

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ
MÔI TRƯỜNG TP.HCM

CHƯƠNG TRÌNH KH&CN CẤP QUỐC GIA “KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ỨNG PHÓ
VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU QUẢN LÝ VỀ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG”,
MÃ SỐ BDKH/16-20

BÁO CÁO TỔNG HỢP

**NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM CHẾ TẠO THIẾT BỊ TÁCH ÂM
TỪ KHÔNG KHÍ QUY MÔ NHỎ PHỤC VỤ NHU CẦU SINH HOẠT
CỦA NGƯỜI DÂN, ỨNG PHÓ VỚI HẠN HẠN DO TÁC ĐỘNG
CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Mã số đề tài: BDKH.06/16-20

Tổ chức chủ trì: Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

Chủ nhiệm đề tài: PGS.TS. Lê Văn Lữ

Thời gian thực hiện: 26 tháng (12/2016 – 01/2019).

TP.HCM - 2019

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ
MÔI TRƯỜNG TP.HCM

CHƯƠNG TRÌNH KH&CN CẤP QUỐC GIA “KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ỨNG PHÓ
VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU QUẢN LÝ VÊ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG”,
MÃ SỐ BĐKH/16-20

BÁO CÁO TỔNG HỢP

**NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM CHẾ TẠO THIẾT BỊ TÁCH ẨM
TỪ KHÔNG KHÍ QUY MÔ NHỎ PHỤC VỤ NHU CẦU SINH HOẠT
CỦA NGƯỜI DÂN, ỨNG PHÓ VỚI HẠN HÁN DO TÁC ĐỘNG
CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Mã số đề tài: BĐKH.06/16-20

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI
(Ký ghi rõ họ tên)



Lê Văn Lữ



TỔ CHỨC CHỦ TRÌ

(Ký ghi rõ họ tên và đóng dấu)

Phan Đình Tuấn

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TL. BỘ TRƯỞNG
VỤ TRƯỞNG VỤ KHOA HỌC VÀ
CÔNG NGHỆ

VĂN PHÒNG CHƯƠNG TRÌNH
CHÁNH VĂN PHÒNG

Trần Bình Trọng

Tăng Thế Cường

TP.HCM – 2019

DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA THỰC HIỆN

(Ghi những người có đóng góp khoa học và thực hiện những nội dung chính thuộc tổ chức chủ trì và tổ chức phối hợp tham gia thực hiện đề tài)

STT	Họ và tên, Học hàm học vị	Chức danh thực hiện đề tài	Tổ chức công tác
1	Lê Văn Lữ, PGS.TS	Chủ nhiệm đề tài	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
2	Lê Hữu Quỳnh Anh, TS	Thư ký đề tài,	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
3	Phan Đình Tuấn, GS. TS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
4	Hoàng Minh Nam, TS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM
5	Trần Văn Hưng, TS.	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM
6	Nguyễn Phan Khánh Thịnh, ThS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
7	Trần Duy Hải, ThS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
8	Vũ Lê Văn Khánh, ThS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
9	Trần Anh Khoa, ThS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
10	Phan Hải Phong, ThS	Trưởng nhóm nghiên cứu (thành viên thực hiện chính)	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
11	Huỳnh Anh Hoàng	Thành viên chính	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
12	Đỗ Hải Sâm	Thành viên chính	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
13	Lý Cẩm Hùng	Thành viên chính	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

CÁC TỔ CHỨC PHỐI HỢP

(Ghi các tổ chức phối hợp chính thực hiện đề tài)

STT	Các tổ chức phối hợp	Nội dung thực hiện trong đề tài, dự án
1	Trường Đại học Bách Khoa- ĐHQG TP.HCM 268 Lý Thường Kiệt, Q.10	Tư vấn thiết kế tính toán hệ thống tách ẩm
2	Công ty TNHH Elecsun Khu Phố Khánh Long, Thị Trấn Tân Phước Khánh, Huyện Tân Uyên, Tân Phước Khánh, Tân Uyên, Bình Dương	Phối hợp thiết kế, chế tạo, và lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời
3	Công ty TNHH Cơ Nhiệt Điện lạnh Bách Khoa 790 Sư Vạn Hạnh, Phường 12, 10, Hồ Chí Minh	Chế tạo, lắp đặt, bảo trì và bảo dưỡng hệ thống tách ẩm
4	Trường Tiểu học Văn Lâm- Ninh Thuận Huyện Thuận Nam, Tỉnh Ninh Thuận	Tiếp nhận và vận hành hệ thống

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
DANH MỤC HÌNH	v
DANH MỤC BẢNG	xii
MỞ ĐẦU	1
Tính cấp thiết của đề tài	1
Mục tiêu nghiên cứu	2
Nội dung nghiên cứu	3
Phạm vi và đối tượng nghiên cứu:	4
Thời gian và kinh phí thực hiện	4
Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.	6
1.1. Đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước	6
1.1.1. Công nghệ bức xạ mặt trời (thu sương thụ động)	6
1.1.2. Công nghệ tách ẩm	13
1.2. Đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước	22
CHƯƠNG 2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	28
2.1. Thời tiết, khí hậu thời kỳ hạn hán đặc biệt nghiêm trọng ở vùng Ninh Thuận và các vùng chịu ảnh hưởng lớn của BĐKH	28
2.1.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên tỉnh Ninh Thuận	28
2.1.2. Đánh giá sự biến đổi lượng mưa tại tỉnh Ninh Thuận	30

2.1.3. Biến đổi nhiệt độ tại tỉnh Ninh Thuận.....	33
2.1.4. Thay đổi độ ẩm tại tỉnh Ninh Thuận	35
2.2. Khả năng đáp ứng nhu cầu người dân về nước sinh hoạt.....	40
2.2.1. Ứng Dụng Mô Hình Mike Basin Xác Định Cân Bằng Nước.....	40
2.2.2. Phân chia khu vực để tính toán.....	42
2.2.3. Xác định nhu cầu sử dụng nước của người dân	43
2.2.4. Thiết lập mô hình Mike Basin.....	44
2.2.5. Kiểm định mô hình.....	45
2.2.6. Cân bằng nước đến năm 2020 theo quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội lưu vực sông Cái Phan Rang.....	47
2.3. Cơ sở khoa học của phương pháp tách ẩm từ không khí.....	48
2.3.1. Phương pháp tính toán điều kiện tách ẩm	48
2.3.2. Kết quả tính toán điều kiện tách ẩm	50
2.4. Cơ sở khoa học để lựa chọn điều kiện vận hành quá trình lam lạnh và tách ẩm.....	57
2.4.1. Phương trình cân bằng nhiệt.....	57
2.4.2. Phương trình cân bằng ẩm.....	57
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG.....	59
3.1. Xây dựng phương án làm việc của thiết bị tách ẩm.....	59
3.1.1. Chọn môi chất lạnh.....	59
3.1.2. Chọn môi trường giải nhiệt	59
3.1.3. Hệ thống lạnh tách ẩm chính.....	60

3.1.4. Chọn máy nén.....	64
3.2. Chế độ làm việc của hệ thống tách ẩm từ không khí	67
3.3. Tính toán và xác định cấu hình hệ thống.....	68
3.3.1. Tính toán và xác định cấu hình các thiết bị trong hệ thống làm lạnh tách ẩm công suất 10 L/ngày.....	68
3.3.2. Tính toán hệ thống cung cấp điện mặt trời.....	74
3.3.3. Tính toán và chọn các thiết bị phụ trợ của hệ thống	77
3.4. Chế tạo và vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô nhỏ	87
3.4.1. Thiết kế các thiết bị chủ yếu trong dây chuyền làm lạnh tách ẩm để có cơ sở mua sắm vật tư, thiết bị, có khả năng lắp ráp thành hệ thống.....	87
3.4.2. Chế tạo, lắp ráp tại nơi chế tạo và thử nghiệm hệ thống làm lạnh tách ẩm.....	91
3.4.3. Thiết kế bộ điều khiển tự động.....	99
3.5. Chế tạo và vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô pilot.....	124
3.5.1. Thiết kế, chế tạo, lắp đặt thiết bị quy mô pilot.....	124
3.5.2. Vận hành hệ thống nhằm đánh giá sự thích hợp của thiết kế.....	130
3.5.3. Thiết kế, xây lắp, lắp đặt thiết bị điều khiển tự động.....	131
3.5.4. Theo dõi sự làm việc của hệ thống điều khiển tự động.....	134
3.6. Triển khai hệ thống thiết bị quy mô pilot tại hiện trường.....	138
3.6.1. Tiến hành lựa chọn địa điểm lắp đặt hệ thống thiết bị pilot làm lạnh tách ẩm	138
3.6.2. Lắp đặt thiết bị pilot và đánh giá sự ổn định của hệ thống.....	138
3.7. Vận hành hệ thống và đánh giá độ ổn định của thiết bị trong điều kiện thực tế	145
3.7.1. Vận hành hệ thống làm lạnh tách ẩm pilot tại hiện trường	145

3.7.2. Hiệu chỉnh thiết kế.....	146
3.8. Làm sạch và khử trùng nước.....	153
3.8.1. Nồng độ bụi và các chất ô nhiễm trong không khí vùng Ninh Thuận	153
3.8.2. Lựa chọn phương pháp làm sạch không khí và làm sạch nước.....	162
3.8.3. Thiết kế hệ thống, chế tạo, lắp đặt thiết bị làm sạch nước quy mô pilot.....	162
3.9. So sánh, đánh giá hiệu quả và tính khả thi của phương pháp được chọn. ...	175
3.9.1. Các phương pháp tách ẩm khác.....	175
3.9.2. Tính toán hiệu quả kinh tế, môi trường, tính khả thi của giải pháp được chọn, làm cơ sở cho bài toán đầu tư.....	182
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	186
4.1. Kết luận:	186
4.2. Kiến nghị	187
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	189

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 : Hệ thống thu sương thụ động bằng bức xạ.....	6
Hình 1.2: Hệ thống thu sương thụ động bằng bức xạ.....	7
Hình 1.3: Các thông số ảnh hưởng đến quá trình tạo sương	8
Hình 1.4: Những tấm lưới bẫy sương được lắp đặt trên núi ở Chile.....	9
Hình 1.5: Hệ thống thu sương với các thiết kế thí điểm (a) Thiết kế Eiffel gồm hai lớp lưới Raschel (b) Thiết kế Harp với dây cao su dày 1,5mm (c) Thiết kế Diagonal Harp với dây cao su 1,5mm cột theo đường chéo	10
Hình 1.6: Các dạng lưới được thiết kế và sử dụng các vật liệu khác nhau (a) Sợi polyethylene phủ một lớp nhôm (Aluminet) (b) Sợi poly kết hợp với sợi bằng inox (c) Mẫu cấu trúc 3D của sợi poly kết hợp với sợi bằng inox.....	11
Hình 1.7: Thiết bị thu nước của Waka water	12
Hình 1.8: Các nguyên lý công nghệ tách ẩm tạo ra nước từ không khí	14
<i>Hình 1.9: Chu kỳ tái ngưng tụ nước từ không khí trong khí quyển</i>	<i>14</i>
Hình 1.10: Sơ đồ ngưng tụ nước từ không khí bằng chất hấp thụ dạng lỏng.....	15
Hình 1.11: (a) Sơ đồ ngưng tụ nước từ không khí bằng chất hấp phụ dạng rắn (b) các Rotor tổ ong (c) Cấu tạo dạng tổ ong của rotot hút ẩm	17
Hình 1.12: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí thông qua năng lượng mặt trời.....	18
Hình 1.13: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí bằng dàn lạnh.....	19
Hình 2.1: Bản đồ hành chính tỉnh Ninh Thuận	29
Hình 2.2: Biểu đồ lượng mưa trung bình nhiều năm các trạm mưa ở Ninh Thuận	30
Hình 2.3: Xu thế biến đổi của lượng mưa năm và các mùa (mm) thời kỳ 1986 – 2017...	32

Hình 2.4: Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình ($^{\circ}\text{C}$) năm tại Phan Rang giai đoạn 1993 - 2017	33
Hình 2.5: Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình theo bốn mùa tại Phan Rang.....	35
Hình 2.6: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình năm tại Phan Rang giai đoạn 1993 - 2017	36
Hình 2.7: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Xuân tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017	37
Hình 2.8: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Hạ tại Phan Rang giai đoạn 1994-2017	38
Hình 2.9: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Thu tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017	38
Hình 2.10: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Đông tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017	39
Hình 2.11: Xu thế biến đổi của lượng bốc hơi năm và các mùa (mm) thời kỳ 1994 - 2017.	40
Hình 2.12: Cấu trúc mô hình Mike Basin.....	42
Hình 2.13: Sơ đồ phân chia tiêu vùng tính toán	43
Hình 2.14: Sơ đồ tính cân bằng nước lưu vực sông Cái Phan Rang	45
Hình 2.15: So sánh kết quả tính toán và thực đo tại trạm Tân Mỹ.....	45
Hình 2.16: Bản đồ dự báo các vùng thiếu nước đến năm 2020	47
Hình 2.17: Giảm đồ Mollier của không khí ẩm.....	49
Hình 3.1: Chu trình lạnh 1 cấp được sử dụng.....	62
Hình 3.2: Đồ thị T-s và ln P-i	62

Hình 3.3: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí bằng dàn lạnh.....	67
Hình 3.4: Chu kỳ tái ngưng tụ nước từ không khí trong khí quyển.....	68
Hình 3.5: Tấm pin năng lượng mặt trời.....	77
Hình 3.6: Cấu tạo bình chứa cao áp.....	78
Hình 3.7: Cấu tạo thiết bị tách dầu.....	79
Hình 3.8: Cấu tạo thiết bị tách khí không ngưng.....	81
Hình 3.9: Cấu tạo bình hồi nhiệt.....	82
Hình 3.10: Cấu tạo bình chứa dầu.....	83
Hình 3.11: Cấu tạo bình trung gian.....	84
Hình 3.12: Sơ đồ công nghệ hệ thống tách ẩm 10 lít/h.....	88
Hình 3.13: Chi tiết cụm thiết bị tách ẩm.....	89
Hình 3.14: Chi tiết các cánh ngưng tụ nước trong hệ thống tách ẩm trên.....	90
Hình 3.15: Tổng thể về hệ thống tách ẩm qui mô phòng thí nghiệm.....	94
Hình 3.16: Mặt sau của hệ thống (bao gồm hệ thống nén).....	94
Hình 3.17: Module xử lý nước thu được.....	95
Hình 3.18: Module nguồn điện cấp cho hệ thống.....	95
Hình 3.19: Module kết nối nguồn điện giữa hai phần trong hệ thống.....	96
Hình 3.20: Nguồn cấp cho bơm của hệ thống RO.....	96
Hình 3.21: Quạt trích gió lạnh làm mát.....	97
Hình 3.22: Lưu lượng nước thu được theo thời gian.....	98
Hình 3.23: Công suất tiêu thụ điện của hệ thống tách ẩm.....	99
Hình 3.24: Một số bộ chuyển đổi ATS.....	100
Hình 3.25: Sơ đồ cấp mạch điện lưới.....	102

Hình 3.26:Nhập số vòng sơ cấp của máy biến áp vào.....	103
Hình 3.27: Chiều dòng điện đi qua cầu diode	103
Hình 3.28: Sơ đồ mạch cấp điện mặt trời.....	104
Hình 3.29: Sơ đồ toàn mạch dòng đầu vào.....	105
Hình 3.30: Sơ đồ mạch điện nguồn nuôi 5V	105
Hình 3.31: Chíp điều khiển atmega8	106
Hình 3.32: Công tắc bật chế độ AUTO	107
Hình 3.33: Đầu nối báo tín hiệu dòng điện	107
Hình 3.34: Mạch reset	108
Hình 3.35:Mạch xung clock	108
Hình 3.36: Mạch nạp chương trình atmega8	109
Hình 3.37: Mạch khuếch đại điều khiển relay.....	109
Hình 2.38: Mạch điều khiển đóng ngắt mạch điện.....	110
Hình 3.39: Sơ đồ hoạt động của mạch ATS.....	112
Hình 3.40: Chọn mạch điều khiển atmega8	114
Hình 3.41: Chọn PIN đầu ra là PC2 và PC3.....	114
Hình 3.42: Chọn chương trình chạy cho atmega8.....	116
Hình 3.43: Bản vẽ thiết kế mạch ATS.....	117
Hình 3.44: Mạch in ATS mặt trước.....	118
Hình 3.45: Mạch in ATS mặt sau.....	119
Hình 3.46: Mạch ATS ở dạng 3D nhìn từ trên xuống.....	121
Hình 3.47: Mặt sau của Mạch ATS ở dạng 3D	122
Hình 3.48: Mạch ATS nhìn từ đằng trước.....	123

Hình 3.49: Mạch ATS nhìn từ bên hông	123
Hình 3.50: Chi tiết cụm thiết bị tách ẩm.	125
Hình 3.51: Hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200L/ngày.....	126
Hình 3.52: Mặt trước của hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200L/ngày.	127
Hình 3.53: Bộ phận trữ nước thu từ hệ thống.....	128
Hình 3.54: Nguồn cấp cho bơm của hệ thống RO.	128
Hình 3.55: Module nguồn điện cấp cho hệ thống.	129
Hình 3.56: Quạt trích gió lạnh làm mát.....	129
Hình 3.57: Lưu lượng nước thu được theo thời gian.....	130
Hình 3.58: Công suất tiêu thụ điện của hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.	131
Hình 3.59: Sơ đồ điều khiển PID	132
Hình 3.60: Bộ điều khiển PID	133
Hình 3.61: Mạch điện điều khiển tự động.....	133
Hình 3.62: Trạng thái điều khiển đóng mạch.....	134
Hình 3.63: Trạng thái điều khiển ngắt mạch.....	135
Hình 3.64: Trạng thái điều khiển ngắt mạch các thiết bị song song	135
Hình 3.65: Trạng thái điều khiển đóng mạch do rơ le.....	136
Hình 3.66: Trạng thái điều khiển đóng mạch theo tín hiệu nhiệt độ.....	136
Hình 3.67: Trạng thái điều khiển ngắt mạch theo tín hiệu nhiệt độ.....	137
Hình 3.68: Công tác vận chuyển hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.	139
Hình 3.69: Công tác xây lắp nền móng và lắp đặt hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.....	140
Hình 3.70: Công tác kiểm tra và lắp đặt bộ điều khiển hệ thống tách ẩm 200 L/ngày ..	141
Hình 3.71: Hệ thống panel cung cấp năng lượng mặt trời	142

Hình 3.72: Hệ thống điều khiển nguồn cung cấp năng lượng mặt trời	142
Hình 3.73: Công suất phát điện của hệ thống pin năng lượng mặt trời.....	143
Hình 3.74: Thông số vận hành hệ thống tách ẩm 200L/ngày.....	144
Hình 3.75: Tổng lượng nước thu được và điện năng tiêu thụ khi vận hành hệ thống tại Ninh thuận	146
Hình 3.76: Thiết bị định giờ của hệ thống tách ẩm	147
Hình 3.77: Tổng lượng nước thu được khi vận hành hệ thống theo phương án A	149
Hình 3.78: Tổng lượng nước thu được khi vận hành hệ thống theo phương án B.....	150
Hình 3.79: Năng suất hữu ích khi vận hành hệ thống theo phương án B	151
Hình 3.80: Hệ thống làm lạnh tách ẩm 200 L/ngày có trang bị bình chứa nước sạch ...	152
Hình 3.81: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí giao thông giai đoạn 2012 - 2017	154
Hình 3.82: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí du lịch giai đoạn 2012 - 2017.....	154
Hình 3.83: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các khu vực cảng cá giai đoạn 2012 - 2017	155
Hình 3.84: Hàm lượng bụi lơ lửng khu vực khai thác, sản xuất, bãi rác giai đoạn 2012 - 2017	155
Hình 3.85: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các khu vực dân cư giai đoạn 2012 - 2017.	156
Hình 3.86: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí quan trắc trong năm 2017.....	156
Hình 3.87: Máy lọc nước.....	163
Hình 3.88: Lõi lọc tinh.	165
Hình 3.89: Lõi than hoạt tính.	165
Hình 3.90: Lõi than hoạt tính ép (CTO).....	166
Hình 3.91: Màng lọc R.O.	167

Hình 3.92: Lõi than hoạt tính T33.	167
Hình 3.93: Lõi bóng gốm. Hình 3.94: Hạt bóng gốm.	168
Hình 3.95: Lõi lọc Alkaline.	169
Hình 3.96: Lõi đá khoáng Maifan.	169
Hình 3.97: Lõi hồng ngoại.	170
Hình 3.98: Thông số kỹ thuật của màng TW30 – 4014.	172
Hình 3.99: Thông số kỹ thuật của màng TW30 – 4014.	173
Hình 3.100: Hướng đi của nước trong màng R.O.	173
Hình 3.101: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí thông qua năng lượng mặt trời.	176
Hình 3.102: Tháp hút ẩm dạng hấp thụ.	177
Hình 3.103: Rotor hút ẩm.	178
Hình 3.104: Cấu tạo dạng tổ ong của rotor hút ẩm.	179
Hình 3.105: Hoạt động của rotor.	179
Hình 3.106: Dàn lạnh.	180

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Các công ty cung cấp nước sạch từ không khí trên thế giới.....	20
Bảng 1.2: Thông số khí tượng tại các tỉnh Tây Nguyên, Ninh Thuận và Bình Thuận	23
Bảng 2.1: Mức độ biến đổi lượng mưa trung bình năm của các trạm ở Ninh Thuận (1986-2017).....	31
Bảng 2.2: Trị số phổ biến của độ lệch tiêu chuẩn ($S^{\circ}C$) và biến suất ($Sr\%$) nhiệt độ trung bình tại trạm Phan Rang.....	34
Bảng 2.3: Trị số phổ biến của độ lệch tiêu chuẩn $S(\%)$ và biến suất $Sr(\%)$ độ ẩm tương đối tại trạm Phan Rang	36
Bảng 2.4: Tổng nhu cầu nước dùng của lưu vực.....	44
Bảng 2.5: Lượng nước thiếu hụt theo thời đoạn tháng.....	46
Bảng 2.6: Giá trị dung ẩm theo nhiệt độ và độ ẩm.....	50
Bảng 2.7: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $40^{\circ}C$	51
Bảng 2.8: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $35^{\circ}C$	51
Bảng 2.9: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $30^{\circ}C$	51
Bảng 2.10: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $27^{\circ}C$	52
Bảng 2.11: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $25^{\circ}C$	52
Bảng 2.12: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ $20^{\circ}C$	52
Bảng 2.13: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ $40^{\circ}C$	53
Bảng 2.14: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ $35^{\circ}C$	53
Bảng 2.15: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ $30^{\circ}C$	53

Bảng 2.16: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 27oC.....	54
Bảng 2.17: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 25oC.....	54
Bảng 2.18: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 20oC.....	54
Bảng 2.19: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 40oC.....	55
Bảng 2.20: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 35oC.....	55
Bảng 2.21: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 30oC.....	55
Bảng 2.22: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 27oC.....	56
Bảng 2.23: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 25oC.....	56
Bảng 2.24: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 20oC.....	56
Bảng 3.1: Lập bảng thông số các điểm nút	63
Bảng 3.2: Bảng thông số của chu trình lạnh tiêu chuẩn.....	65
Bảng 3.3: Số lượng và giá trị của các linh kiện trong bộ điều khiển	120
Bảng 3.4: Các phương án vận hành hệ thống thiết bị tách ẩm 200 lit/ngày tại Ninh Thuận	147
Bảng 3.5: Kết quả vận hành hệ thống theo các phương án khác nhau.....	148
Bảng 3.6: Chất ô nhiễm không khí của một số cơ sở sản xuất chính tại Ninh Thuận ...	160
Bảng 3.7: Tải lượng ô nhiễm do hoạt động giao thông.....	161
Bảng 3.8: Kết quả tính toán hệ số ô nhiễm không khí do sinh hoạt.....	161
Bảng 3.9: Tải lượng ô nhiễm không khí do sinh hoạt các đô thị Ninh Thuận	162
Bảng 3.10: Thông số kỹ thuật màng FILMTEC	170
Bảng 3.11: Các thông số giới hạn hoạt động của màng	171
Bảng 3.12: Kích thước màng.....	171

Bảng 3.13: Ưu điểm và hạn chế của các công nghệ tách ẩm tạo ra nước từ không khí (AWG).....	180
Bảng 3.14: Bảng tính chi phí vật tư chế tạo thiết bị.....	182
Bảng 3.15: Bảng tính chi phí xây dựng.....	184
Bảng 3.16: Bảng tính chi phí tiêu thụ điện năng.....	185

MỞ ĐẦU

Không khí trong khí quyển luôn chứa hơi ẩm, có thể coi là nguồn nước vô tận cung cấp cho con người ở khắp mọi nơi trên trái đất. Do đó, nguồn nước từ không khí có thể được coi như một nguồn thay thế hoặc bổ sung nước ở nhiều vùng khan hiếm nước trên thế giới, đặc biệt ở những nơi có điều kiện thời tiết khắc nghiệt như các sa mạc, các miền xa xôi hẻo lánh,... Ở Việt Nam, một số vùng luôn xảy ra hạn hán nặng hàng năm, đặc biệt trong bối cảnh có tác động mạnh của biến đổi khí hậu, như Ninh Thuận, Đắk Lắk, Đắk Nông,... Chính vì vậy, việc nghiên cứu thử nghiệm chế tạo thiết bị tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ đã được tiến hành nhằm phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu.

