích mà công trình mang lại và thời gian thu hồi vốn của người ứng dụng: Chi phí đầu tư xây dựng công trình trung bình 1,0 – 1,2 triệu VNĐ/m³ công trình, với lợi ích từ khí để phát điện và sưởi ấm, phân KSH thay thế phân hoá học thì thời gian hoàn vốn của công trình kiểu này vào khoảng 3-4 năm.
- Hiệu quả xã hội về môi trường: được đánh giá thông qua các chỉ số về khả năng tạo công ăn việc làm cho người lao động, các vấn đề vệ sinh môi trường của trang trại, giảm phát thải khí nhà kính: với quy mô công trình 200m³ tạo được công ăn việc làm cho nhóm thợ xây 10 người trong 30-40 ngày làm việc, giảm phát thải KNK tương đương 27 tấn CO₂/năm.....

5 KHẢ NĂNG NHÂN RỘNG

Việt Nam có tiềm năng lớn về khí sinh học, đối với thị trường cho các công trình KSH quy mô trung bình sẽ hướng vào các trang trại chăn nuôi tập trung, các lò mổ gia súc, gia cầm và các cơ sở sản xuất, chế biến nông sản thực phẩm mà hiện tại theo thống kê chưa đầy đủ mới có khoảng 1-3% tổng số các cơ sở này áp dụng các biện pháp xử lý môi trường hiệu quả.

Các dự án về KSH quy mô rộng nhất hiện nay của Tổ chức phát triển Hà Lan (SNV), của Bộ Nông nghiệp (dự án QSEAP và LIPSAP) mới đang triển khai các công trình KSH quy mô hộ gia đình (từ 4-40m³) và đang tìm kiếm các công nghệ KSH quy mô trung bình đạt các yêu cầu kỹ thuật để triển khai. Dự án “Phát triển thị trường công trình KSH hình ống quy mô trung bình ở Việt Nam”, do SNV chủ trì, Viện Năng lượng phụ trách hoàn toàn phần kỹ thuật thiết kế và kiểm định công nghệ đã được EEP đánh giá là một trong những dự án thành công nhất của chương trình và công nghệ này cũng được đánh giá là công nghệ đủ tin cậy để nhân rộng.

Kiểu công trình này mang tính mới vì đây là công trình lần đầu tiên nghiên cứu và ứng dụng ở Việt Nam với quy mô từ 150-500m³, thiết bị đã giải quyết được vấn đề xử lý môi trường và cung cấp năng lượng hiệu quả ở quy mô trang trại. Kết quả là nhiều dự án như dự án của SNV, dự án của Bộ Nông nghiệp đang xem xét để có thể ứng dụng kết quả nghiên cứu này triển khai trong khuôn khổ các dự án hỗ trợ bởi ADB, WB và các tổ chức quốc tế khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chengdu Biogas Research Institute of the Ministry of Agriculture, P.R.C – Agriculture Publishing House – Biogas Technology;
2. Design of Ideal Plug Flow Reactors (PFRs) operated at Steady State under Isothermal Conditions, CP 303 set #4 (January to May, 2012), www.rshanthini.com/tmp/CP303/set4.pdf;
3. K.J. Chae, S.K. Yim, K.H. Choi, W.K. Park, and D.K. Lim, Division of Agricultural Environment and Ecology, National Institute of Agricultural Science and Technology - Anaerobic digestion of swine manure: Sung-Hwan farm-scale biogas plant in Korea.
4. Melik KARA, June, 2007, A Thesis Submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University; Anaerobic filter performance at different conditions;
5. Nguyễn Quang Khải và Nguyễn Gia Lượng; Công nghệ KSH chuyên khảo,
6. Phạm Quang Khải, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Viện Kỹ thuật Châu Á, 1984; Anaerobic Plug-flow Reactor for Biogas Production from Cowdung.
7. QCVN 40: 2011/BTNMT - QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA VỀ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP, National Technical Regulation on Industrial Wastewater;
8. Torsten Fischer, Andreas Krieg - Krieg & Fischer Ingenieure GmbH, Germany; Farm scale biogas plant
9. Văn phòng dự án KSH, 2010; Khảo sát đánh giá các mô hình KSH quy mô vừa.
10. Viện Năng lượng, 2011; Phát triển thị trường công trình KSH hình ống quy mô vừa,