Hệ thống tách ẩm từ không khí do đề tài thực hiện đã sử dụng đồng thời điện lưới quốc gia kết hợp với nguồn điện năng lấy từ năng lượng mặt trời, nhằm giải quyết vấn đề cung cấp năng lượng cho máy móc hoạt động, nâng cao hiệu quả kinh tế của nguồn năng lượng tái tạo, đồng thời thử nghiệm ứng dụng vào thực tế ở một số khu vực thiếu điện, ví dụ như Ninh Thuận, nhằm đáp ứng nhu cầu nước uống đảm bảo chất lượng cho người dân. Các kết quả này có thể được coi như một giải pháp kỹ thuật giải quyết vấn đề hạn hán tại nhiều địa phương trong cả nước, tiến tới một giải pháp tổng thể cho vấn đề thiếu nước sinh hoạt và sản xuất ở các vùng chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu.

Tính cấp thiết của đề tài

Nước ta với vị trí địa lý kéo dài từ 8°02' đến 23°23' vĩ độ Bắc, hoàn toàn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm, nghĩa là có đến 200 ngày nhiệt đới trong năm và 12 giờ nhiệt đới trong ngày với nhiệt độ trung bình cao hơn 20°C, độ ẩm lớn hơn 80%. Những đặc điểm cơ bản của khí hậu nhiệt đới Việt Nam là: nắng nóng do bức xạ mặt trời cao, độ ẩm cao do mưa, gió, bão nhiều và có thời gian ngưng tụ ẩm hầu như quanh năm.

Từ cuối năm 2014 đến nay, El Nino đã ảnh hưởng đến Việt Nam làm cho nhiệt độ tăng cao, lượng mưa giảm xuống, là nguyên nhân gây ra hạn hán, xâm nhập mặn, đã gây thiệt hại nặng nề và tiếp tục đe dọa nghiêm trọng đến sản xuất và dân sinh. Các khu

vực bị ảnh hưởng nặng là Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Đồng bằng sông Cửu Long. Hạn hán xảy ra ở hầu hết các tỉnh Nam Trung Bộ, trong đó đặc biệt nghiêm trọng là tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận.

Theo nhận định của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Ninh Thuận, hạn hán tại tỉnh này năm 2016 được đánh giá là khốc liệt nhất trong 15 năm qua. Ninh Thuận là vùng có nguồn nước mặt vào loại khan hiếm nhất của cả nước, với lượng mưa bình quân nhiều năm toàn tỉnh khoảng 1.100 mm.

Nhận định về tình hình khô hạn tại Tây Nguyên, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Năm 2015 Tây Nguyên có trên 95.000 ha cây trồng bị hạn. Đến tháng 3/2016 diện tích thiệt hại lên đến 167.000 ha, nguy cơ cháy rừng đang ở cấp 4 và 5. Theo báo cáo của 5 tỉnh Tây Nguyên, toàn khu vực có 14.600ha lúa phải dừng sản xuất, 152.760ha cà phê, 2.290ha hồ tiêu bị thiếu nước, hơn 28.000 hộ dân thiếu nước sinh hoạt và rơi vào cảnh thiếu ăn.

Như đã tổng quan các nghiên cứu trước đây trên thế giới và trong nước, thực tế chưa có những nghiên cứu sâu kết hợp với phát triển các nguồn năng lượng tái tạo như mặt trời đạt được hiệu suất xử lý nước cao, phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của người dân vùng hạn hán. Vì vậy, nghiên cứu thử nghiệm chế tạo thiết bị tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu sẽ đồng hành với chiến lược chống hạn hán của quốc gia, đồng thời lựa chọn khu vực Tây Nguyên và Ninh Thuận, Bình Thuận là có ý nghĩa.

Đề tài đề xuất sử dụng hệ thống tách ẩm bằng dàn lạnh kết hợp với nguồn điện năng đến từ năng lượng mặt trời, nhằm giải quyết vấn đề hiệu quả kinh tế năng lượng, đồng thời nâng cao hiệu quả ứng dụng tại các khu vực thiếu điện như Ninh Thuận, đáp ứng nhu cầu nước sinh hoạt và đảm bảo chất lượng nước cho người dân.

Mục tiêu nghiên cứu

- Nghiên cứu thử nghiệm chế tạo thiết bị tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân, nhằm nâng cao khả năng ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu.

Nội dung nghiên cứu

Để đạt được các mục tiêu nghiên cứu trên, đề tài đã được xây dựng để tiến hành thực hiện các nội dung sau:

- **Nội dung 1:** Đánh giá các điều kiện thời tiết, khí hậu trong thời kỳ gần đây và trong thời kỳ hạn hán đặc biệt nghiêm trọng, từ đó phân tích khả năng tách ẩm để sản xuất nước sinh hoạt phục vụ người dân trong điều kiện chịu tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu.
- **Nội dung 2:** Xây dựng cơ sở khoa học, tính toán bài toán tách ẩm từ không khí trong những điều kiện khác nhau, từ đó xác định điều kiện thuận lợi nhất về nhiệt động và về tiêu hao năng lượng để tiến hành khai thác, tách ẩm từ không khí thành nước.
- **Nội dung 3:** Xây dựng phương án và chế độ làm việc của thiết bị, từ đó xác định các thông số kỹ thuật cơ bản, đảm bảo tách được ẩm từ không khí trong điều kiện độ ẩm thấp, nhiệt độ cao, đảm bảo được năng suất yêu cầu.
- **Nội dung 4:** Xây dựng cấu hình thiết bị, thiết kế hệ thống với các đặc tính kỹ thuật cơ bản, đảm bảo tách ẩm và làm sạch nước. đạt tiêu chuẩn nước uống.
- **Nội dung 5:** Thiết kế chi tiết, chế tạo, lắp đặt, vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô nhỏ, năng suất 10L/ngày, để thử nghiệm quy trình
- **Nội dung 6:** Thiết kế chi tiết, chế tạo, lắp đặt, vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô hộ gia đình/cụm gia đình (pilot), năng suất tối thiểu 200L/ngày.
- **Nội dung 7:** Lựa chọn địa điểm, lắp đặt hệ thống thiết bị quy mô pilot tại hiện trường, đánh giá sự làm việc ổn định của hệ thống.
- **Nội dung 8:** Vận hành thiết bị theo các chế độ khác nhau, theo dõi độ ổn định của thiết bị trong điều kiện thực tế, thực hiện các hiệu chỉnh phù hợp về thiết kế và lắp đặt.

- **Nội dung 9:** Xây dựng phương án làm sạch nước để sản xuất nước uống sạch, thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống làm nước uống sạch quy mô pilot.
- **Nội dung 10:** Đánh giá, so sánh các phương án thu hồi và làm sạch nước từ không khí, đề xuất phương án hiệu quả nhất và có tính khả thi để thực hiện trên diện rộng.

Phạm vi và đối tượng nghiên cứu:

- Phạm vi nghiên cứu: tỉnh Ninh Thuận.
- Đối tượng nghiên cứu: không khí ẩm, hệ thống thiết bị tách ẩm từ không khí, hệ thống năng lượng mặt trời, hệ thống lọc nước RO.

Thời gian và kinh phí thực hiện

- Thời gian nghiên cứu: 26 tháng (từ tháng 12/2016 đến 01/2019)
- Kinh phí thực hiện: 6.980.000.000 đồng.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Việc thực hiện thành công đề tài sẽ góp phần vào những cố gắng của các nhà khoa học trên thế giới tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo, giải quyết bài toán cung cấp nước sạch cho người dân vùng khan hiếm nước, đặc biệt trong bối cảnh chịu tác động mạnh của BĐKH; hoàn thiện lý thuyết và thực tiễn sử dụng năng lượng xanh, ứng dụng giải bài toán truyền nhiệt, chuyển khối trong điều kiện không ổn định.

Kết quả nghiên cứu này cũng góp phần vào những thành tựu của cộng đồng cán bộ nghiên cứu khoa học Việt Nam trong lĩnh vực sản xuất và ứng dụng năng lượng mặt trời công suất lớn, công nghệ cung cấp và làm sạch nước, đảm bảo tiêu chuẩn nước uống.

Về mặt thực tiễn, việc ứng dụng các sản phẩm của đề tài trong đời sống và sản xuất sẽ giúp đem lại sự bền vững cho các ngành sản xuất ở địa phương, nơi chịu hạn hán nghiêm trọng. Đồng thời nó cũng giúp kích thích sự sản xuất và ứng dụng năng

lượng tái tạo, góp phần giảm thiểu khí nhà kính và bảo vệ môi trường – mục tiêu phân
đầu của ngành và của toàn xã hội.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.

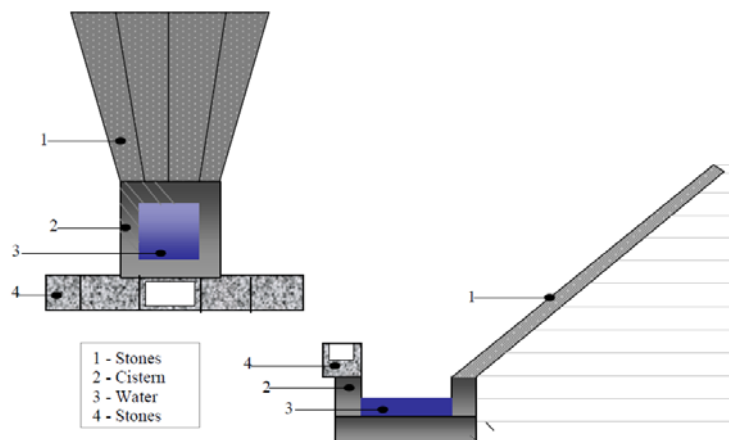
1.1. Đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước

Không khí trong khí quyển chứa một lượng nước rất lớn và có khả năng tái tạo cao, có thể được sử dụng như một nguồn nước ở khắp mọi nơi trên trái đất [1]. Do đó, nguồn nước từ không khí có thể được coi như một nguồn thay thế hoặc bổ sung nước ở nhiều vùng khan hiếm nước trên thế giới, ở những nơi có điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

Công nghệ tạo nước từ không khí được thực hiện bởi hai phương pháp chính : công nghệ bức xạ mặt trời (thu sương thụ động) và công nghệ tách ẩm (chủ động).

1.1.1. Công nghệ bức xạ mặt trời (thu sương thụ động)

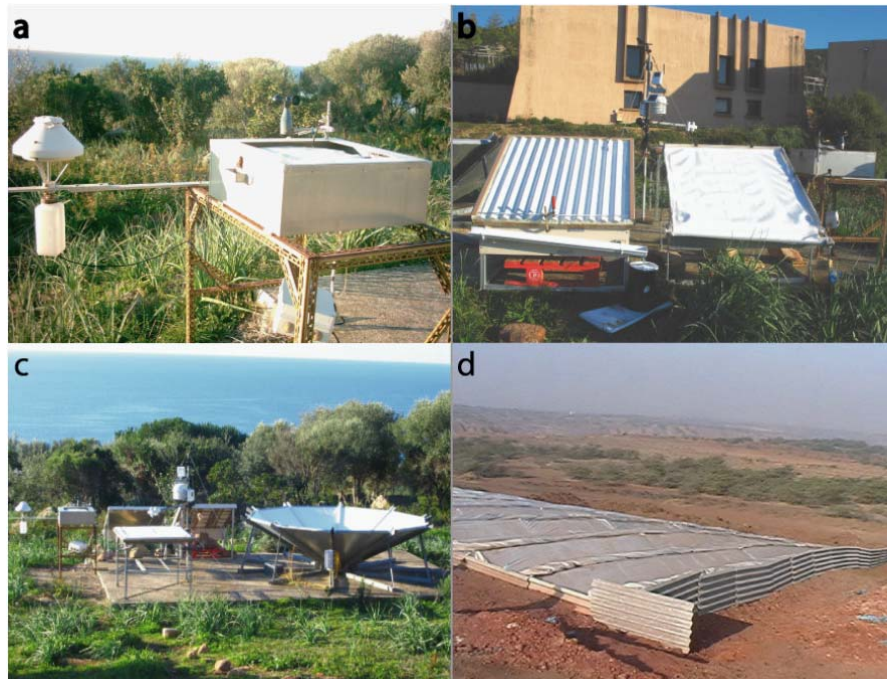
Các nghiên cứu về phương pháp thu sương thụ động bằng bức xạ được thực hiện từ những năm 1960 [2]. Nguyên lý của phương pháp tạo sương dựa trên sự chuyển đổi tự nhiên từ thể khí sang thể lỏng của nước trên một bề mặt tiếp xúc [3-5] (Hình 1.1).



Hình 1.1 : Hệ thống thu sương thụ động bằng bức xạ

Bề mặt tiếp xúc với hơi nước được làm bằng đá hoặc vật liệu khác, có thể có độ nghiêng từ 10-30° và được phủ lên một lớp màng bằng polyethylene, có độ dày vài mm. Lớp màng này có tác dụng phản xạ bức xạ mặt trời, hấp thụ tia hồng ngoại và có thể đạt được nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ không khí từ 8 - 10°C.

Các nghiên cứu tiếp theo đã tập trung vào các vật liệu, thiết kế nhằm nâng cao hiệu suất thu sương của thiết bị, các ảnh hưởng của các thông số khí tượng và các yếu tố khác ảnh hưởng đến khối lượng nước thu được. Nilsson [6,7] đã sử dụng vật liệu polyethylene kết hợp với hạt TiO_2 phủ lên mặt phẳng nghiêng $1,44\text{m}^2$, thiết bị này đã được sử dụng thí điểm tại Thụy điển và Tanzania. Clus [8] đã kết hợp vật liệu polyethylene và các hạt TiO_2 và BaSO_4 có kích thước vài micromet, ứng dụng cho các hệ thống thu sương ở các cụm đảo của Pháp (Punaauia, Tahiti). Các thiết bị cũng được thiết kế dưới dạng hình chóp ngược nhằm giảm bớt các yếu tố ảnh hưởng bởi gió, và đã được ứng dụng tại Bénin [9], Châu Phi và đảo Corse [10] (Pháp). Các hệ thống thu sương với diện tích lớn hơn đã được nghiên cứu và xây dựng thành nhà máy chế tạo nước tại Ấn độ [11] (Hình 1.2).



Hình 1.2: Hệ thống thu sương thụ động bằng bức xạ

(a) mặt phẳng tiếp xúc diện tích nhỏ $0,25\text{m}^2$ (b) mặt phẳng tiếp xúc nghiêng 30° (c) hệ thống hình chóp (d) nhà máy tại Ấn độ

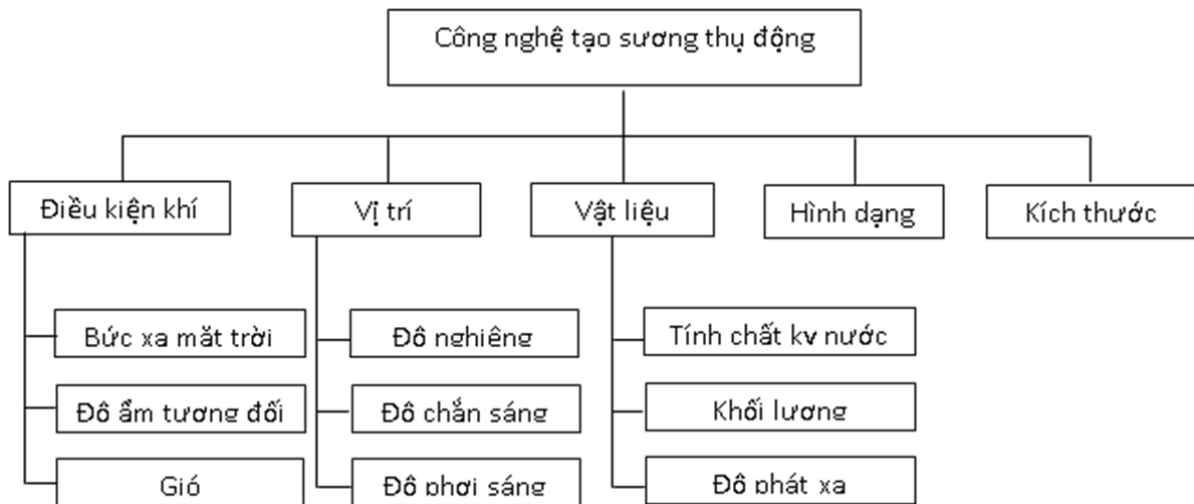
Quá trình tạo thành sương bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như áp suất hơi, không khí, nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và tốc độ gió [12]. Khả năng hình thành sương phụ thuộc vào lượng hơi nước trong không khí; nói một cách khác lượng nước tạo thành này liên quan đến độ ẩm tuyệt đối và sự khác biệt giữa các điểm sương và nhiệt

độ môi trường xung quanh. Khái niệm này được thể hiện bằng độ ẩm tương đối (Relative Humidity), được định nghĩa là tỷ số giữa khối lượng nước trên một thể tích hiện tại so với khối lượng nước trên cùng thể tích đó khi hơi nước bão hòa. Khi hơi nước bão hòa, hỗn hợp khí và hơi nước đã đạt đến điểm sương [13].

$$RH = \frac{e(T_a)}{e_s(T_a)} \times 100$$

Trong đó, T_a là độ ẩm tương đối (%) và e là áp suất hơi nước (kPa).

Một số thông số ảnh hưởng đến quá trình thu sương bằng bức xạ được trình bày trong Hình 1.3. Các thông số áp đặt mô tả điều kiện khí tượng có thể làm tăng hoặc giảm sự hình thành của sương. Các thông số này tùy thuộc vào các nguyên lý ứng dụng của công nghệ thu sương bằng bức xạ. Các biến số là các thành phần của hệ thống được sửa đổi để tối ưu hóa khả năng tạo nước.



Hình 1.3: Các thông số ảnh hưởng đến quá trình tạo sương

Theo phương pháp thu sương thụ động bởi ngưng tụ, lượng nước thu thập cao nhất là 0,8 L / ngày / m² [14]. Tuy nhiên, lượng nước tối đa thu từ sương ở các vùng khí hậu khô hạn và bán khô hạn thường 0,3-0,6 L / ngày / m² [15-17]. Các nghiên cứu thực hiện ở các khu vực có độ ẩm cao hơn đem lại hiệu suất thấp hơn, ví dụ ở khu vực đồng cỏ lâu năm ở Hà Lan, lượng nước tối đa thu là 0.19 L/ngày/m² [18], tại các đảo polynesie thuộc địa của Pháp có khí hậu nhiệt đới ẩm, thu được 0,23 L / ngày / m²

[19], và tại các làng nông nghiệp gần khu vực đô thị ở Sainte-Anne-de-Bellevue, Canada, lượng nước tối đa là 0,37 L / ngày / m² [20].

Một phương pháp đơn giản khác cùng mục đích bẫy sương thụ động đã được phát minh tại Chile, một trong những nơi khô hạn nhất trên thế giới, trong những năm 1990 và kể từ đó ứng dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia khác, từ Peru đến Namibia rồi Châu Phi. Bẫy sương được thiết kế gồm gần 100 tấm lưới làm từ polypropylene, kích thước 4m x 12m, trên một diện tích 5.000m², khi nhiệt độ hạ xuống, những hạt nước nhỏ bé trong sương bị “mắc bẫy” trong lưới, chảy xuống hệ thống hứng, có thể cho ra tới... 15.000 L nước/ngày [21-23] (Hình 1.4). Để có hiệu quả cao nhất, nên giăng các tấm lưới ở những vị trí thuận lợi trên đỉnh núi cao từ 400m tới 1.000m, vuông góc với hướng gió. Trung bình các mắt lưới polypropylene có thể “thu tóm” tới 30% lượng nước trong sương, tức từ 17 L tới 42 L nước/m²/ngày.



Hình 1.4: Những tấm lưới bẫy sương được lắp đặt trên núi ở Chile

Tổ chức Nghiên cứu về nước tại Nam Phi đã lắp đặt rất nhiều các tấm lưới bẫy sương tại các vùng núi Tshanowa, Woodbush cũng như khu vực đồng bằng Lepelfontein ở phía đông. Tại khu vực khô hạn này (có dưới 70 mm nước mưa mỗi năm), thiếu các sông suối lớn và các giếng nước đang bị khô cạn, chất lượng nước kém đã góp phần vào tỷ lệ tử vong cao của trẻ em tại khu vực này [24].

Năm 2015, tại Maroc, trên đỉnh ngọn núi Boutmezguida ở độ cao 1.225m, 40 tấm lưới thiết kế đặc biệt được lắp đặt để bẫy những đám sương dày lấy nước qua quá trình ngưng tụ và dẫn vào đường ống [25]. Lượng nước sương sau đó được hòa cùng

với nguồn nước giếng khoan để tạo ra nguồn nước sinh hoạt quý giá cung cấp cho những ngôi làng ở khu vực có độ cao thấp hơn, cấp nước cho 92 hộ gia đình, gần 400 người ngay tại nhà. Dự án này đã được thực hiện cùng với sự hỗ trợ của Tổ chức từ thiện Canada Fog Quest, đã xây dựng thành công các hệ thống bắt sương tại Guatemala, Perou, Namibie) và lần đầu tiên thực hiện ở Nam Phi [26]. Maroc hội tụ ba yếu tố giúp tạo nhiều sương thuận lợi cho việc phát triển dự án: thứ nhất là sự hiện diện của một vùng xoáy nghịch từ các đảo bắc Đại Tây Dương, thứ hai, một dòng gió lạnh và thứ ba, địa hình núi chắn gió.

Đa số các hệ thống cung cấp trung bình từ 1-10 L/m²/ngày, tại một số khu vực có thể lên đến 40 L/m²/ngày [27]. Các thiết kế khác nhau đã được nghiên cứu và ứng dụng nhằm tăng hiệu suất thu nước. Ba thiết kế mẫu được nghiên cứu thí điểm và trình bày trong hình 1.5 [28].

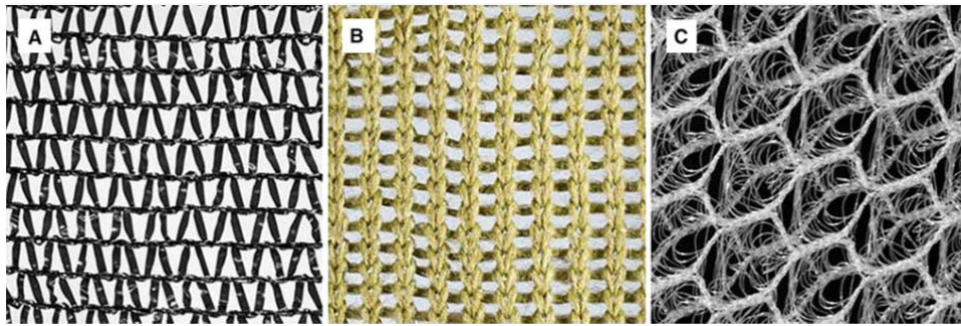


Hình 1.5: Hệ thống thu sương với các thiết kế thí điểm (a) Thiết kế Eiffel gồm hai lớp lưới Raschel (b) Thiết kế Harp với dây cao su dày 1,5mm (c) Thiết kế Diagonal Harp với dây cao su 1,5mm cột theo đường chéo

Thiết kế Eiffel gồm hai lớp lưới và một lớp lưới kết nối theo đường chéo, tạo thành một hệ thống có cấu trúc 3D, đem đến hiệu quả tốt hơn khi gió thổi song song với hệ thống. Thiết kế này sản xuất 281,2 L/ngày, nhiều hơn 10 lần so với hệ thống có kích thước tương tự [29]. Thiết kế Harp và Diagonal Harp sử dụng các dây cao su độ dày 1,5 mm được đặt theo chiều dọc hay theo đường chéo (như đàn hạc) của hệ thống.

Thiết kế có khả năng đón tiếp gió từ tất cả các hướng, cung cấp lượng nước từ 28,6 L/ngày đến 62,7 L/ngày. Thiết kế Eiffel có hiệu suất tốt nhất trong ba thiết kế, và đang được nghiên cứu đầu tư theo quy mô lớn tại Peru.

Những nghiên cứu về thiết kế và vật liệu của tấm lưới cũng được các nhà khoa học quan tâm (Hình 1.6). Các tấm lưới bằng polyethylene phủ một lớp nhôm (Aluminet) đã được sử dụng, kết quả đạt được 1,235 L/ngày, chiếm 96% so với lượng nước cung cấp bởi các tấm lưới vật liệu mới [30]. Một thiết kế khác đã được ứng dụng để đáp ứng với điều kiện khí hậu gió nhiều tại khu vực Nam Phi.



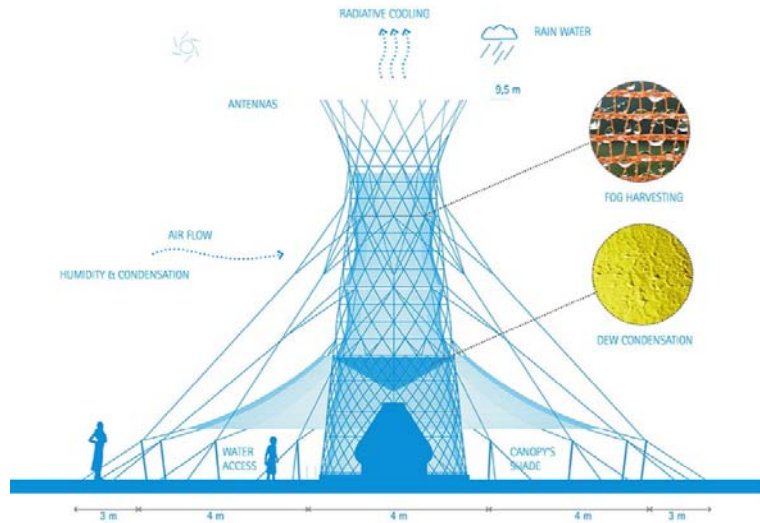
Hình 1.6: Các dạng lưới được thiết kế và sử dụng các vật liệu khác nhau (a) Sợi polyethylene phủ một lớp nhôm (Aluminet) (b) Sợi poly kết hợp với sợi bằng inox (c) Mẫu cấu trúc 3D của sợi poly kết hợp với sợi bằng inox

Thiết kế này làm bằng sợi poly kết hợp với sợi bằng inox, nhằm nâng cao độ bền chắc của vật liệu thay vì tối ưu hóa để tăng hiệu suất thu nước, có thể chịu được điều kiện khắc nghiệt của khu vực [31] và không làm giảm hiệu suất ban đầu của hệ thống.

Một nghiên cứu khác của Park [32], tại trường MIT, Mỹ, bằng cách giảm thiểu khoảng cách giữa các sợi lưới và độ dày của sợi lưới bằng ba lần chiều rộng của một sợi tóc con người, có thể nâng công suất thu nước lên đến 500%, đáp ứng được nhu cầu nước rộng lớn ở vùng nông thôn khô cằn ở Chile, nơi các cộng đồng tiếp cận hạn chế với điện và nước uống.

Arturo Vittori, một kiến trúc sư người Italia đã phát minh ra công trình mang tên Warka water, sử dụng vật liệu rẻ tiền và dễ tìm, đó chính là tre và sợi gai dầu, kết

hợp với thiết kế hình tháp đơn giản nhưng đặc biệt. Thiết kế này đã đạt giải thưởng tác động trong cuộc thi Cộng đồng quốc tế thiết kế công nghiệp 2016 (Hình 1.7) [33]



Hình 1.7: Thiết bị thu nước của Waka water

Để lắp đặt được những ngọn tháp nước có khung bằng tre, Arturo Vittori phải nhờ đến sự giúp đỡ của các sinh viên đến từ Đại học Kiến trúc Addis Ababa ở Ethiopia. Xung quanh tháp nước được bao phủ bởi các mạng lưới đan từ sợi gai dầu dùng để thu thập nước mưa, sương mù và sương sớm. Sau đó những giọt nước đọng trên sẽ nhỏ xuống một bể chứa nằm ở dưới chân tháp. Chỉ cần một ngọn tháp, người ta có thể thu thập được khoảng 100 lít nước mỗi ngày. Hơn nữa, việc lắp đặt lại khá đơn giản và dễ dàng di chuyển.

Arturo Vittori đã thực hiện dự án Warka Water trong suốt 3 năm qua, lắp đặt rất nhiều tháp nước ở Ethiopia, Lebanon và Brazil. Sắp tới ông có ý định đưa dự án này tới Ấn Độ và Colombia. Ngoài ra, ông còn muốn biến phát minh này từ một ngọn tháp thu thập nước trong không khí làm nước uống trở thành nguồn cung cấp nước cho cây trồng ở những vùng đất khô hạn.

Công nghệ thu sương thụ động là một phương pháp tương đối đơn giản dựa trên quá trình vật lý của sự hình thành sương, tuy nhiên phương pháp này bị ảnh hưởng bởi nhiều thông số khí tượng nên hiệu suất của hệ thống không được cao. Không khí ở vùng đặt lưới càng ít bị ô nhiễm càng tốt. Nhìn chung, các điều kiện thời

tiết lý tưởng thường ở tại các khu vực khô cằn hay bán khô hạn, có xu hướng khan hiếm nước, có sự phân hóa nhiệt độ giữa ngày và đêm cao. Công nghệ này không sử dụng năng lượng đầu vào và thiết kế đơn giản, có thể vận chuyển dễ dàng, tiết kiệm được chi phí vận hành và bảo dưỡng hệ thống.

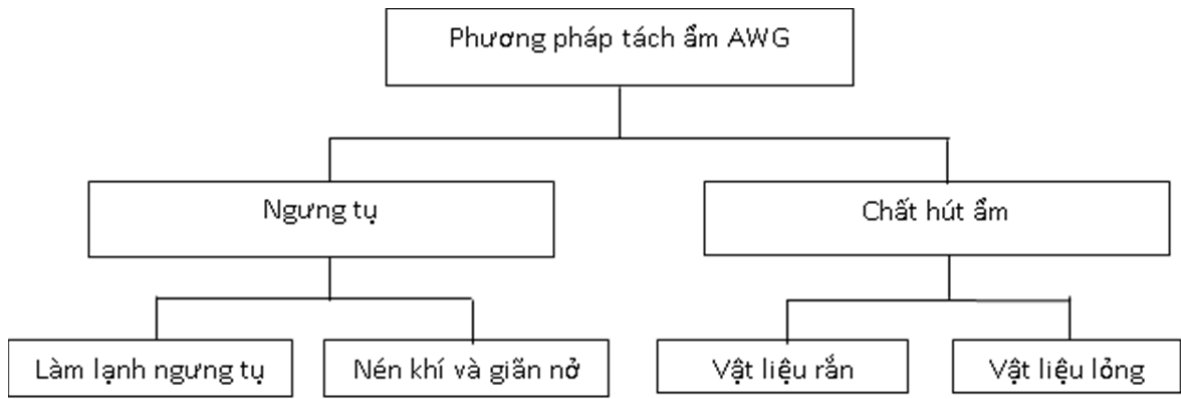
1.1.2. Công nghệ tách ẩm

Phương pháp thứ hai sử dụng công nghệ tách ẩm tạo ra nước từ không khí (Atmospheric water generation technology – AWG), sử dụng khá phổ biến trên thế giới và được xem là một công nghệ thân thiện với môi trường, đóng vai trò chính trong việc phát triển bền vững sinh thái. Những thiết kế ban đầu của công nghệ tách ẩm đã được thực hiện từ những năm 1900, nhưng công nghệ này thực sự được đầu tư nâng cấp và đổi mới kể từ khi ngành cơ điện lạnh được thương mại hóa [34]. Công nghệ tách ẩm được xem như là một sự lựa chọn mang tính đột phá cho các hệ thống cung cấp nước ở các khu vực có vấn đề về nguồn nước hay chất lượng nước. Công nghệ tách ẩm có khả năng cung cấp sản lượng nước cao hơn rất nhiều so với phương pháp thu sương thụ động.

Một trong những nghiên cứu đầu tiên về khai thác nước từ không khí trong khí quyển được thực hiện và cấp bằng sáng chế ở Nga bởi Tygarinov [35]. Các nghiên cứu tiếp theo đã được xây dựng thành công nghệ tạo ra nước từ không khí AWG và được cấp bằng sáng chế đầu tiên tại Mỹ vào năm 1970 [36,37].

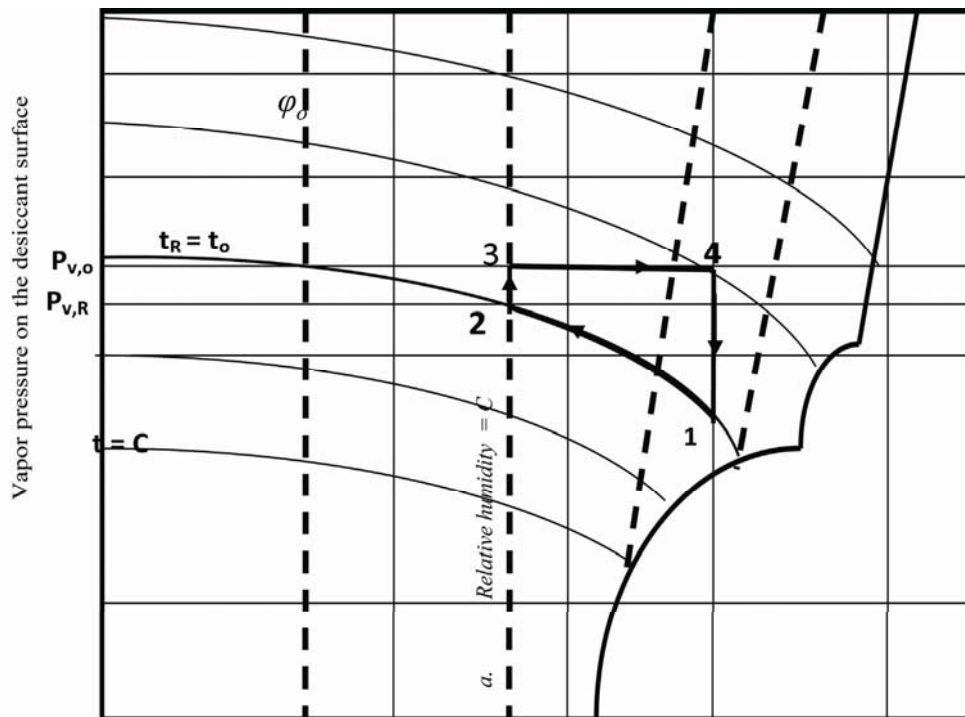
Công nghệ tách ẩm dựa trên nguyên lý lấy nước từ trong khí quyển, làm giảm độ ẩm tuyệt đối của không khí ẩm. Các nguyên lý tách ẩm thông dụng nhất được trình bày trong Hình 1.8 bao gồm nguyên lý tách ẩm bằng ngưng tụ [38,39] và nguyên lý tách ẩm sử dụng chất hút ẩm.

Đối với nguyên lý tách ẩm sử dụng chất hút ẩm, khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt chất hút ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ được hấp phụ vào chất hút ẩm. Chất hút ẩm có 2 dạng là dạng lỏng (LiCl, Trietylenglycol) hoặc dạng rắn (than hoạt tính, Silicagel, nhôm hoạt tính và rây phân tử).



Hình 1.8: Các nguyên lý công nghệ tách ẩm tạo ra nước từ không khí

Các chu trình lý thuyết cho sự hấp thụ hơi nước từ không khí với tái ngưng tụ, bằng cách nhiệt được mô tả và phân tích bởi Hamed [40]. Tác giả đã đưa ra lý thuyết về giới hạn cho khả năng tối đa thu thập nước từ không khí bằng cách sử dụng chất hút ẩm thông qua các chu kỳ tái ngưng tụ ở điều kiện vận hành nhất định của các thông số môi trường xung quanh. Chu kỳ lý thuyết được vẽ trên sơ đồ áp suất và nồng độ hơi nước, bao gồm bốn quá trình (Hình 1.9):

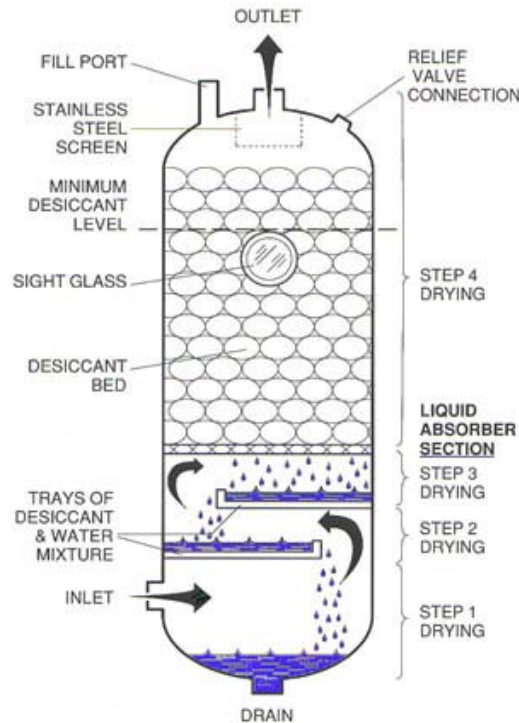


Hình 1.9: Chu kỳ tái ngưng tụ nước từ không khí trong khí quyển.

- Chu trình 1-2: Hấp thụ đẳng nhiệt hơi nước từ không khí.

- Chu trình 2-3: Đun nóng chất hấp thụ giữ nguyên nồng độ.
- Chu trình 3-4: Hoàn nguyên chất hấp thụ ở áp suất không đổi
- Chu trình 4-1: Làm lạnh chất hấp thụ giữ nguyên nồng độ.

Chất hút ẩm dạng lỏng thường là dung dịch Lithium clorua (LiCl), Trietylen glycol [41]. Khi không khí ẩm tiếp xúc với dung dịch chất hút ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ bị hấp thụ bằng lực hút phân tử, không khí trở nên khô. Để tăng diện tích tiếp xúc với chất hút ẩm, ta phun sương dung dịch chất hút ẩm và thổi dòng không khí đi ngược lại. Để hoàn nguyên chất hút ẩm, ta dùng một tháp hoàn nguyên. Tại đây, dung dịch chất hút ẩm sẽ được phun sương, dòng khí hoàn nguyên với nhiệt độ cao khi tiếp xúc với dung dịch chất hút ẩm sẽ lấy bớt nước ra khỏi dung dịch này, sau đó dung dịch này lại được dùng để hút ẩm không khí (Hình 1.10).



Hình 1.10: Sơ đồ ngưng tụ nước từ không khí bằng chất hấp thụ dạng lỏng

Lund [42] ứng dụng phương pháp này trong các kỹ thuật khử mặn nước biển như chưng cất, điện phân hay thẩm thấu ngược và đã đăng ký bằng sáng chế cho bộ xử lý hơi nước sử dụng chất hấp thụ dạng lỏng LiCl. Clarke[43] đã sử dụng triethylene

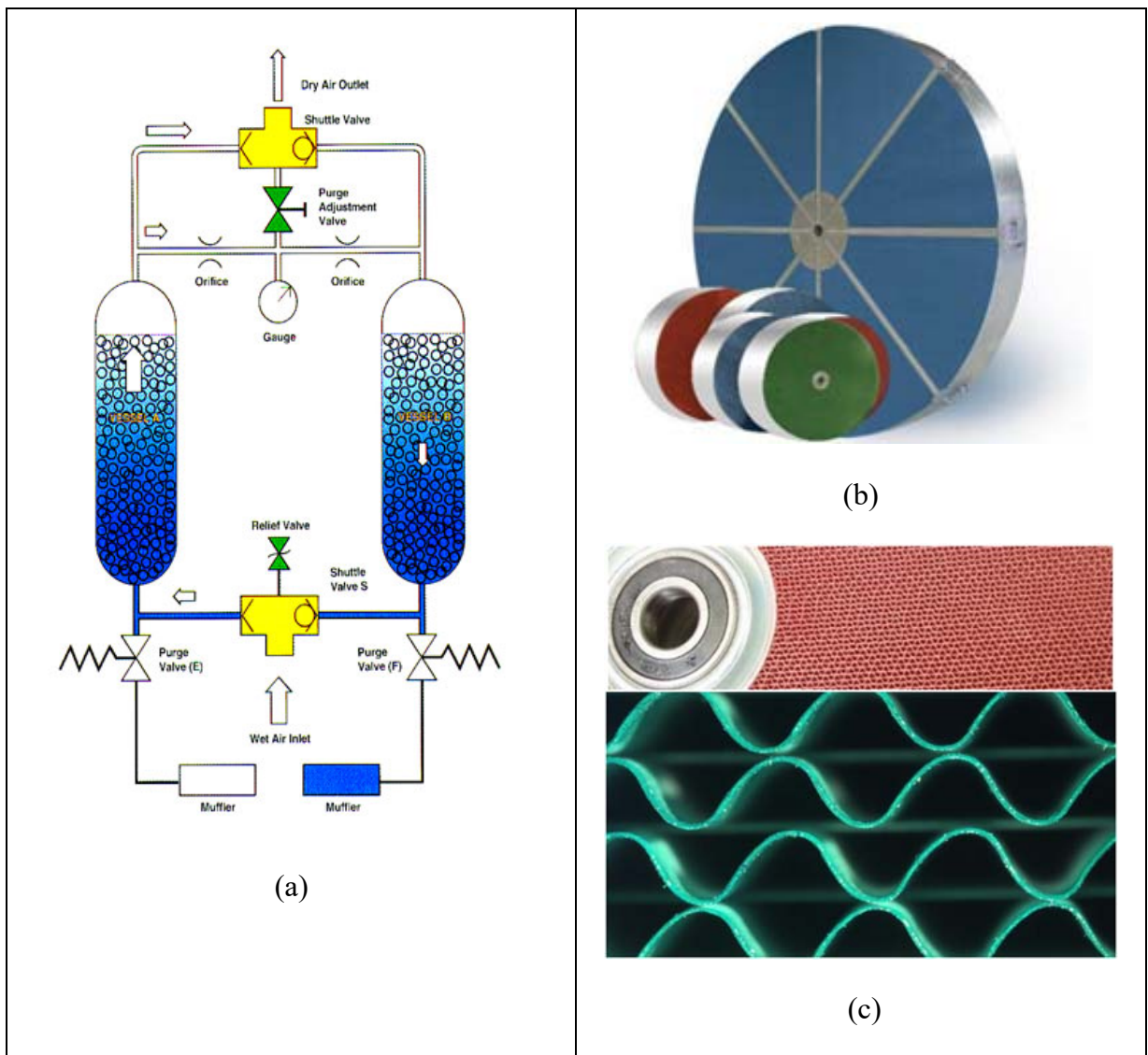
glycol làm chất hút ẩm và ứng dụng kỹ thuật chưng cất bằng năng lượng mặt trời nhằm hoàn nguyên dung dịch chất hút ẩm.

Phương pháp này có thể hoạt động ở áp suất khí quyển, chất hút ẩm dạng lỏng có giá thành rẻ hơn dạng rắn và ít tiêu hao năng lượng để hoàn nguyên. Hạn chế của phương pháp này là tháp hút ẩm thường có kích thước lớn, lắp đặt khó khăn và giá thành cao. Cần súc rửa tháp hút ẩm theo định kỳ, có thể làm gián đoạn sản xuất. Nếu dòng khí vào và dòng khí hoàn nguyên không được lọc sạch thì sau một thời gian vận hành, dung dịch chất hút ẩm sẽ bị nhiễm bẩn, cần phải thay thế. Dung dịch chất hút ẩm có thể ngưng tụ lại trong tháp, làm giảm tuổi thọ của vật liệu và hiệu suất của thiết bị.

Trong hầu hết các ngành công nghiệp, chất hấp phụ dạng rắn được sử dụng nhờ có diện tích bề mặt lớn, khoảng $4600\text{m}^2/\text{g}$ [44]. Các chất hấp phụ thường ở dạng viên và được xếp trong một bình thẳng đứng. Không khí nén đi từ phía dưới của bình và chuyển động qua lớp hấp phụ. Các phân tử nước được hấp phụ vào chất hút ẩm bằng phản ứng hóa học và ngưng tụ lại ở đáy bình chứa. Vì chất hấp phụ sẽ bị thấm ẩm nên cần quy trình tái sinh hay hoàn nguyên bằng không khí khô sau khi tách ẩm hay dưới tác dụng nhiệt (Hình 1.11) [45].

Trong kỹ thuật điều hòa không khí, Silicagel là được sử dụng nhiều nhất [46-48]. Để tăng diện tích tiếp xúc với chất hút ẩm, người ta sử dụng rotor tổ ong. Chất hút ẩm trong rotor được tẩm hoặc phủ lên vật liệu mang (tùy theo vật liệu và công nghệ), thường là vải bằng sợi thủy tinh, nhựa chịu nhiệt và các chất dính dạng gốm. Các vật liệu mang này được xếp thành các lớp phẳng gọn song xen kẽ nhau, sau đó được cuộn lại thành dạng tròn. Chất hút ẩm trong rotor không cần thay thế trong suốt quá trình sử dụng do độ bền cao, tuổi thọ dao động từ 5 – 20 năm, năng suất hút ẩm giảm không đáng kể (15% sau 5 năm). Đường kính rotor có thể dao động từ 20 – 300cm, dày từ 5 – 500cm.

Theo kết quả đánh giá những nghiên cứu mới tập trung vào các vật liệu ứng dụng làm chất hút ẩm, phương pháp này được đánh giá một ứng dụng phù hợp nhất thông qua năng lượng mặt trời để thu hồi nước từ không khí [49,50].

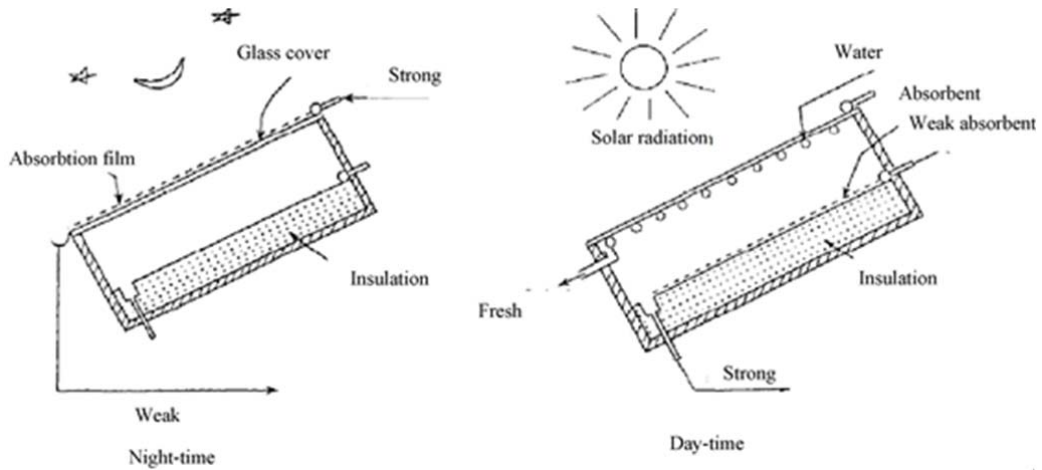


Hình 1.11: (a) Sơ đồ ngưng tụ nước từ không khí bằng chất hấp phụ dạng rắn (b) các Rotor tổ ong (c) Cấu tạo dạng tổ ong của rotot hút ẩm

Abualhamayel [51] kết hợp thu sương thụ động bằng bức xạ mặt trời (Hình 1.12).

Hệ thống này bao gồm một tấm mặt nghiêng phẳng và được bao phủ bởi một lớp kính duy nhất với một khoảng cách không khí khoảng 45 cm, phần dưới của lớp kính cách nhiệt. Quá trình hấp thụ độ ẩm diễn ra vào ban đêm, bởi các chất hút ẩm CaCl_2 , được đặt trên nắp kính tiếp xúc với không khí xung quanh. Nếu áp suất hơi của các chất hút ẩm là ít hơn so với áp suất hơi nước không khí trong khí quyển, chuyển động sẽ diễn ra từ bầu khí quyển đến màng thấm. Do hấp thụ độ ẩm từ không khí xung

quanh trong thời gian ban đêm, chất hút ẩm bị pha loãng. Các chất hút ẩm sẽ được đun nóng trong ngày bằng năng lượng mặt trời để cung cấp nước từ chất hút ẩm yếu.



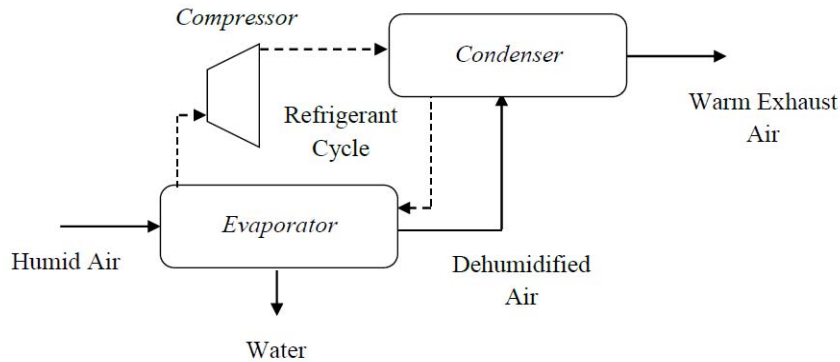
Hình 1.12: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí thông qua năng lượng mặt trời

Đối với các khu vực sa mạc rộng lớn, Klemic và nhóm nghiên cứu [52] đã xây dựng hệ thống lưới cao 1-6 m, trên đó chứa các vật liệu hút ẩm polyme, có kích thước hạt từ 50-1000 micron. Các hạt polyme này có thể hút ẩm đến nhiều lần khối lượng riêng của hạt, và có thể hoàn nguyên bằng năng lượng mặt trời. Nước ngưng tụ được thu thập trong một máng nằm trực tiếp bên dưới lưới. Thiết bị này được sử dụng tại các khu vực nhiều sương mù, có thể kết hợp hệ thống lọc nước và loại bỏ mùi, các khung có thể được xây dựng các vật liệu có sẵn từ địa phương.

Ưu điểm của chất hút ẩm dạng rắn là có thể hoạt động ở nhiệt độ động sương thấp (-40°C), hệ thống vận hành đơn giản, có thể loại bỏ các hợp chất hữu cơ trong không khí. Tuy nhiên phương pháp này tốn nhiều năng lượng để hoàn nguyên vật liệu dạng rắn hơn so với dạng lỏng, hệ thống cần được thiết kế lớn để đạt hiệu suất cao và tránh bị rò rỉ khí. Máy hút ẩm dạng rắn thường có công suất hút ẩm nhỏ từ 10 lít/ngày đến 50 lít/ngày.

Trong nguyên lý tách ẩm bằng làm lạnh ngưng tụ, khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ động sương của không khí ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ ngưng tụ trên bề mặt đó. Hiện tượng này thường hay xảy ra khi dòng không khí đi qua dàn lạnh (Hình 1.13). Không khí ẩm được đưa vào máy sấy khí và được làm lạnh đi trong thiết bị trao đổi nhiệt bằng không khí lạnh đi ra khỏi dàn lạnh

của máy sấy khí. Quá trình làm lạnh sâu hơn sẽ được thực hiện ở dàn lạnh của chu trình lạnh, thông thường từ 3-5°C. Nước ngưng tụ được tách ra khỏi khí nén nhờ hệ thống máy sấy khí và chảy ra bồn chứa.



Hình 1.13: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí bằng dàn lạnh

Các nghiên cứu về chuyển đổi nước từ không khí đã được thực hiện bởi nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới [53-55]. Tại Mỹ, công nghệ này đã được nghiên cứu, phát triển và đăng ký bản quyền từ rất sớm, vào những năm 1970 [56,57]. Harrison [58] đã phát triển công nghệ tách ẩm bằng phương pháp ngưng tụ, với công suất thu được 9-18 L /ngày. Poindexter [59] đã kết hợp hệ thống làm lạnh bằng nước và hệ thống làm lạnh bằng khí trong cùng một thiết kế, đồng thời xử lý nước bằng đèn UV diệt khuẩn, đạt được công suất 11 L/ngày. Cùng thời điểm này, công suất lớn hơn đã được sản xuất thử nghiệm quy mô phòng thí nghiệm bởi Hellstrom và đạt được 50-170 L/ngày [60].

Chương trình American space đã tài trợ cho dự án The Rain Maker, sử dụng công nghệ ngưng tụ bằng dàn lạnh của công ty Advanced Dryer System, Inc. (ADS), phát minh bởi Khanh Dinh [61], với lưu lượng khí 0,1m³/s, sản xuất 25 L / ngày ở nhiệt độ 27°C và độ ẩm 60%.

Vào những năm 2000, hàng loạt các công ty sản xuất các hệ thống chế tạo nước sạch đã hình thành và thương mại hóa trên thế giới (Bảng 1.1). Các hệ thống này chủ yếu sử dụng công nghệ AWG để chuyển đổi độ ẩm trong không khí thành nước, kết hợp với các hệ thống lọc nước uống tiên tiến nhất trên thế giới như tia cực tím UV, kỹ thuật lọc nước Ozone, kết hợp với các công nghệ tiên tiến khác, cho phép các hệ thống

AWG sản xuất 99% đến 100% nước uống tinh khiết. Hơn nữa, không khí cũng được tinh chế trong hệ thống AWG này nhờ quá trình lọc trước và làm sạch không khí để loại bỏ bụi, phấn hoa, vi khuẩn và các hạt bụi khác trong không khí. Nước sau khi ngưng tụ được lọc kỹ lưỡng và tinh khiết mà không sử dụng bất kỳ hóa chất. Bên cạnh đó các hệ thống AWG cũng có khả năng điều hòa không khí, làm mát, lọc, làm sạch và hút ẩm không khí.

Các AWG được nghiên cứu, xây dựng với các cấu trúc khác nhau, kích cỡ và công suất, thiết kế đặc biệt, phục vụ cho những nhu cầu khác nhau, ví dụ, cho gia đình và văn phòng hoặc trung tâm thương mại. Bên cạnh đó, khách sạn, câu lạc bộ, trạm y tế và bệnh viện, trường học, chính phủ, nhà máy và khu công nghiệp, các dịch vụ quân sự, vùng xa và các vùng đất khô cằn.

Sản lượng nước thu được tùy thuộc vào thiết kế / mục đích, thay đổi trong khoảng 15-50 L / ngày cho một hệ thống cấp nước sinh hoạt quy mô nhỏ, có thể đi lên đến 200.000 L / ngày cho các thiết kế quy mô lớn, nhằm cung cấp nước phục vụ cho hoạt động nông nghiệp [62].

Bảng 1.1: Các công ty cung cấp nước sạch từ không khí trên thế giới

Công ty	Tên thiết bị	Dung tích nước tạo ra (l/ngày)	Năng lượng sử dụng	Điều kiện hoạt động (nhiệt độ - độ ẩm)	Tài liệu tham khảo
Aqua Air (Châu Phi)	WM 120 1000	120L–1000L	5-32 KVA	10-40°C 40- 90%	[63]
AIR WATER CONCEPT (Pháp)	AW 1200 –5000	1200L – 5000L	25.4 Kw –115Kw	15-60°C 30- 90%	[64]

Air to Water Technologies, Inc. (Mỹ)	DPI 4-6-5-7-9	4000 – 19000L	220 VAC, 50 HZ 95.4 –142 kWh	0-50°C 30- 100%	[65]
Island Sky Corporation (Mỹ)	Skywater® 100	378L	Năng lượng mặt trời 12 - 120 watt 3.6-4 Kw/H	15-40°C 40- 100%	[66]
	Skywater® 300	1100L	7-10 Kw/H	15-40°C 40- 100%	
EcoloBlue (Mỹ)	EcoloBlue 30ME Solar Deluxe Kit	3,7L – 11,3L	Năng lượng mặt trời 300 Watts 1 x 2000 W 60 Hz	0-60°C 25- 100%	[67]
	EB100 – 10000	100L – 10000L	0.42– 0.43 KWh/liter	0-60°C 25- 100%	
Eolewater (Pháp)	Nerios 30KW	1500L	30KW	10-60°C 30 - 80%	[68]
	WMS 30 KW	400L – 500L	Năng lượng mặt trời 35 KWp at 1000W/m2	10-60°C 30 - 80%	
	WMS 1000	1000L – 1200L	Năng lượng gió 30KW Vận tốc gió : 7 – 50m/s	10-60°C 30 - 80%	

Mặc dù công nghệ tách ẩm bằng phương pháp làm lạnh ngưng tụ còn nhiều hạn chế, nhưng vẫn thích hợp nhất so với công nghệ sử dụng chất hút ẩm, có thể ứng dụng tại nhiều khu vực có đặc tính khí hậu khác nhau và có nhiều triển vọng tối ưu hóa thiết kế nhằm khắc phục các thiếu sót và nâng cao năng suất. Bên cạnh đó, vấn đề hiệu quả kinh tế năng lượng cũng được giải quyết bằng cách sử dụng các nguồn năng lượng thay thế như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, giúp nâng cao hiệu quả ứng dụng tại các khu vực thiếu điện hay hải đảo, đáp ứng nhu cầu nước sinh hoạt và đảm bảo chất lượng nước cho người dân.

1.2. Đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước

Tại Việt Nam, để giải quyết nhu cầu nước uống và sinh hoạt hằng ngày của các trạm tuần tra biên phòng vẫn đang trong điều kiện thiếu thốn nguồn nước. Tác giả Phan Anh Tân [69] cùng với nhóm nghiên cứu tại Viện Ứng dụng Công nghệ - Bộ Khoa học và Công nghệ, đã thực hiện đề tài “Xây dựng giải pháp, thiết kế chế tạo hệ thống cung cấp nước uống thu từ không khí có độ ẩm cao, sử dụng năng lượng gió, phục vụ trạm tuần tra biên giới tại vùng cao núi đá Hà Giang” (năm 2012). Đề tài được thực hiện với mục đích tận dụng đặc điểm khí hậu đặc thù khu vực núi đá Hà Giang, giải quyết thực trạng thiếu nước sạch sinh hoạt tại các trạm biên phòng dọc gần 300 km biên giới phía Bắc. Thiết bị thu nước từ không khí có độ ẩm cao trên nguyên lý tương tự như máy điều hòa nhiệt độ giải nhiệt gió kết hợp với hệ thống phong điện. Nhóm nghiên cứu thiết kế hệ thống nhằm đạt được hiệu suất 100-120 L /ngày. Tính đến nay, thiết bị đã được đưa vào hoạt động tại xã Lũng Cú, Hà Giang gồm các bộ phận chính như: Một hệ tua bin gió để tạo ra điện; Bộ lưu và chuyển đổi điện; Hệ thống đã có khả năng thu nước từ không khí có độ ẩm cao, nước thu được đã được xử lý thành nước sạch, có hệ thống điều khiển. Tuy nhiên, việc chế tạo tiết bị đáp ứng yêu cầu ở vùng có độ ẩm thấp, nhiệt độ cao trong khu vực hạn hán do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu chưa được đề tài đề cập.

Nước ta với vị trí địa lý kéo dài từ 8°02' đến 23°23' vĩ độ Bắc, hoàn toàn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm, nghĩa là có đến 200 ngày nhiệt đới trong năm và 12 giờ nhiệt đới trong ngày với nhiệt độ trung bình cao hơn 20°C, độ ẩm lớn hơn 80%. Những đặc điểm cơ bản của khí hậu nhiệt đới Việt Nam là: nắng nóng do bức xạ mặt

trời cao, độ ẩm cao do mưa, gió, bão nhiều và có thời gian ngưng tụ ẩm hầu như quanh năm.

Từ cuối năm 2014 đến nay, El Nino đã ảnh hưởng đến Việt Nam làm cho nhiệt độ tăng cao, lượng mưa giảm xuống, là nguyên nhân gây ra hạn hán, xâm nhập mặn, đã gây thiệt hại nặng nề và tiếp tục đe dọa nghiêm trọng đến sản xuất và dân sinh. Các khu vực bị ảnh hưởng nặng là Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Đồng bằng sông Cửu Long. Hạn hán xảy ra ở hầu hết các tỉnh Nam Trung Bộ, trong đó đặc biệt nghiêm trọng là ba tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận.

Đặc điểm khí hậu của các khu vực Ninh Thuận, Bình Thuận và Tây Nguyên được trình bày trong bảng 1.2

Bảng 1.2: Thông số khí tượng tại các tỉnh Tây Nguyên, Ninh Thuận và Bình Thuận

Khu vực / Thông số khí tượng	Tây Nguyên	Ninh Thuận và Bình Thuận
Nhiệt độ không khí trung bình năm (°C)	18-30	24-30
Biên độ ngày trung bình năm của nhiệt độ không khí(°C)	9	5
Độ ẩm tương đối của không khí trung bình năm (%)	80,2	79,6
Tổng số giờ ngày nắng năm (h)	2374	2878

Theo số liệu thống kê được năm 2015 tại tỉnh Bình Thuận so với cùng kỳ các năm trước đây [70], nhiệt độ trung bình vào mùa khô cao hơn 0,2-0,8°C, số giờ nắng nóng nhiều hơn từ 10-40 giờ, lượng mưa giảm mạnh từ 20-300mm, độ ẩm không khí giảm từ 1-5%. Mực nước sông La Ngà giảm từ 20-70 cm, riêng tại sông Lũy, mực nước giảm mạnh gần 200 cm. Tính riêng năm 2015, ở khu vực tỉnh Bình Thuận, các sông suối, ao hồ đều khô cạn, các hồ chứa nước trong tỉnh chỉ tích nước từ 30% - 50% dung tích thiết kế. Năm 2015 không xuất hiện lũ lớn, chỉ xuất hiện 2 trận lũ nhỏ và mùa lũ kết thúc sớm hơn so với trung bình năm hơn 1 tháng. Toàn bộ lượng nước còn lại trong các hồ chứa không đủ đáp ứng nhu cầu cấp nước sinh hoạt cho nhân dân, nước uống cho gia súc và tưới tiêu trồng trọt.

Theo thống kê sơ bộ của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Bình Thuận đầu năm 2016 [71], đối với sản xuất nông nghiệp, cắt giảm 15.423 ha so với diện tích gieo trồng do không đủ nguồn nước tưới, tổng diện tích cây hằng năm bị thiệt hại trên địa bàn toàn tỉnh đến 3/2016 là 1.400 ha, bao gồm: 150 ha lúa, 45 ha bắp, 07 ha cây màu, 400 ha mì và trên địa bàn huyện Hàm Tân có khoảng 300 ha cây thanh long, 200 ha cây điều, 100 ha cây quýt, 200 ha cây xoài do thiếu nước, nắng nóng nên ngừng sinh trưởng, giảm năng suất 100% so với năm trước.

Đối với nước sinh hoạt, toàn tỉnh Bình Thuận có 90.000 nhân khẩu thiếu nước sinh hoạt. Đặc biệt tại huyện Hàm Tân có 10/10 xã, thị trấn với 40.000 nhân khẩu thiếu nước sinh hoạt trầm trọng từ cuối tháng 2/2016. Tại các công trình cấp nước sinh hoạt nông thôn do Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh Môi trường nông thôn quản lý sử dụng tại các địa phương trong tỉnh có 03 hệ thống đã ngưng cấp nước gồm: Tân Thắng, Thắng Hải, Sơn Mỹ.

Theo nhận định của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Ninh Thuận, hạn hán tại tỉnh này năm 2016 được đánh giá là khốc liệt nhất trong 15 năm qua [72]. Ninh Thuận là vùng có nguồn nước mặt vào loại khan hiếm nhất của cả nước, với lượng mưa bình quân nhiều năm toàn tỉnh khoảng 1.100 mm. Tại Ninh Thuận từ giữa năm 2014 đến nay, lượng mưa trên địa bàn tỉnh chỉ đạt xấp xỉ 330mm, thấp hơn cùng kỳ 440mm làm lượng nước chỉ còn 15,65/192,21 triệu m³, tương đương 8,14%, tính đến 2015[73]. Bản thân lượng mưa ít ỏi của tỉnh hàng năm cũng phân bố rất không đều cả theo không gian và thời gian. Trong khi vùng thượng nguồn sông Cái Phan Rang có lượng mưa trên 2.000 mm thì vùng ven biển chỉ có lượng mưa xấp xỉ 700 mm. Dòng chảy trên các sông suối khu vực trong tỉnh chịu ảnh hưởng của tình trạng khô hạn thiếu nước gay gắt, các sông suối nhỏ đã bị tắt dòng ngay từ đầu năm. Mặc dù được đón nhận một lượng nước đáng kể từ hồ Đôn Dương qua Nhà máy Thủy điện Đa Nhim; trên sông Cái Phan Rang mực nước chủ yếu có xu thế ít biến đổi và duy trì ở mức thấp; năm 2015 không xuất hiện lũ tiểu mãn và trong mùa lũ chính vụ chỉ xuất hiện 03 trận lũ nhỏ. Ngày 09 tháng 6 năm 2015, Ủy ban nhân dân tỉnh Ninh Thuận đã ký quyết định công bố khẩn cấp tình trạng hạn hán trong toàn tỉnh. Đây là lần đầu tiên tỉnh Ninh Thuận công bố tình trạng thiên tai [74,75].

Bên cạnh đó, quá trình sa mạc hóa tại các khu vực này cũng diễn ra căng thẳng hơn do điều kiện khí hậu tự nhiên khắc nghiệt, mưa ít, lượng bốc hơi cao, nền địa chất chủ yếu là đá cứng và dần phong hóa thành cát. Do thiếu nước tưới phải chủ động dừng gieo trồng vụ mùa 2015 là 5.430ha (lúa 3.042ha, bắp 2.388ha). Do thiếu nước uống, thức ăn làm suy dinh dưỡng và ngộ độc thức ăn đã làm chết 2.468con, chỉ chiếm 1.03%/tổng đàn. Thiệt hại gián tiếp về chăn nuôi do thiếu nước uống tại các trang trại chăn nuôi tập trung với 9.800 con/25 trại và kéo dài thời gian nuôi để phục hồi sinh sản của tổng đàn gia súc cái. Thời kỳ cao điểm trên địa bàn tỉnh đã có 43.935 nhân khẩu cư trú tại 5 huyện thiếu nước, cần được sự hỗ trợ nguồn nước sinh hoạt hàng ngày [76].

Khảo sát tình hình hạn hán tại các tỉnh Tây Nguyên từ đầu năm 2016, Tây Nguyên hiện giờ lượng mưa tiếp tục thiếu hụt so với mọi năm khoảng 30-50%, lượng dòng chảy cũng hụt 60-80%. Do đó, Tây Nguyên tiếp tục duy trì cấp độ rủi ro thiên tai hạn hán ở cấp độ 2, có nơi trên cấp độ ba. Do hiện tượng El nino kéo dài, gần 100 năm xuất hiện 1 lần, các hồ chứa thủy lợi có dung tích trữ chỉ còn 30-40% thiết kế, Đắk Lắk có hơn 250 hồ thiếu nước, 17 hồ tại Đắk Nông cạn nước.

Nhận định về tình hình khô hạn tại Tây Nguyên, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Năm 2015 Tây Nguyên có trên 95.000 ha cây trồng bị hạn. Đến tháng 3/2016 diện tích thiệt hại lên đến 167.000 ha, nguy cơ cháy rừng đang ở cấp 4 và 5[77]. Theo báo cáo của 5 tỉnh Tây Nguyên, toàn khu vực có 14.600ha lúa phải dừng sản xuất, 152.760ha cà phê, 2.290ha hồ tiêu bị thiếu nước, hơn 28.000 hộ dân thiếu nước sinh hoạt và rơi vào cảnh thiếu ăn[78].

Do đó công tác chống hạn hán tại khu vực Tây Nguyên và Nam Trung Bộ trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Việc quy hoạch phát triển nguồn nước bao gồm các biện pháp công trình và phi công trình cần gắn với việc bảo vệ, phát triển rừng và khả năng tái tạo nguồn nước. Tuy nhiên, trữ lượng nước ngầm ở khu vực Ninh Thuận, Bình Thuận ở rất sâu (70-80m), tại Tây Nguyên trung bình 100m, do đó muốn khoan được nước ngầm cần có chuyên môn của nhà địa chất và sự đầu tư của Nhà nước để tìm ra đúng các khe nứt chứa nước ngầm. Do đó, chúng ta cần tìm những giải pháp mới, ứng dụng khoa học kỹ thuật đồng bộ với phát triển nguồn nước, đảm bảo sinh hoạt và đời sống cho người dân tại các khu vực này.

Hiện có hơn 12.900 km³ nước trong bầu khí quyển của chúng ta; số lượng này không đổi do chu kỳ thủy văn, đảm bảo sự bốc hơi, ngưng tụ và kết tủa liên tục của nước [79]

Một câu hỏi nghiên cứu được đặt ra là “Tại sao không đưa giải pháp sử dụng nguồn nước từ không khí thành một chiến lược tầm quốc gia thông qua góc nhìn về công nghệ, kết hợp với việc bảo tồn nguồn nước và sự bền vững sinh thái?”

Công nghệ tạo ra nước từ không khí (Atmospheric water generation technology – AWG), đã được nghiên cứu và phát triển từ những năm 1970 trên thế giới. Công nghệ này cho phép chúng ta bảo vệ được các nguồn nước tự nhiên thông qua ba góc độ: thứ nhất là việc không sử dụng các nguồn nước mặt và nước ngầm, thứ hai là không cần các hệ thống lưu trữ nước quá lớn tiện cho việc vận chuyển, bất kỳ lúc nào cũng có thể sử dụng nước, thứ ba là công nghệ này tạo ra sự bền vững về mặt kinh tế và thân thiện với môi trường.

Đây là công nghệ chiết xuất nước uống sạch và tinh khiết từ không khí một cách đơn giản và đáng tin cậy. Quá trình tạo nước uống sạch từ không khí không sử dụng bất kỳ hóa chất nào để làm sạch, ngược lại với một số quy trình được sử dụng trong việc xử lý nước đến từ vòi nước, hồ, sông, biển, vv. Hơn hẳn với một số hệ thống lọc nước khác, công nghệ AWG không đòi hỏi một nguồn đến hiện tại của nước có sẵn, nó chỉ phụ thuộc vào nước trong không khí - đó là nguồn nước phong phú và liên tục đến từ thiên nhiên - đây là một lợi thế rất lớn trong trường hợp khẩn cấp nơi mà tất cả các nguồn nước có bị gián đoạn hay trong tình hình thời tiết khí hậu cực đoan.

Do đó sử dụng nguồn nước trong khí quyển là một thay thế thân thiện với môi trường và phù hợp với chiến lược phát triển bền vững sinh thái của toàn cầu. Khi so sánh với các hệ thống cung cấp nước hoặc nước đóng chai, công nghệ thu thập nước trong khí quyển là ít tốn kém hơn, thuận tiện hơn và tinh khiết, có thể đáp ứng nhu cầu nước sạch cho nhiều mục tiêu khác nhau, từ sinh hoạt và hoạt động công nghiệp, nông nghiệp tại nhiều địa phương khác nhau. Hệ thống này giúp tiết kiệm chi phí sản xuất như giảm chi phí xử lý nước bằng hóa chất; có thể kết hợp sử dụng năng lượng tái tạo, tiết kiệm nhiên liệu hóa thạch và bảo vệ môi trường, duy trì chất lượng nước do hệ thống lọc và tinh chế hiệu quả.

Như đã tổng quan các nghiên cứu trước đây trên thế giới và trong nước, thực tế chưa có những nghiên cứu sâu kết hợp với phát triển các nguồn năng lượng tái tạo như mặt trời đạt được hiệu suất xử lý nước cao, phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của người dân vùng hạn hán. Vì vậy, nghiên cứu thử nghiệm chế tạo thiết bị tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu sẽ đồng hành với chiến lược chống hạn hán của quốc gia, đồng thời lựa chọn khu vực Tây Nguyên và Ninh Thuận, Bình Thuận là có ý nghĩa.

CHƯƠNG 2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.

2.1. Thời tiết, khí hậu thời kỳ hạn hán đặc biệt nghiêm trọng ở vùng Ninh Thuận và các vùng chịu ảnh hưởng lớn của BĐKH.

2.1.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên tỉnh Ninh Thuận

Ninh Thuận là tỉnh duyên hải Nam Trung bộ, có ranh giới tỉnh được giới hạn bởi tọa độ địa lý: từ 108°09'08'' đến 109°14'25'' kinh Đông và từ 11°8'14'' đến 11°9'15'' vĩ Bắc. Diện tích tự nhiên toàn tỉnh là 3.358km²; tiếp giáp với các tỉnh như sau (xem hình 2.1):

- Phía Bắc giáp tỉnh Khánh Hoà
- Phía Nam giáp tỉnh Bình Thuận
- Phía Tây giáp tỉnh Lâm Đồng
- Phía Đông giáp biển Đông.

Ninh Thuận có khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình với đặc trưng khô nóng, gió nhiều, bốc hơi mạnh, nhiệt độ trung bình năm từ 26-27°C, lượng mưa trung bình 700-800 mm/năm ở Phan Rang và tăng dần đến trên 1.100mm/năm ở miền núi, độ ẩm không khí từ 75-77%. Năng lượng bức xạ khá lớn 160 Kcal/cm². Khí hậu của Ninh Thuận có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 11 và mùa khô từ tháng 12 đến tháng 8 năm sau.

Địa hình Ninh Thuận thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam, với 3 dạng địa hình chủ yếu là: Vùng núi, chiếm 63,2%; vùng đồi gò bán sơn địa, chiếm 14,4% và vùng đồng bằng ven biển, chiếm 22,4% diện tích tự nhiên toàn tỉnh.

Ninh Thuận là vùng chuyển tiếp giữa địa hình đồng bằng nhỏ hẹp ven biển Phan Rang nâng dần lên cao nguyên Lâm Đồng. Địa hình bao gồm các dạng: miền núi, đồng bằng ven biển và vùng chuyển tiếp giữa miền núi và đồng bằng. Hướng dốc địa hình

chính có xu hướng thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Cao độ địa hình từng vùng biến thiên như sau:



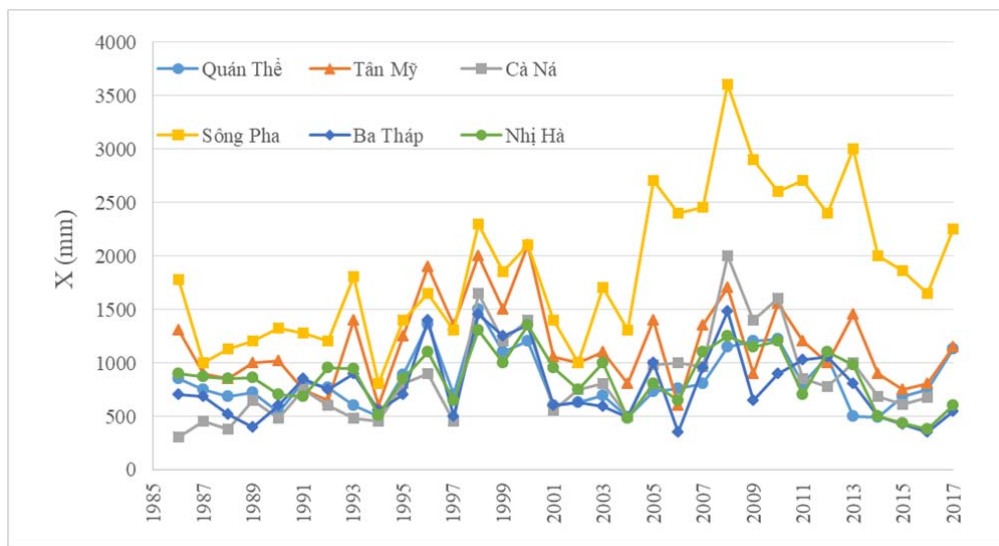
Hình 2.1: Bản đồ hành chính tỉnh Ninh Thuận

- Dạng địa hình núi cao: có cao độ biến thiên từ +(200-1.200) m. Cao nhất là các đỉnh núi có đỉnh từ +(1.500-1.780) m (đỉnh E Lâm Thượng: 1.200 m).
- Dạng địa hình chuyển tiếp giữa miền núi và đồng bằng ven biển: có cao độ biến thiên từ +(50-200) m, cao độ trung bình phổ biến từ +(80-100) m.
- Dạng địa hình đồng bằng: cao độ biến thiên từ +(10-50) m. Vùng ven biển có cao độ phổ biến là (2-5) m.

2.1.2. Đánh giá sự biến đổi lượng mưa tại tỉnh Ninh Thuận

Lượng mưa trung bình năm

Số liệu mưa các trạm Quán Thê, sông Pha, Tân Mỹ, Ba Tháp, Cà Ná và Nhị Hà được dùng để phân tích đặc điểm mưa của Ninh Thuận là chuỗi số liệu được thu thập từ năm 1986 đến năm 2017 (xem hình 2.2).



Hình 2.2: Biểu đồ lượng mưa trung bình nhiều năm các trạm mưa ở Ninh Thuận

Khí hậu Ninh Thuận mang tính chất khí hậu nhiệt đới gió mùa. Đặc điểm nổi bật là khô nóng, ít mưa, lượng bốc hơi cao (cao nhất trong toàn quốc). Lượng mưa trung bình toàn khu vực là 1041 mm. Lượng mưa trung bình nhiều năm trạm Quán Thê là 841 mm, trạm Sông Pha là 1949 mm, trạm Tân Mỹ là 1207 mm, trạm Ba Tháp là 816 mm, trạm Cà Ná là 834 mm và trạm Nhị Hà là 895 mm. Lượng mưa năm lớn nhất trạm Quán Thê là 1462 mm, trạm Sông Pha là 3553 mm, trạm Tân Mỹ là 2100 mm, trạm Ba Tháp là 1544 mm, trạm Cà Ná là 2000 mm và trạm Nhị Hà là 1280 mm. Lượng mưa

năm nhỏ nhất trạm Quán Thế là 444 mm, trạm Sông Pha là 784 mm, trạm Tân Mỹ là 666 mm, trạm Ba Thá là 339 mm, trạm Cà Ná là 279 mm và trạm Nhị Hà là 420 mm. Chênh lệch lượng mưa năm lớn nhất giữa lượng mưa năm lớn nhất và nhỏ nhất là trạm Sông Pha với 2769 mm, trạm Cà Ná 1721 mm.

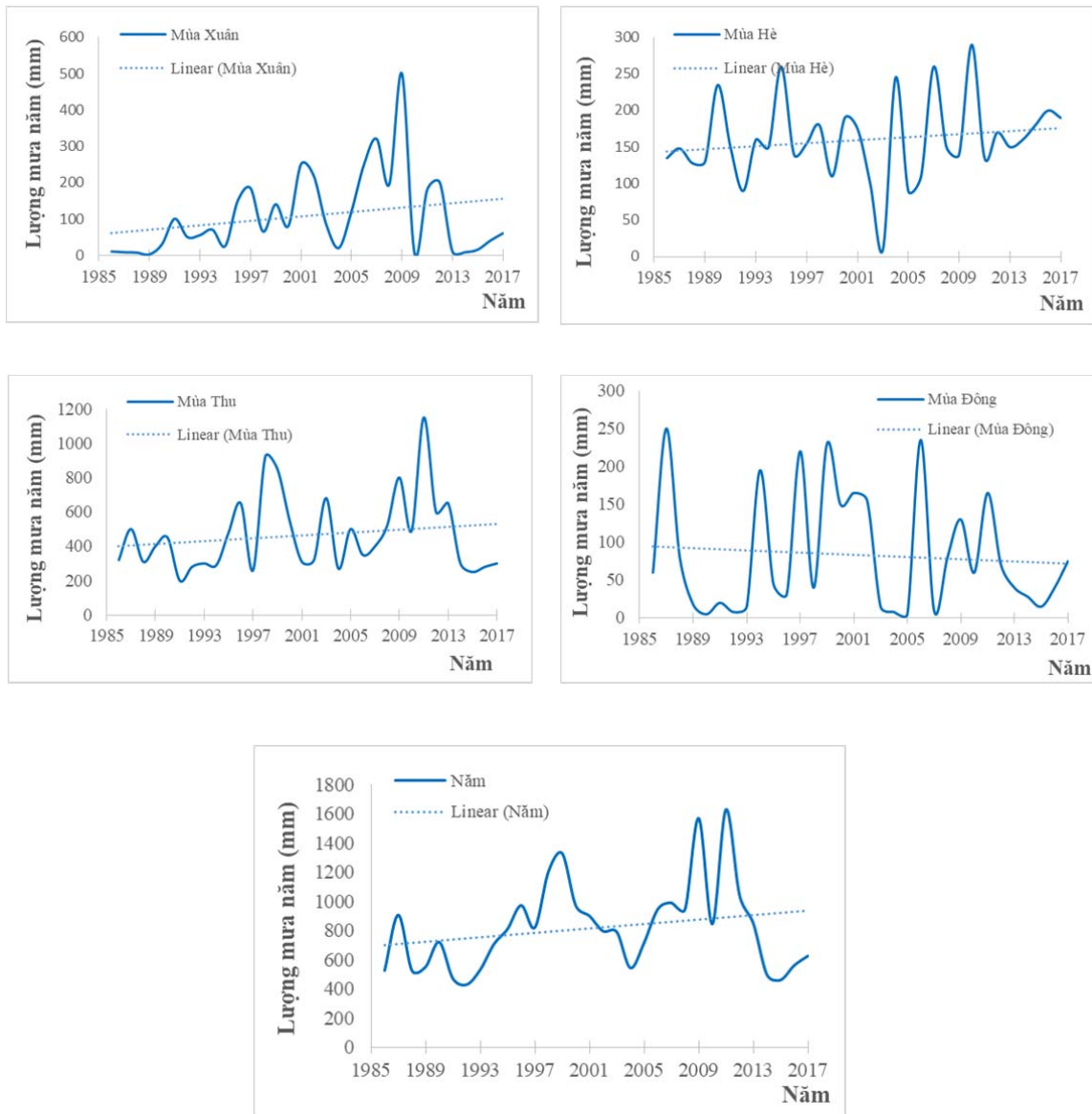
Xu thế biến đổi của lượng mưa trung bình năm

Xu thế lượng mưa trung bình năm các trạm có xu thế tăng rõ rệt, đặc biệt trạm Sông Pha, Cà Ná là các trạm có xu thế tăng mạnh vượt trội (xem bảng 2.1). Lượng mưa tăng trung bình hàng năm toàn Ninh Thuận khoảng 20 mm.

Bảng 2.1: Mức độ biến đổi lượng mưa trung bình năm của các trạm ở Ninh Thuận (1986-2017)

Trạm	Hàm quan hệ thể hiện xu thế biến đổi lượng mưa	Mức độ tăng (mm/năm)
Quán Thế	$y = 10,77x + 679,5$	10,77
Sông Pha	$y = 61,74x + 919,1$	61,74
Tân Mỹ	$y = 6,704x + 1106$	6,70
Ba Tháp	$y = 8,857x + 682,7$	8,86
Cà Ná	$y = 27,54x + 415,8$	27,54
Nhị Hà	$y = 5,645x + 810,0$	5,65
Trung bình		20,21

Hình 2.3 thể hiện xu thế biến đổi tuyến tính của lượng mưa năm và các mùa trong thời kỳ 1986 - 2017 ở Phan Rang. Trong 30 năm qua, lượng mưa năm ở tỉnh Ninh Thuận có xu thế tăng với tốc độ tăng 13,6 mm/năm, lượng mưa mùa xuân, mùa hè, mùa thu có xu thế tăng với tốc độ tăng lần lượt là 5,4 mm; 1,6 mm; 7,2 mm/năm trong khi đó lượng mưa mùa đông ở Ninh Thuận lại có xu thế giảm nhẹ với tốc độ giảm 0,02 mm/năm.



Hình 2.3: Xu thế biến đổi của lượng mưa năm và các mùa (mm) thời kỳ 1986 – 2017

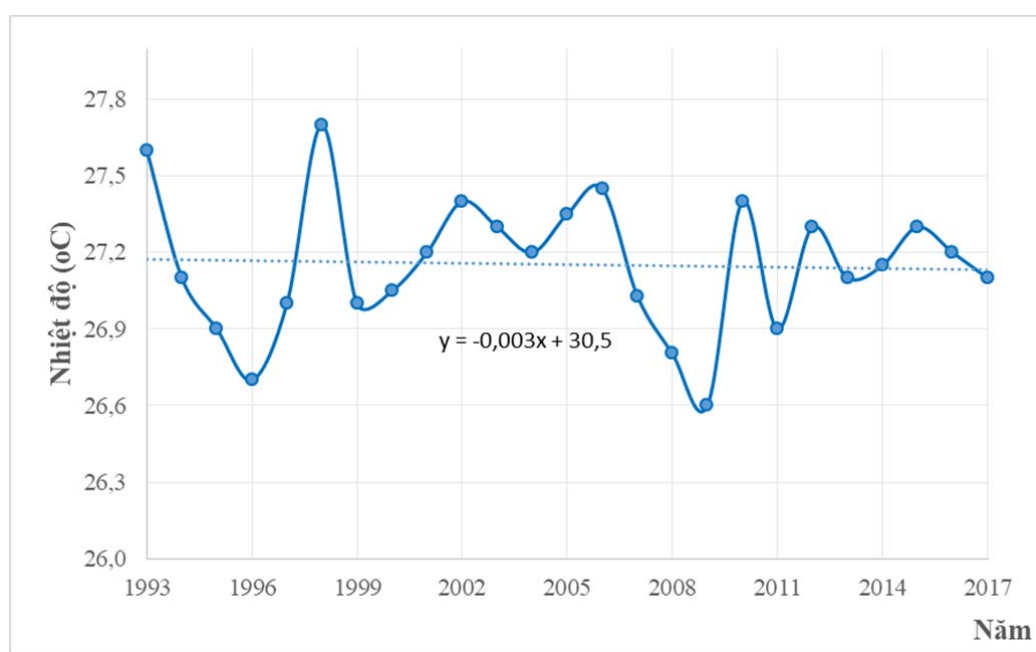
Như vậy, lượng mưa mùa xuân, mùa thu và lượng mưa năm có tốc độ tăng tương đối nhanh và tốc độ tăng chậm nhất vào hè. Với hệ số tương quan (r_{xt}) của năm, mùa xuân, mùa thu đều lớn hơn $r_{xt} > 0,35$, nên phương trình xu thế đều đạt tiêu chuẩn chặt chẽ với mức tin cậy là 95%. Trong khi, lượng mưa mùa hè có xu thế tăng nhẹ và mùa đông có xu thế giảm nhẹ nhưng hệ số tương quan đều nhỏ hơn $r_{xt} < 0,35$, phương trình xu thế không đạt tiêu chuẩn. Nói một cách khác lượng mưa năm, mùa xuân và mùa thu ở Ninh Thuận có xu thế tăng rõ rệt trong khi lượng mưa mùa hè và mùa đông không thể hiện xu thế tăng/giảm rõ rệt.

2.1.3. Biến đổi nhiệt độ tại tỉnh Ninh Thuận

Nhiệt độ trung bình

Kết quả tính toán cho thấy nhiệt độ trung bình năm ở trạm Phan Rang từ 1993 đến 2017 xu thế giảm, tuy nhiên tốc độ giảm không đáng kể chỉ khoảng $-0,003^{\circ}\text{C}/\text{năm}$.

Nhiệt độ trung bình nhiều năm của trạm Phan Rang khá cao vào khoảng $27,1^{\circ}\text{C}$ (xem hình 2.4), nhiệt độ trung bình năm cao nhất giai đoạn này là $27,6^{\circ}\text{C}$ (1998) cao hơn so với trung bình nhiều năm $0,5^{\circ}\text{C}$, và thấp nhất là $26,6^{\circ}\text{C}$ (2009), chênh lệch nhiệt độ giữa năm cao nhất và năm thấp nhất là 1°C .



Hình 2.4: Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình ($^{\circ}\text{C}$) năm tại Phan Rang giai đoạn 1993 - 2017

Nhiệt độ trung bình tháng cao nhất xuất hiện chủ yếu vào các tháng V ($28,8^{\circ}\text{C}$), tháng VI ($28,9^{\circ}\text{C}$) do trong thời gian này khu vực Nam Trung Bộ còn chịu ảnh hưởng của hệ thống cao áp Tây Thái Bình Dương, nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất xuất hiện vào các tháng I ($24,8^{\circ}\text{C}$), thời kỳ này do ảnh hưởng của các đợt không khí lạnh từ miền Bắc tràn xuống phía nam. Sự chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa các tháng thấp nhất và cao nhất khoảng (4°C).

Kết quả trình bày trong bảng 2.2 cho thấy độ lệch chuẩn ($S^{\circ}\text{C}$) tại các tháng tiêu biểu I, IV, VII, X tại Phan Rang tương ứng là $0,64^{\circ}\text{C}$; $0,48^{\circ}\text{C}$; $0,49^{\circ}\text{C}$; $0,27^{\circ}\text{C}$, biến suất tương ứng là 2,6%; 1,73%; 1,72%; 1,01%. Mức độ biến đổi thấp nhất là vào tháng X (1,01%) và cao nhất là tháng II (3,04%), độ lệch chuẩn năm là $0,27^{\circ}\text{C}$ và biến suất năm là 0,98%. Có thể thấy các tháng mùa đông, nhiệt độ có mức độ biến đổi cao hơn các mùa khác.

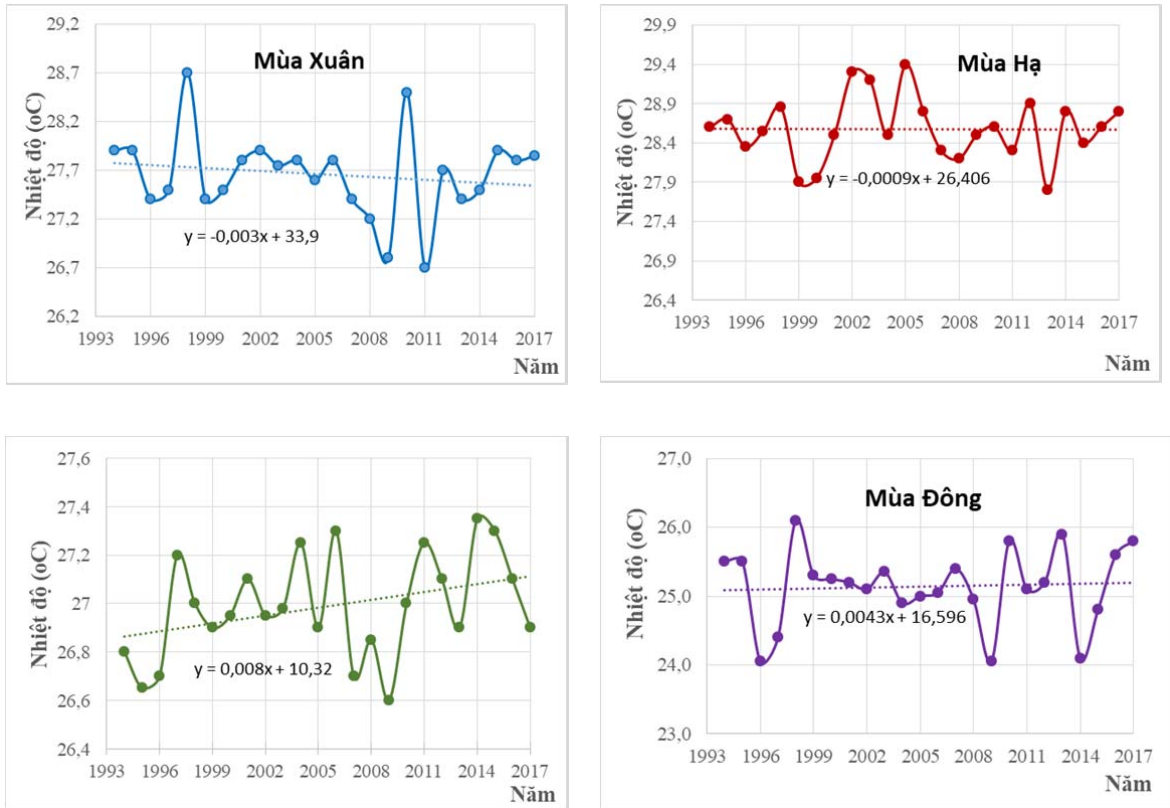
Bảng 2.2: Trị số phổ biến của độ lệch tiêu chuẩn ($S^{\circ}\text{C}$) và biến suất ($Sr\%$) nhiệt độ trung bình tại trạm Phan Rang

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ttb
TB($^{\circ}\text{C}$)	24,8	25,3	26,6	28,0	28,8	28,9	28,5	28,4	27,7	26,9	26,2	25,2	27,1
S ($^{\circ}\text{C}$)	0,64	0,77	0,44	0,48	0,66	0,57	0,49	0,45	0,45	0,27	0,52	0,63	0,27
Sr (%)	2,6	3,04	1,66	1,73	2,27	1,96	1,72	1,58	1,62	1,01	1,97	2,51	0,98

Xu thế và mức độ biến đổi của nhiệt độ trung bình theo mùa

Để thấy rõ hơn về xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình ta đi vào phân tích theo các mùa Xuân (III-V), mùa Hạ (VI-VIII), mùa Thu (IX-XI) mùa Đông (XII-II).

Về xu thế biến đổi của nhiệt độ theo 4 mùa, các mùa đông và mùa thu nhiệt độ trung bình có xu hướng tăng nhẹ (xem hình 2.5), tốc độ tăng tương ứng là $0,005^{\circ}\text{C}/\text{năm}$ và $0,008^{\circ}\text{C}/\text{năm}$, mùa hạ có nhiệt độ trung bình cao nhất trong năm tuy nhiên xu thế biến đổi trong giai đoạn này không có xu hướng tăng hoặc giảm rõ ràng, mùa xuân nhiệt độ có xu hướng giảm nhẹ (khoảng $0,003^{\circ}\text{C}/\text{năm}$). Như vậy có thể thấy xu thế biến đổi của nhiệt độ tại 4 mùa là khác nhau, tuy nhiên không có sự chênh lệch nhiều.

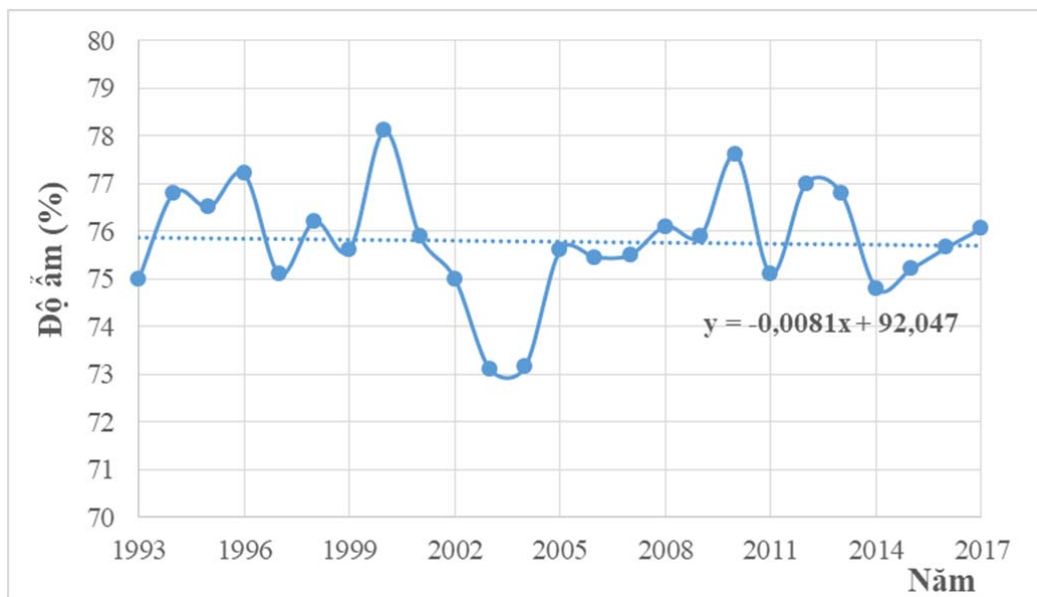


Hình 2.5: Xu thế biến đổi của nhiệt độ trung bình theo bốn mùa tại Phan Rang

2.1.4. Thay đổi độ ẩm tại tỉnh Ninh Thuận

Xu thế và mức độ biến đổi của độ ẩm trung bình

Hàm xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình có dạng $y = -0,008x + 93$ (xem hình 2.6), ta thấy độ ẩm tương đối tại Phan Rang có xu hướng giảm không đáng kể với tốc độ $-0,008\%/năm$, độ ẩm tương đối trung bình năm vào khoảng $75,8\%$, độ ẩm năm cao nhất 78% (năm 2000), độ ẩm năm thấp nhất 73% (năm 2003, 2004). Trong các tháng mùa mưa độ ẩm cao hơn các tháng mùa khô và trung bình năm.



Hình 2.6: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình năm tại Phan Rang giai đoạn 1993 - 2017

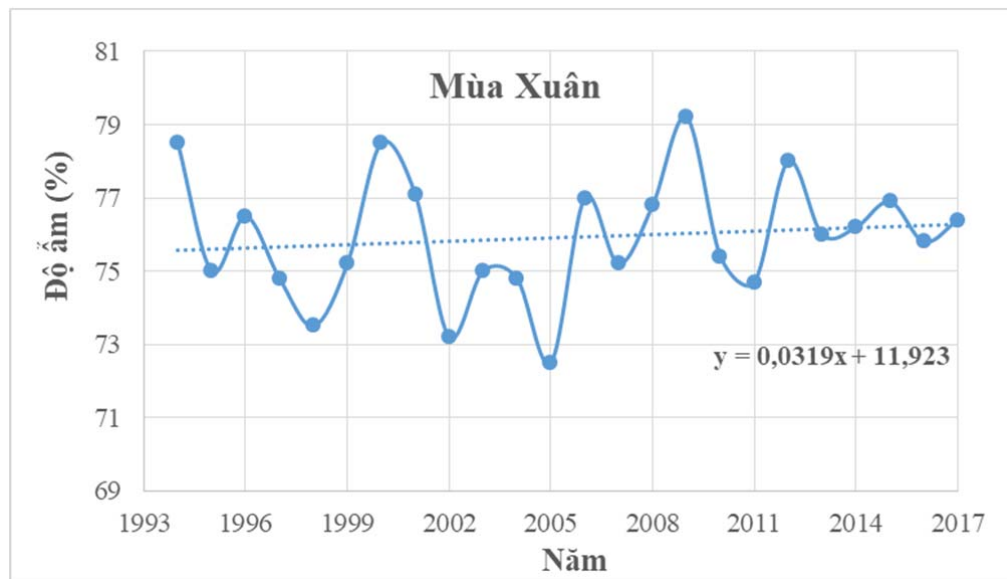
Thống kê trong bảng 2.3 cho thấy biến suất của độ ẩm trung bình tại trạm Phan Rang dao động từ 2,1% đến 4,8%, tại một số tháng tiêu biểu I, IV, VII, XII biến suất tương ứng là 3,4%, 3,3%, 3,5%, 2,7%, mức độ biến đổi các tháng mùa mưa (tháng VIII đến XII) dao động từ 2,7% đến 4,8% cao hơn các tháng mùa khô (tháng I đến VII) dao động từ 2,1% đến 3,5%, biến suất tháng lớn nhất là 4,8% (tháng XII) và thấp nhất là 2,1% (tháng III).

Bảng 2.3: Trị số phổ biến của độ lệch tiêu chuẩn S(%) và biến suất Sr(%) độ ẩm tương đối tại trạm Phan Rang

Đặc trưng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rh
B (%)	71,4	72,4	74,6	76,1	76,8	75,2	75,4	76,0	79,3	80,2	77,8	74,1	75,8
S (%)	2,5	2,5	1,6	2,5	2,7	2,8	2,7	2,2	2,9	2,2	3,6	3,6	1,2
Sr (%)	3,4	3,5	2,1	3,3	3,6	3,8	3,5	3,0	3,7	2,7	4,6	4,8	1,6

Xu thế và mức độ biến đổi của độ ẩm trung bình theo mùa

Khác với độ ẩm trung bình năm, độ ẩm trung bình mùa Xuân có xu hướng tăng với tốc độ khoảng 0,03%/năm như trình bày trong hình 2.7, tuy nhiên tốc độ tăng khác nhau giữa các giai đoạn, giai đoạn từ 1994-2005, độ ẩm trung bình mùa Xuân có xu hướng giảm, giai đoạn từ 2006-2014 có xu hướng tăng. Độ ẩm trung bình mùa Xuân trong giai đoạn này khoảng 75,9%, độ ẩm trung bình cao nhất là năm 2009 (79,3%), thấp nhất là năm 2005 (72,5%).



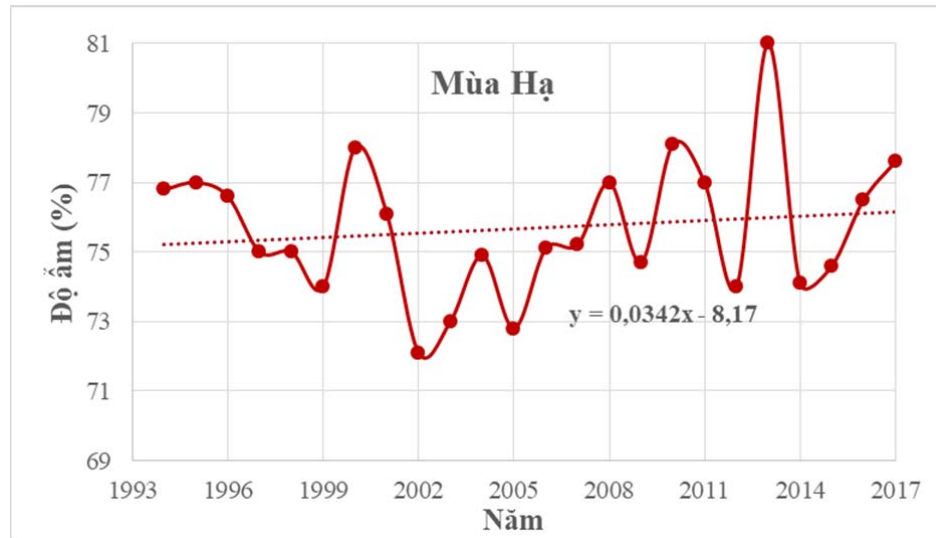
Hình 2.7: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Xuân tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017

Hàm xu thế biến đổi có dạng $y = 0,034x + 8,05$, độ ẩm mùa Hạ có xu thế tăng với tốc độ 0,034%/năm tương tự như xu thế độ ẩm trung bình mùa Xuân (hình 2.8), độ ẩm trung bình nhiều năm trong mùa Hạ giai đoạn này là 75,6%, độ ẩm cao nhất là 81% (2013), thấp nhất là 72,2% (2002), chênh lệch độ ẩm trung bình mùa Hạ giữa năm cao nhất và thấp nhất là 8,8%.

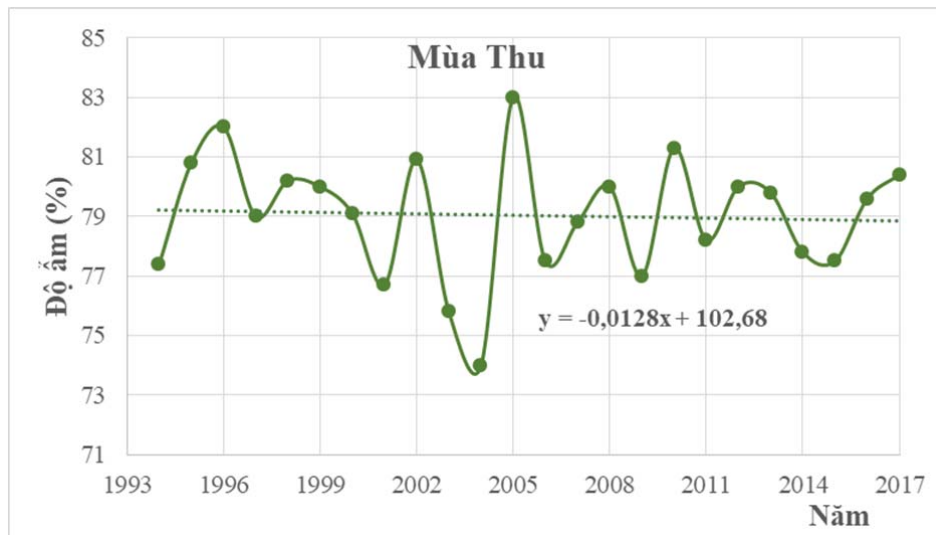
Khác với xu thế biến đổi trong mùa Xuân và mùa Hạ, độ ẩm trung bình mùa Thu và mùa Đông lại có xu hướng giảm (hình 2.9 và 2.10). Tốc độ giảm rõ rệt nhất trong mùa Đông (giảm 0,13%/năm), mùa Thu giảm nhẹ khoảng 0,012%/năm.

Tóm lại mặc dù xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình có xu hướng giảm nhẹ, tuy nhiên tại các mùa khác nhau trong năm độ ẩm trung bình lại có xu hướng tăng giảm khác

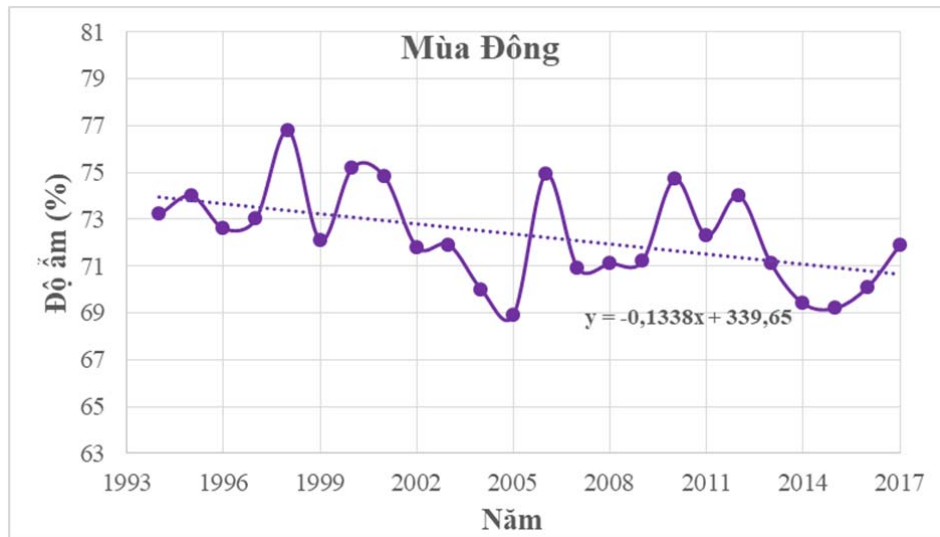
nhau, trong đó mùa Xuân và mùa Hạ có xu hướng tăng nhẹ, ngược lại mùa Đông có xu hướng giảm mạnh hơn tốc độ tăng của mùa Xuân và mùa Hạ. Trong giai đoạn từ 1994-2005 độ ẩm trung bình có xu hướng giảm ở tất cả các mùa, giai đoạn từ 2006-2017 độ ẩm trung bình có xu hướng tăng.



Hình 2.8: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Hạ tại Phan Rang giai đoạn 1994-2017



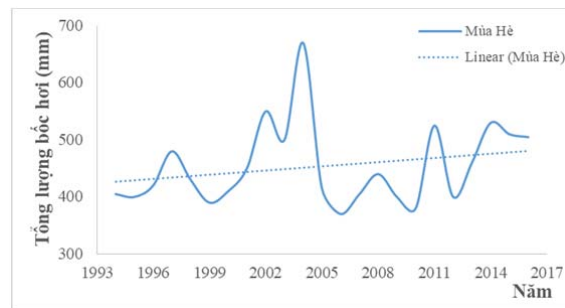
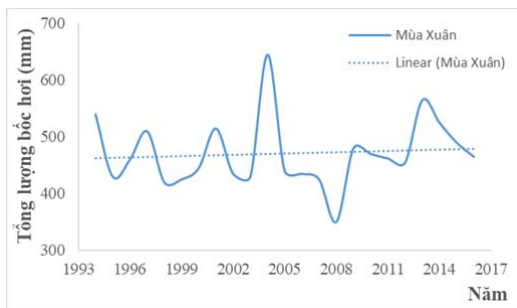
Hình 2.9: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Thu tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017

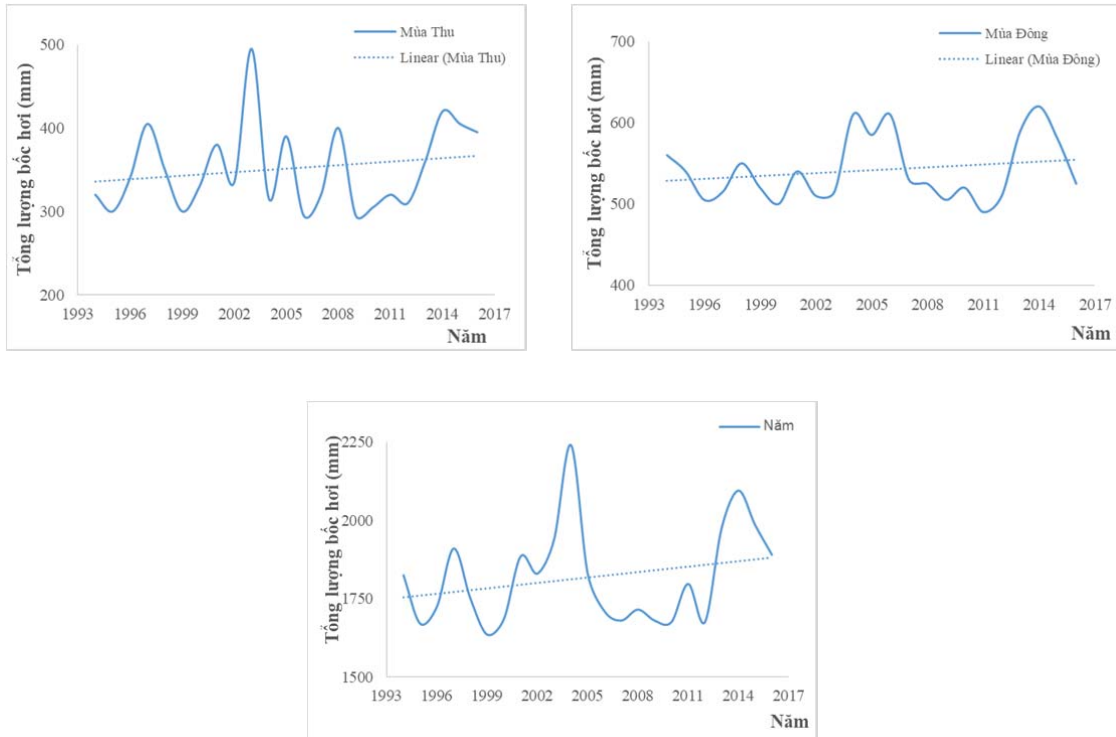


Hình 2.10: Xu thế biến đổi của độ ẩm trung bình (%) mùa Đông tại Phan Rang giai đoạn 1994 - 2017

Xu thế và mức độ biến đổi của quá trình bốc hơi

Trong thời kỳ 1994-2017, tổng lượng bốc hơi năm và các mùa ở Ninh Thuận được trình bày trong hình 2.11, kết quả cho thấy tổng lượng bốc hơi năm có xu thế tăng với tốc độ tăng 45 mm/thập kỷ, tổng lượng bốc hơi có xu thế tăng trong các mùa hè, thu và mùa xuân với tốc độ tăng lần lượt là 1,78 mm; 2,2 mm và 0,8 mm/năm và có xu thế giảm nhẹ trong xuân với tốc độ giảm 0,16mm/năm. Tuy nhiên với hệ số tương quan năm và 4 mùa đều rất nhỏ nên phương trình xu thế không đảm bảo tiêu chuẩn chặt chẽ, có nghĩa là tổng lượng bốc hơi năm và các mùa ở Ninh Thuận là không có xu thế tăng hay giảm rõ ràng.





Hình 2.11: Xu thế biến đổi của lượng bốc hơi năm và các mùa (mm) thời kỳ 1994 - 2017.

2.2. Khả năng đáp ứng nhu cầu người dân về nước sinh hoạt

2.2.1. Ứng Dụng Mô Hình Mike Basin Xác Định Cân Bằng Nước

Cơ sở dữ liệu

Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn trên địa bàn lưu vực sông tương đối thưa thớt gồm 02 trạm khí tượng, 11 trạm đo mưa và 03 trạm thủy văn cấp 3.

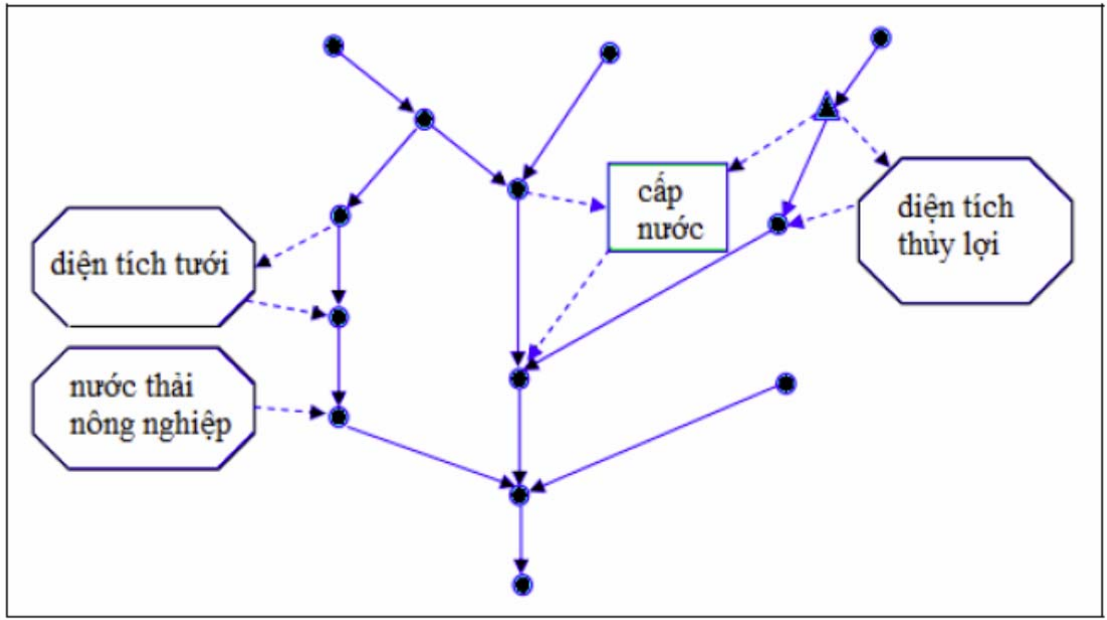
Hầu hết các trạm quan trắc đều có chuỗi số liệu ngắn, thiếu và gián đoạn, trong đó có 4 trạm đo mưa tương đối dài (trạm Nha Hồ, Phan Rang, Tân Mỹ và Cà Ná). Để xác định được lưu lượng nước trên sông chúng tôi dựa vào đường quan hệ lưu lượng mực nước tại các trạm thủy văn được Đài Khí tượng thủy văn Nam Trung Bộ xây dựng [80].

Nhu cầu sử dụng nước được tính toán dựa trên số liệu thống kê về kinh tế của tỉnh Ninh Thuận năm 2010 và theo tiêu chuẩn sử dụng nước cho các ngành như:

- Định mức dùng nước sinh hoạt đô thị và nông thôn theo Tiêu chuẩn của Bộ Xây dựng (TCXDVN 33:2006);
- Ngành công nghiệp chủ yếu tập trung ở hai khu công nghiệp Thành Hải và Tháp Chàm với tổng lưu lượng cấp là $Q_{tb} = 48,8$ l/s. Nhà máy Điện hạt nhân Ninh Thuận 1 với lưu lượng 13 m³/s.
- Nhu cầu nước cho nông nghiệp bao gồm nhu cầu tưới cho trồng trọt và cho chăn nuôi; nhu cầu nước cho trồng trọt được để xác định bằng chương trình tính cropwat theo tiêu chuẩn của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn;
- Nhu cầu nước cho chăn nuôi bao gồm nhu cầu cho ăn uống, vệ sinh chuồng trại,... được tính theo định mức TCVN 4454:1987
- Nhu cầu nước thủy sản: 50.000 m³/năm.ha (thay nước 3 lần/vụ) cho nuôi tôm và 12.000 m³/ha/năm cho các loại thủy sản khác
- Nhu cầu nước cho các hoạt động du lịch: các nhà nghỉ, khách sạn, các hoạt động vui chơi,... có thể được tính theo chỉ tiêu bằng 15% lượng nước sinh hoạt của dân sinh đô thị.
- Nhu cầu nước duy trì dòng chảy môi trường được lấy bằng 5 m³/s [81].

Phương pháp sử dụng

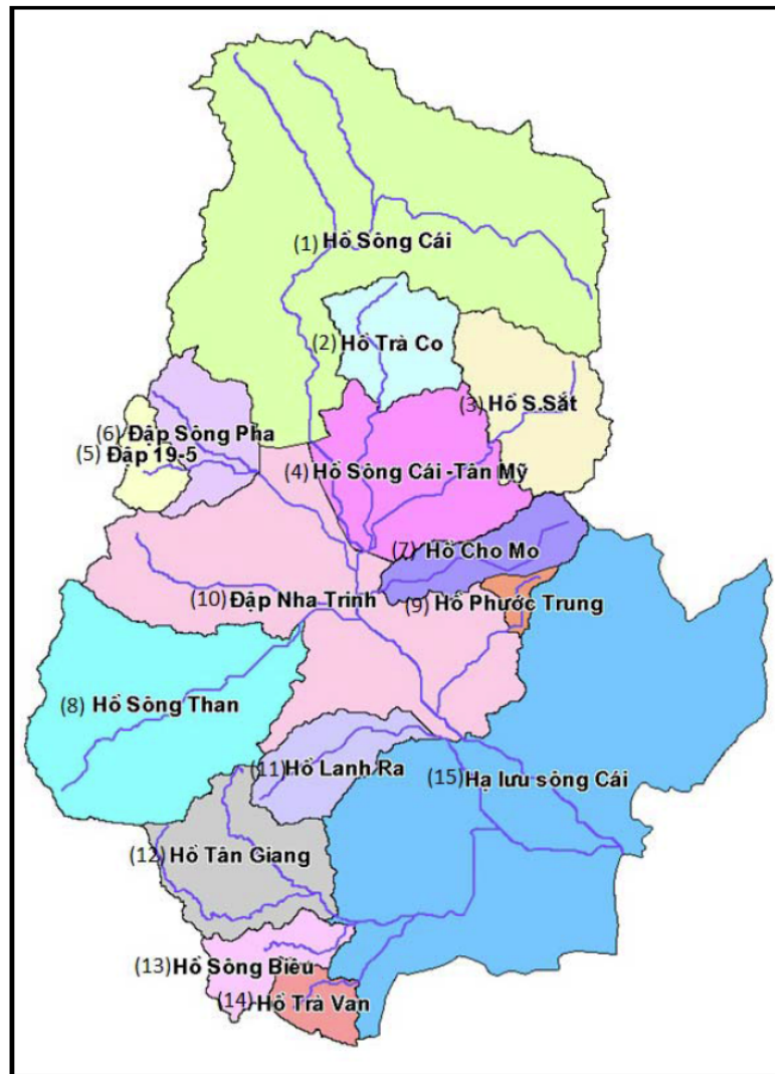
Như trên đã giới thiệu, ở đây chúng tôi chọn mô hình Mike Basin do Viện thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng từ năm 1972 nhằm mô phỏng mạng lưới sông suối trong không gian và các yếu tố thủy văn (X, Q, H, Z) theo thời gian dựa trên phương trình cân bằng nước tổng quát (hình 2.12). Ưu điểm nổi bật của mô hình là ngoài việc thể hiện quan hệ giữa lượng nước đến, lượng nước đi và lượng trữ trong hệ thống tính toán trong tự nhiên, mô hình còn cho phép xác định sự phân bổ nguồn nước - mức độ ưu tiên của các hộ dùng nước do sự can thiệp của con người [82, 83].



Hình 2.12: Cấu trúc mô hình Mike Basin

2.2.2. Phân chia khu vực để tính toán

Các tiểu vùng tính toán cân bằng được phân chia dựa trên nguyên tắc lưu vực sông, có điểm khống chế là một công trình cấp nước (hồ, đập) tạo thành một khu có tính độc lập tương đối, có nhiều đối tượng sử dụng nước. Theo tiêu chí trên lưu vực sông Cái Phan Rang được chia thành 15 tiểu lưu vực để tính toán cân bằng nước (hình 2.13).



Hình 2.13: Sơ đồ phân chia tiểu vùng tính toán

- Chú giải: 1. Hồ sông Cái; 2. Hồ Trà Co; 3. Hồ Sông Sắt;
 4. Tuyến Tân Mỹ; 5. Đập 19-5; 6. Đập Sông Pha; 7. Hồ Cho Mo;
 8. Hồ Sông Than; 9. Hồ Phước Trung; 10. Đập Nha Trinh;
 11. Hồ Lanh Ra, 12. Hồ Tân Giang; 13. Hồ Sông Biêu;
 14. Hồ Trà Văn; 15. Hạ lưu sông Cái

2.2.3. Xác định nhu cầu sử dụng nước của người dân

Trên cơ sở tài liệu, số liệu thống kê [84] và các tiêu chuẩn sử dụng nước, chúng tôi xác định được nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực và được trình bày trong bảng 2.4:

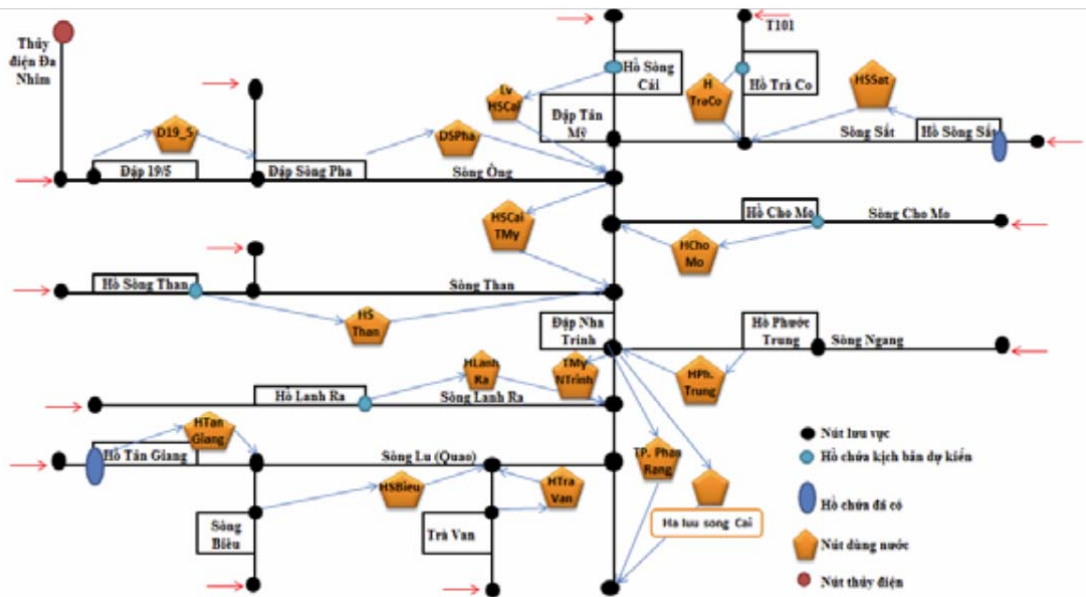
Bảng 2.4: Tổng nhu cầu nước dùng của lưu vực

TT	Ngành dùng nước	Lượng nước cần (nghìn m ³)	Tỷ lệ với tổng nhu cầu (%)
1	Trồng trọt	343.959,6	68,5
2	Chăn nuôi	8.333,3	1,66
3	Thủy sản	625	0,12
4	Sinh hoạt	18.628	3,71
5	Du lịch, dịch vụ	2.794,2	0,56
6	Xí nghiệp, nhà máy phân tán	1.862,8	0,37
7	Công nghiệp	7.822,9	1,56
8	Dòng chảy tối thiểu (XII-VIII)	118.368	23,6
	Tổng	502.390,00	100

So với tổng lượng nước trên toàn lưu vực, lượng nước cần dùng chỉ chiếm 19,1%. Tuy nhiên, với sự phân mùa sâu sắc, lượng nước trên sông hầu như không đáp ứng đủ. Trong tổng lượng nước cần cho phát triển KT-XH, nhu cầu nước dùng cho nông nghiệp chiếm phần lớn (70,3%), sau đó là nhu cầu cho dòng chảy môi trường sau đập Nha Trinh (23,6%). Nhu cầu nước cho các ngành còn lại chỉ chiếm 6,1%.

2.2.4. Thiết lập mô hình Mike Basin

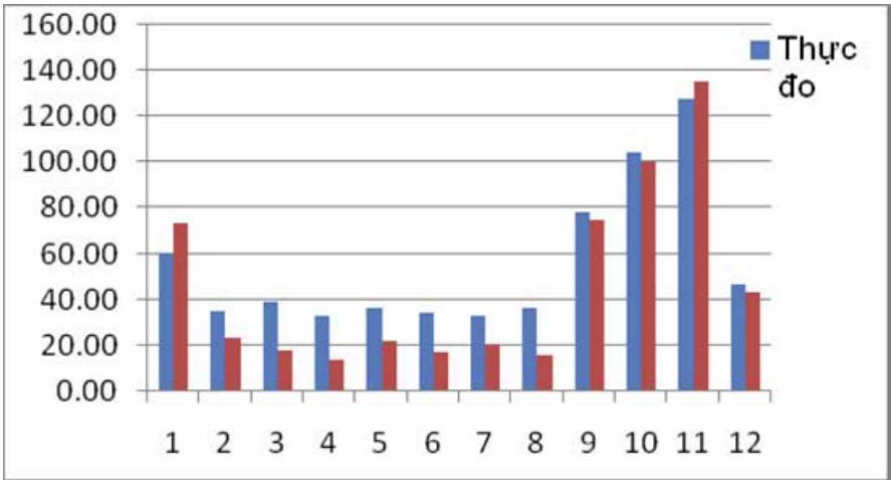
Trên cơ sở phân chia các tiểu lưu vực, số liệu khí tượng, thủy văn và nhu cầu sử dụng nước, chúng tôi thiết lập mô hình MIKE BASIN cho lưu vực sông Cái Phan Rang (hình 2.14). Modul tính toán cân bằng nước Mike Basin được lập trình chạy trên nền ArcGis10.0 nên các công cụ nhập số liệu, hiển thị kết quả rất trực quan và dễ khai thác sử dụng.



Hình 2.14: Sơ đồ tính cân bằng nước lưu vực sông Cái Phan Rang

2.2.5. Kiểm định mô hình

Để xác định độ tin cậy của mô hình Mike Basin, chúng tôi so sánh lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm Tân Mỹ năm 2010 (xem hình 2.15).



Hình 2.15: So sánh kết quả tính toán và thực đo tại trạm Tân Mỹ

Kết quả cho thấy mô hình đã mô phỏng tương đối sát với thực tế, chỉ số Nash nhận được là 80%, đảm bảo khả năng ứng dụng mô hình cân bằng nước cho các kịch bản phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực sông Cái Phan Rang. Kết quả tính cân bằng nước các tiểu lưu vực sông được trình bày trong bảng 2.5.

Qua bảng 2.5 cho thấy, trong điều kiện hiện trạng có 8 trên tổng số 15 tiểu lưu vực bị thiếu nước, thời gian thiếu nước xuất hiện vào các tháng I-IV và tháng IV là tháng thiếu nước phổ biến trong các tiểu lưu vực. Điều này thể hiện đúng thực tế vì đây là thời kỳ có nguồn nước nhỏ nhất trong năm và cũng là thời kỳ các loại cây trồng vụ Đông Xuân đang phát triển mạnh. Các khu vực thiếu nước tập trung chủ yếu vào những khu vực ở hạ du nơi tập trung phát triển của các ngành kinh tế xã hội và dân cư đông đúc.

Bảng 2.5: Lượng nước thiếu hụt theo thời đoạn tháng

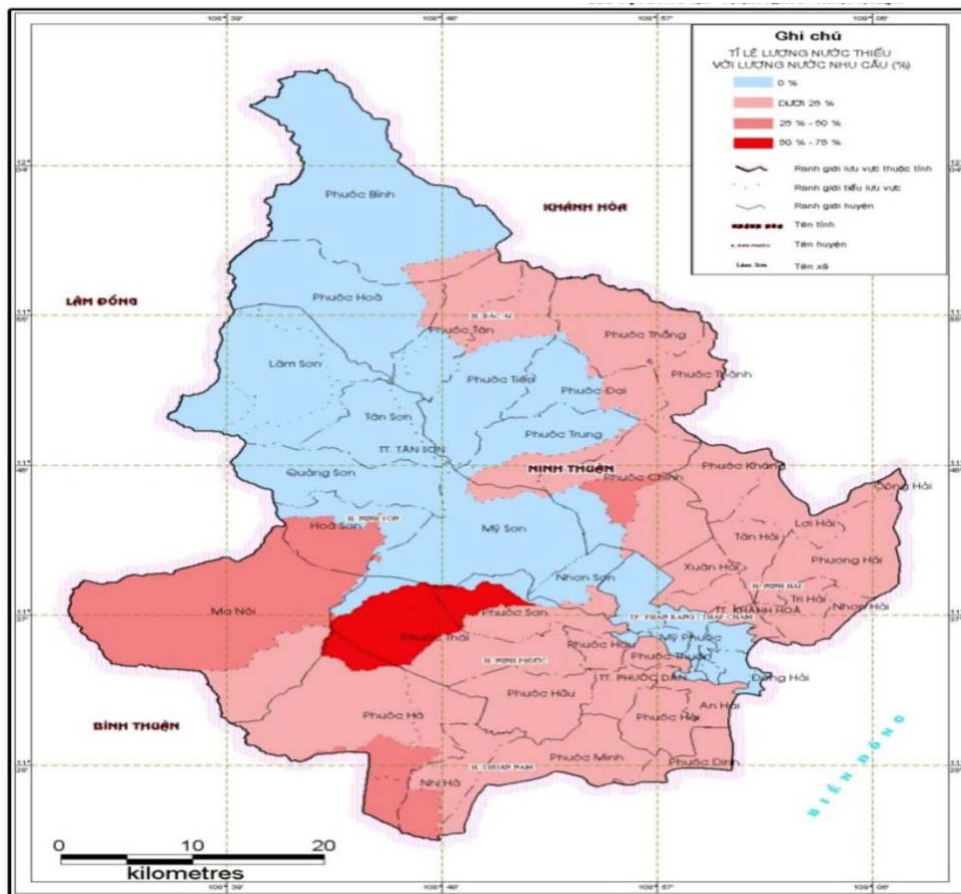
Đơn vị: triệu m³.

Tháng	Tgiang	TrVan	Lanh Ra	Cho Mo	Sông Than	Sông Sắt	Sông Biêu	Hạ lưu
I	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0,017	0,144	0	0,607	0	0	0
III	0,045	0,070	0,348	0	1,437	0	0,100	0
IV	0	0,031	1,124	0,010	3,466	0,056	0,027	14,362
V	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0

Kết quả tính toán được thể hiện trên bản đồ cho thấy các tiểu lưu vực thiếu nước xác định theo mô hình MIKE BASIN phù hợp với các khu vực hạn hán trên bản đồ hạn hán đã có. Điều này chứng tỏ bộ thông số mô hình MIKE BASIN phù hợp với điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội của lưu vực sông Cái Phan Rang và có thể sử dụng bộ thông số mô hình để cân bằng nguồn nước trên các tiểu lưu vực phục vụ các mục đích sử dụng nước khác nhau.

2.2.6. Cân bằng nước đến năm 2020 theo quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội lưu vực sông Cái Phan Rang

Trên cơ sở bộ thông số mô hình đã xác định, chúng tôi dự báo cân bằng nguồn nước theo Quy hoạch phát triển kinh tế xã hội của lưu vực đến năm 2020 đã được phê duyệt [85] với nguồn nước đến được coi là cố định. Khi đưa vào đánh giá cân bằng nước, chúng tôi tuân thủ theo Nghị định 120 về Quản lý tổng hợp lưu vực sông để xếp thứ tự ưu tiên sử dụng nước [86]. Chúng tôi xây dựng bản đồ dự báo các vùng thiếu nước đến năm 2020 thể hiện ở hình 2.16.



Hình 2.16: Bản đồ dự báo các vùng thiếu nước đến năm 2020

Theo Quy hoạch phát triển KT-XH của lưu vực sông, nhu cầu nước đến năm 2020 có sự gia tăng so với nhu cầu sử dụng nước năm 2010 theo các ngành như: Nông nghiệp tăng 1,15%; Thủy sản tăng 0,16%; sinh hoạt tăng 1,08%; Công nghiệp tăng 1,44%. Như vậy, nhu cầu nước trong công nghiệp đã tăng lên đáng kể do hàng loạt các khu công nghiệp trên địa bàn đi vào hoạt động. Kết quả cân bằng nước lưu vực sông Cái

Phan Rang cho thấy khả năng cung cấp nguồn nước của lưu vực ngày càng hạn chế; không gian của vùng thiếu nước mở rộng (tăng thêm 2 tiểu lưu vực thiếu nước so với phương án hiện trạng: tiểu vùng Trà Co và Phước Trung) cũng như thời gian thiếu nước dài hơn (từ tháng II tới tháng VIII), đặc biệt còn xuất hiện thiếu nước trong tháng XII. Sự kéo dài thời gian thiếu nước và đặc biệt thiếu nước trong tháng XII - đây là tháng cuối mùa mưa sẽ gây khó khăn rất lớn trong việc điều tiết các hồ chứa, nhất là trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

Nguyên nhân của hiện tượng thiếu nước gia tăng là do nhu cầu sử dụng nước tăng lên theo sự phát triển dân số và các ngành kinh tế. Được đánh giá là vùng “hoang mạc” của Việt Nam, theo kịch bản phát triển kinh tế xã hội đến năm 2020 cần bổ sung thêm các công trình khai thác nguồn nước, xây dựng quy trình vận hành cho các hồ chứa vào mùa kiệt nhằm phát huy và tận dụng triệt để từng m³ nước. Cụ thể, cần nâng dung tích hệ thống Tân Mỹ 219 triệu m³, xây dựng các hồ Sông Than, Ô Cầm, Tân Giang II, Tà Nôi, Tà Lâm, nâng cao đập 19/5 và đập hạ lưu sông Cái để giữ nước. Ngoài ra, còn tập trung kiên cố hóa kênh mương giảm thất thoát nguồn nước, ứng dụng các công nghệ tưới tiết kiệm, sử dụng luân phiên nguồn nước.

2.3. Cơ sở khoa học của phương pháp tách ẩm từ không khí

2.3.1. Phương pháp tính toán điều kiện tách ẩm

Điều kiện khảo sát và tính toán:

- Nhiệt độ không khí ban đầu: 20, 25, 27, 30, 35 và 40°C.
- Độ ẩm bằng 50%, 75% và 100%.
- Nhiệt độ không khí sau khi tách ẩm: 30, 25, 20, 15, 10, 5°C

Phương pháp tính toán

- Nhiệt độ không khí ban đầu ở $t_1 = 27^\circ\text{C}$, Độ ẩm bằng 75% (điểm A1)
- Tra giản đồ Mollier ta có dung ẩm $d_1 = 17 \text{ g H}_2\text{O/kg kkk}$,
- Ở nhiệt độ là $t_2 = 20^\circ\text{C}$, không khí ở trạng thái bão hòa, từ giản đồ Mollier ta tra được dung ẩm giảm xuống $d_2 = 14,8 \text{ g H}_2\text{O/ kg kkk}$. (điểm A2)
- Lượng nước ta thu được là $17 - 14,8 = 2,2 \text{ g H}_2\text{O/ kg kkk}$

Khối lượng riêng của không khí khô phụ thuộc vào nhiệt độ:

$$\rho = \frac{1,293 \times P}{(1 + 0,00367 \times t) \times 760} \text{ , g/l}$$

Trong đó: t là nhiệt độ (°C)

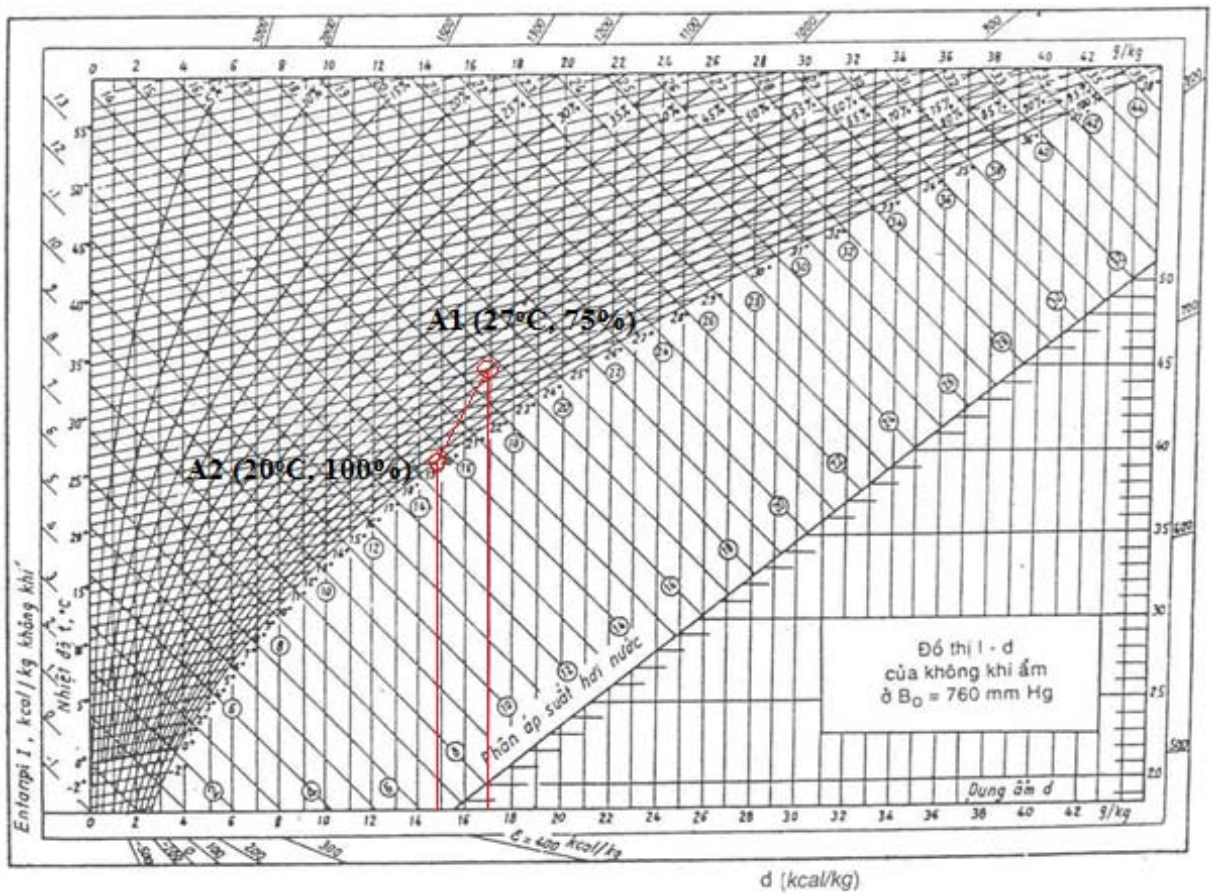
P là áp suất, P = 760 mmHg

Ở 27°C, P = 760 mmHg, khối lượng riêng của không khí khô là 1,18 kg/m³

Khối lượng không khí khô (X) tính bằng, dựa trên quy tắc tam suất:

2,2 g nước 1 kg kkk

10 kg nước (10 lít nước) X = ? kg kkk



Hình 2.17: Giản đồ Mollier của không khí ẩm

Lưu lượng không khí cấp vào chính bằng tỷ lệ giữa khối lượng không khí khô trên cho khối lượng riêng của không khí khô tương ứng với nhiệt độ tại điểm ta xét.

Vậy lưu lượng không khí khô: $\frac{X}{\gamma} = \frac{10 \times 1}{2,2 \times 10^{-3} \times 1,18} = 3863,78 \text{ m}^3$ không khí khô

Để thuận tiện cho quá trình tính toán, giá trị dung ẩm của không khí ở các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm khác nhau được trình bày trong bảng 2.6:

Bảng 2.6: Giá trị dung ẩm theo nhiệt độ và độ ẩm

Nhiệt độ	Độ ẩm		
	50%	75%	100%
40	23,2	36,2	50
35	18	27,5	36,6
30	13,5	20,5	27,4
27	11,2	17	22,5
25	10	15	20
20	7,2	11,1	14,8

Tương tự ta có các kết quả tính toán được liệt kê trong các bảng sau:

2.3.2. Kết quả tính toán điều kiện tách ẩm

Kết quả tính toán bài toán làm lạnh tách ẩm dựa trên những điều kiện nhiệt độ, độ ẩm khác nhau được trình bày trong bảng 2.7 – 2.24.

a) **Độ ẩm bằng 100%**

Bảng 2.7: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 40°C

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
35	36,6	13,4	661,89
30	27,4	22,6	392,45
25	20	30	295,64
20	14,8	35,2	251,97
15	10,5	39,5	224,54
10	7,6	42,4	209,18
5	5,2	44,8	197,98

Bảng 2.8: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 35°C

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4	9,2	948,63
25	20	16,6	525,75
20	14,8	21,8	400,34
15	10,5	26,1	334,38
10	7,6	29,0	300,94
5	5,2	31,4	277,94

Bảng 2.9: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 30°C

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4		
25	20	7,4	1160,20
20	14,8	12,6	681,39
15	10,5	16,9	508,02
10	7,6	19,8	433,61
5	5,2	22,2	386,73

Bảng 2.10: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 27°C

Nhiệt độ t_2 (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20	2,5	3400,12
20	14,8	7,7	1103,94
15	10,5	12	708,36
10	7,6	14,9	570,49
5	5,2	17,3	491,35

Bảng 2.11: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 25°C

Nhiệt độ t_2 (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8	5,2	1623,76
15	10,5	9,5	888,79
10	7,6	12,4	680,93
5	5,2	14,8	570,51

Bảng 2.12: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 100% và nhiệt độ 20°C

Nhiệt độ t_2 (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5	4,3	1930,61
10	7,6	7,2	1153,00
5	5,2	9,6	864,75

b) Độ ẩm bằng 75%

Bảng 2.13: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 40°C

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4	8,8	1007,87
25	20	16,2	547,49
20	14,8	21,4	414,45
15	10,5	25,7	345,11
10	7,6	28,6	310,12
5	5,2	31	286,11

Bảng 2.14: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 35°C

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4	0,1	87273,78
25	20	7,5	1163,65
20	14,8	12,7	687,20
15	10,5	17	513,38
10	7,6	19,9	438,56
5	5,2	22,3	391,36

Bảng 2.15: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 30oC

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4		
25	20	0,5	17170,92
20	14,8	5,7	1506,22
15	10,5	10	858,55
10	7,6	12,9	665,54
5	5,2	15,3	561,14

Bảng 2.16: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 27oC

Nhiệt độ t ₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8	2,2	3863,78
15	10,5	6,5	1307,74
10	7,6	9,4	904,29
5	5,2	11,8	720,37

Bảng 2.17: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 25oC

Nhiệt độ t ₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	7,4		
25	20		
20	14,8	0,2	42217,71
15	10,5	4,5	1876,34
10	7,6	7,4	1141,02
5	5,2	9,8	861,59

Bảng 2.18: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 75% và nhiệt độ 20oC

Nhiệt độ t ₂ (oC)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5	0,6	13836,04
10	7,6	3,5	2371,89
5	5,2	5,9	1407,05

c) **Độ ẩm bằng 50%**

Bảng 2.19: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 40oC

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4		
25	20	3,2	2771,66
20	14,8	8,4	1055,87
15	10,5	12,7	698,37
10	7,6	15,6	568,54
5	5,2	18	492,74

Bảng 2.20: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 35oC

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8	3,2	2727,31
15	10,5	7,5	1163,65
10	7,6	10,4	839,17
5	5,2	12,8	681,83

Bảng 2.21: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 30oC

Nhiệt độ t₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5	3	2861,82
10	7,6	5,9	1455,16
5	5,2	8,3	1034,39

Bảng 2.22: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 27oC

Nhiệt độ t ₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5	0,7	12143,30
10	7,6	3,6	2361,20
5	5,2	6	1416,72

Bảng 2.23: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 25oC

Nhiệt độ t ₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5		
10	7,6	2,4	3518,14
5	5,2	4,8	1759,07

Bảng 2.24: Lượng nước thu được ở điều kiện: độ ẩm 50% và nhiệt độ 20oC

Nhiệt độ t ₂ (°C)	Dung ẩm (RH = 100%)	Lượng nước thu được (g)	Lưu lượng không khí khô (m ³)
30	27,4		
25	20		
20	14,8		
15	10,5		
10	7,6		
5	5,2	2	4150,81

2.4. Cơ sở khoa học để lựa chọn điều kiện vận hành quá trình lam lạnh và tách ẩm

2.4.1. Phương trình cân bằng nhiệt

Hệ điều hoà chịu tác động của các nhiễu loạn nhiệt dưới hai dạng phổ biến sau:

- Nhiệt tỏa ra từ các nguồn nhiệt bên trong hệ gọi là các nguồn nhiệt toả: $\Sigma Q_{t\ddot{o}a}$
- Nhiệt truyền qua kết cấu bao che gọi là nguồn nhiệt thẩm thấu: ΣQ_{tt}

Tổng hai thành phần trên gọi là nhiệt thừa

$$Q_T = \sum Q_{t\ddot{o}a} + \sum Q_{tt}$$

Để duy trì chế độ nhiệt trong không gian điều hoà, trong kỹ thuật điều hoà không khí người ta phải cấp cho hệ một lượng không khí có lưu lượng G_q (kg/s) ở trạng thái $V(t_V, \varphi_V)$ nào đó và lấy ra cũng lượng như vậy nhưng ở trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$. Như vậy lượng không khí này đã lấy đi từ phòng một lượng nhiệt bằng Q_T . Ta có phương trình cân bằng nhiệt như sau:

$$Q_T = G_q \cdot (I_T - I_V)$$

G_q - Gọi là lưu lượng thái nhiệt thừa, kg/s.

2.4.2. Phương trình cân bằng ẩm

Tương tự như trên, ngoài các nhiễu loạn về nhiệt hệ cũng bị tác động của các nhiễu loạn về ẩm như sau:

- Ẩm tỏa ra từ các nguồn bên trong hệ: $\Sigma W_{t\ddot{o}a}$
- Ẩm thẩm thấu qua kết cấu bao che: ΣW_{tt}

Tổng hai thành phần trên gọi là ẩm thừa

$$W_T = \Sigma W_{t\ddot{o}a} + \Sigma W_{tt}$$

Để hệ cân bằng ẩm và có trạng thái không khí trong phòng không đổi $T(t_T, \varphi_T)$ người ta phải cung cấp cho hệ một lượng không khí có lưu lượng G_w (kg/s) ở trạng thái $V(t_V, \varphi_V)$

φ_v). Như vậy lượng không khí này đã lấy đi từ hệ một lượng ẩm bằng W_T . Ta có phương trình cân bằng ẩm như sau:

$$W_T = G_w \cdot (d_T - d_v)$$

G_w - Gọi là lưu lượng tải ẩm thừa, kg/s.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG

3.1. Xây dựng phương án làm việc của thiết bị tách ẩm

3.1.1. Chọn môi chất lạnh

Môi chất sử dụng trong hệ thống lạnh là R22 vì nó có những ưu nhược điểm sau:

- **Ưu điểm:**

- + Không độc hại
- + Không dễ cháy, dễ nổ
- + Không ăn mòn kim loại đen và kim loại màu
- + Khi rò rỉ, không làm hỏng thực phẩm cần bảo quản
- + Hòa tan hạn chế dầu, ở khoảng nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C} \div -40^{\circ}\text{C}$ không hòa tan dầu
- + Năng suất lạnh riêng thể tích lớn
- + Áp suất ngưng tụ ở điều kiện bình thường $< \text{NH}_3$
- + Nhiệt độ hóa rắn thấp hơn so với NH_3
- + Dễ vận chuyển và bảo quản

- **Nhược điểm:**

- + Đắt tiền hơn NH_3
- + Không hòa tan nước
- + Có tính rửa cặn bẩn nên dễ gây tắc nghẽn hệ thống
- + Gây ô nhiễm môi trường (phá hủy tầng ôzôn và gây hiệu ứng nhà kính)

Nói chung R22 có độ hoàn thiện nhiệt động cao nên được sử dụng rộng rãi. Vì vậy chọn môi chất R22 là phù hợp

3.1.2. Chọn môi trường giải nhiệt

Chọn môi trường giải nhiệt là nước tuần hoàn qua tháp trao đổi nhiệt vì so với không khí thì nước làm mát có những ưu điểm sau:

+ Hệ số tỏa nhiệt cao hơn nên làm mát tốt hơn

+ Ít chịu ảnh hưởng của thời tiết

3.1.3. Hệ thống lạnh tách ẩm chính

a. Thông số ban đầu

- Năng suất lạnh yêu cầu $Q_0^{MN} = 9437,16 \text{ W} = 9,43716 \text{ kW}$

- Nhiệt độ và trạng thái của đối tượng làm lạnh: $t_f = -18^\circ\text{C}$

- Chọn môi trường giải nhiệt là nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt:

+ Nhiệt độ nước khi vào bình [87,88]:

$$t_{w1} = t_{tr} + (3 \div 4)^\circ\text{C}$$

Với: t_{tr} - là nhiệt độ nhiệt kế ướt của không khí được tra theo đồ thị i-d với $t_n = 37,3^\circ\text{C}$ và độ ẩm $\varphi = 73\%$, ta có: $t_{tr} = 33^\circ\text{C}$

$$\Rightarrow t_{w1} = 33 + (3 \div 4)^\circ\text{C} = 36^\circ\text{C}$$

+ Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng:

$$t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 6)^\circ\text{C}$$

Ở đây chọn bình ngưng ống chùm nằm ngang nên

$$t_{w2} = t_{w1} + 4^\circ\text{C} = 36 + 4 = 40^\circ\text{C}$$

b. Tính toán chu trình

i. Chọn nhiệt độ bay hơi:

$$t_o = t_f - (4 \div 10)^\circ\text{C} = -18 - (4 \div 10) = - (22 \div 28)^\circ\text{C}$$

Chọn $t_o = -25^\circ\text{C}$ tra bảng hơi bão hoà của R22 [87,88], bằng nội suy ta tính được áp suất bay hơi là: $p_o = 2,02 \text{ bar}$

ii. Chọn nhiệt độ ngưng tụ:

$$t_k = (t_{w1} + t_{w2})/2 + (4 \div 6)^\circ\text{C} = (36 + 40)/2 + 4 = 42^\circ\text{C}$$

Chọn $\Delta t_k = 4^\circ\text{C}$ vì môi trường làm mát là nước. Tra bảng hơi bão hoà của R22 ta có áp suất ngưng tụ là: $p_k = 16,06 \text{ bar}$.

iii. Nhiệt độ hơi quá nhiệt

$$t_{qn} = t_0 + \Delta t_{qn} = -25 + 25 = 0^\circ\text{C}$$

- Chọn độ quá nhiệt $\Delta t_{qn} = 25^\circ\text{C}$ do nhiệt độ cuối tầm nén thấp nên độ quá nhiệt hơi hút rất cao.

iv. Nhiệt độ quá lạnh

$$t_{ql} = t_{w1} + \Delta t_{ql} = 36 + 4 = 40^\circ\text{C}$$

- Chọn độ quá lạnh $\Delta t_{ql} = 4^\circ\text{C}$

v. Tính cấp nén của chu trình

Ta có tỉ số nén của chu trình:

$$\Pi = \frac{p_k}{p_0} = \frac{16,06}{2,02} = 7,9 < 12$$

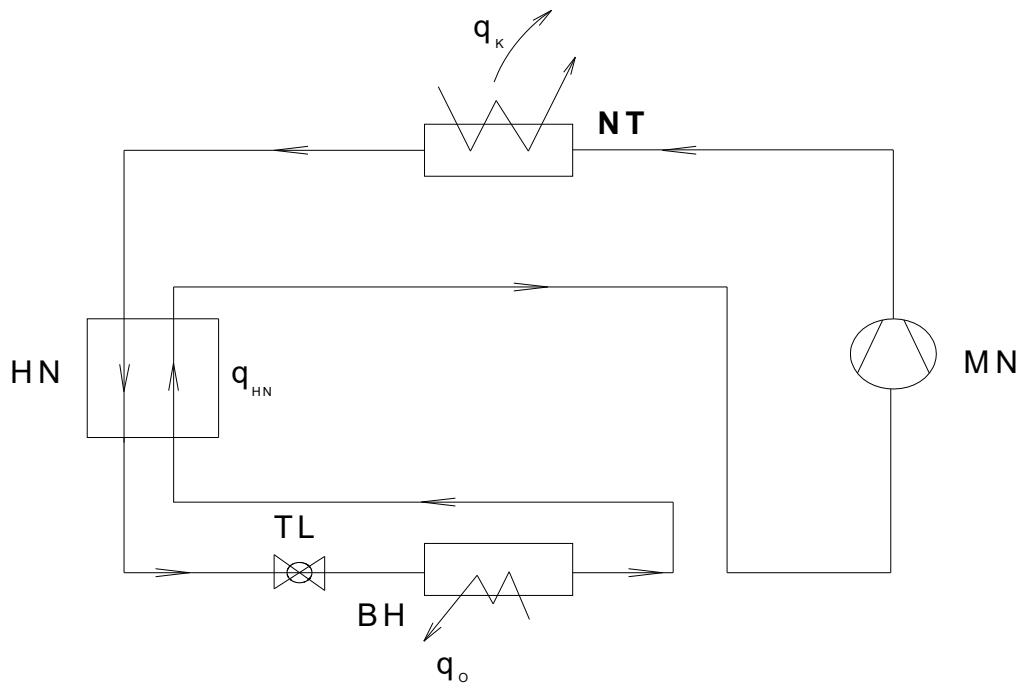
Vậy chọn chu trình máy nén 1 cấp

vi. Chọn chu trình lạnh

Chọn chu trình lạnh cho phòng trữ là chu trình máy lạnh 1 cấp dùng thiết bị hồi nhiệt. Mặc dù là chu trình này bị lệch ra khỏi chu trình Carno làm cho hệ số lạnh giảm xuống. Nhưng ngược lại nó tránh được hiện tượng ẩm về máy nén gây ra hiện tượng thủy kích làm hỏng máy nén. Đối với freon có thể dùng bình tách lỏng hoặc thiết bị hồi nhiệt nhưng dùng thiết bị hồi nhiệt nhiều hơn. Do nhiệt độ cuối tầm nén của chu trình hồi nhiệt lớn hơn bình tách lỏng.

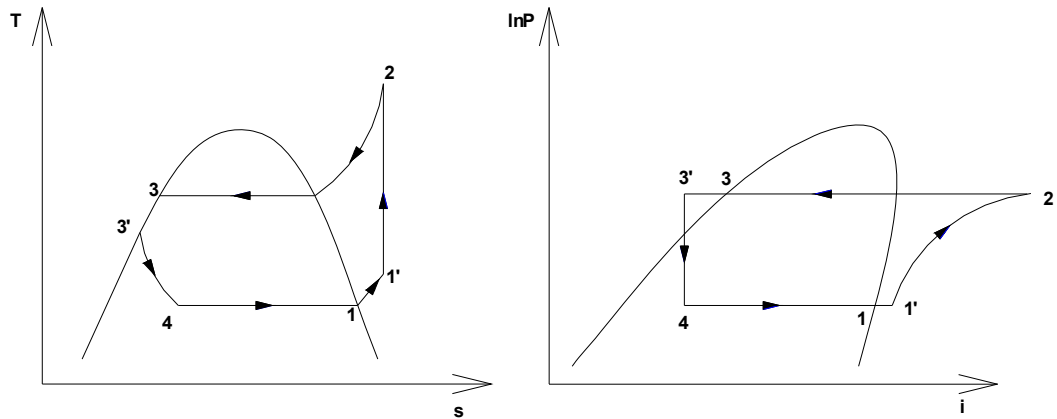
vii. Xây dựng đồ thị và lập bảng thông số các điểm nút

Sơ đồ nguyên lý của chu trình lạnh 1 cấp dùng thiết bị hồi nhiệt được trình bày trong hình 3.1 và 3.2:



Hình 3.1: Chu trình lạnh 1 cấp được sử dụng.

(MN: Máy nén; NT: Bình ngưng tụ; TL: Van tiết lưu; BH: Dàn bay hơi; HN: Thiết bị hồi nhiệt)



Hình 3.2: Đồ thị T-s và ln P-i

(Các quá trình: 1' - 2: quá trình nén đoạn nhiệt trong máy nén; 2 - 3: quá trình ngưng tụ đẳng áp ở bình ngưng; 3- 3': quá trình quá lạnh trong bình hồi nhiệt; 3'- 4: quá trình tiết lưu trong van tiết lưu nhiệt; 4-1': quá trình bay hơi đẳng áp ở dàn bay hơi; 1'- 1: quá nhiệt hơi hút về máy nén)

Hơi sau khi ra khỏi thiết bị bay hơi đi vào thiết bị hồi nhiệt nhận nhiệt đẳng áp của lỏng cao áp trở thành hơi quá nhiệt (1') rồi được hút về máy nén nén đoạn nhiệt lên áp suất cao (2), sau đó qua thiết bị ngưng tụ nhả nhiệt đẳng áp cho môi trường làm mát ngưng tụ thành lỏng cao áp (3) rồi đi qua thiết bị hồi nhiệt nhả nhiệt đẳng áp cho hơi hạ áp trở thành lỏng chưa sôi (3') qua van tiết lưu giảm áp xuống áp suất bay hơi (4) rồi đi vào thiết bị bay hơi nhận nhiệt đẳng áp đẳng nhiệt của đối tượng cần làm lạnh, hoá hơi và chu trình cứ thế tiếp tục. Các thông số được trình bày trong bảng 3.1.

Bảng 3.1: Lập bảng thông số các điểm nút

Điểm	Nhiệt độ t ⁰ C	Áp suất P(bar)	Entanpi i(kJ/kg)	Entropi s(kJ/kgK)	Thể tích v(m ³ /kg)	Chú thích
1	-25	2,02	695	1,7939	0,1113	Hơi bão hoà khô
1'	0	2,02	699	1,8295	0,1259	Hơi quá nhiệt
2	80	16,06	755	1,8295	0,0189	Hơi quá nhiệt
3	42	16,06	550	1,1744	0,0010	Lỏng sôi
3'	40	16,06	546	1,1616	0,0005	Lỏng chưa sôi
4	-25	2,02	546	1,1890	0,0389	Hơi bão hoà ẩm

Xác định lưu lượng tuần hoàn qua hệ thống

$$G = \frac{Q_0^{MN}}{q_0} = \frac{Q_0^{MN}}{i_1 - i_4} = \frac{9,43716}{695 - 546} = 0,064 \text{ kg/s}$$

viii. Phụ tải nhiệt của thiết bị ngưng tụ

$$Q_k = G \cdot q_k = G \cdot (i_2 - i_3) = 0,064 \cdot (755 - 550) = 13,12 \text{ kW}$$

ix. Nhiệt lượng qua thiết bị hồi nhiệt

$$Q_{HN} = G \cdot q_{HN} = G \cdot (i_3 - i_3') = G \cdot (i_1 - i_1') = 0,064 \cdot (550 - 546) = 0,256 \text{ kW}$$

x. Xác định công của máy nén

$$L = G \cdot l = G \cdot (i_2 - i_1') = 0,064 \cdot (755 - 699) = 3,584 \text{ kW}$$

xi. Tính chọn công suất lạnh

- Công suất lạnh phòng trữ đông:

$$Q_1^I = Q_1^{II} = 8214,16 \text{ W}$$

- Công suất lạnh của máy nén lạnh trong phòng trữ đông

$$Q_0^{MN} = 9437,16 \text{ W}$$

xii. Hệ số làm lạnh

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{695 - 546}{755 - 699} = 2,66$$

3.1.4. Chọn máy nén

a. Thể tích hút thực tế

$$V_{tt} = G \cdot v_1 = 0,064 \cdot 0,1113 = 0,0072 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Hệ số cấp λ

Có tỉ số nén: $\Pi = \frac{p_k}{p_0} = \frac{16,06}{2,02} = 7,9$. Tra đồ thị hình 7- 4 trang 168 tài liệu [87] với máy nén kiểu hiện đại ta có: $\lambda = 0,56$

c. Thể tích hút lý thuyết

$$V_{lt} = \frac{V_{tt}}{\lambda} = \frac{0,0072}{0,56} = 0,0128 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Xác định chu trình lạnh tiêu chuẩn: Theo bảng (7-1) trang 172 - Tài liệu [8] chọn chế độ lạnh trữ đông 1 cấp R22 thì có các thông số sau:

$$t_0 = -15^0\text{C} \Rightarrow p_0 = 2,97 \text{ bar}$$

$$t_k = 30^0\text{C} \Rightarrow p_k = 11,9 \text{ bar}$$

$$t_{qn} = 15^0\text{C}$$

$$t_{ql} = 25^0\text{C}$$

Bảng 3.2: Bảng thông số của chu trình lạnh tiêu chuẩn

Thông số – Điểm	Trạng thái	t [°C]	p [bar]	v [m ³ /kg]	i [kJ/kg]
1	Bão hoà khô	-15	2,97	0,087	698,5
4	Hơi bão hòa ẩm	30	11,9		537

- Năng suất lạnh riêng khối lượng tiêu chuẩn

$$q_{0tc} = i_1^{tc} - i_4^{tc} = 698,5 - 537 = 161,5 \text{ kJ/kg}$$

- Năng suất lạnh riêng thể tích

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} = \frac{695 - 546}{0,1113} = 1339 \text{ kJ/kg}$$

- Năng suất lạnh riêng thể tích tiêu chuẩn

$$q_{v_{tc}} = \frac{q_{0tc}}{v_{1tc}} = \frac{161,5}{0,087} = 1857 \text{ kJ/kg}$$

- Hệ số cấp ở điều kiện tiêu chuẩn

Có tỉ số nén: $\pi = \frac{p_k}{p_0} = \frac{11,9}{2,97} = 4$. Tra đồ thị hình 7- 4 trang 168 - Tài liệu [87] với máy

nén kiểu hiện đại ta có: $\lambda = 0,81$.

- Năng suất lạnh tiêu chuẩn Q_{0tc}

$$Q_{0tc} = Q_0 \cdot \frac{q_{v_{tc}} \cdot \lambda_{tc}}{q_v \cdot \lambda} = 9,43716 \cdot \frac{1857 \cdot 0,81}{1339 \cdot 0,56} = 18,93 \text{ kW.}$$

Tra bảng 7-2 trang 175 tài liệu [80] chọn:

+ Máy nén piston MYCOM 1 cấp có ký hiệu F2WA2 (hãng Mayekawa Nhật),

+ $Q_{0tc}^{MN} = 32,6 \text{ kW} > Q_{0tc}$ lắp đặt

+ Thể tích hút lý thuyết: $V_{lt} = 71 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,0197 \text{ m}^3 / \text{s}$

d. Số lượng máy nén

$$Z_{MN} = \frac{Q_{0tc}}{Q_{0tc}^{MN}} = \frac{18,93}{32,6} = 0,58 \Rightarrow \text{Chọn } Z = 1$$

=> Vậy dùng 1 máy nén

e. Chọn động cơ kéo máy

Công suất động cơ điện kéo máy nén được tính theo công thức (7-25) trang 171 tài liệu [87]

$$N_{dc} = (1,1 \div 2,1) \cdot N_{el}$$

Đối với các máy lạnh nhỏ chế độ làm việc dao động lớn, điện lưới lên xuống phập phù nên chọn hệ số an toàn = 2,1

Suy ra: $N_{dc} = 2,1 \cdot N_{el} = 2,1 \cdot \frac{L}{\eta}$

Trong đó: L- công nén của máy nén

η - Tổng thất năng lượng trong máy nén

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_e \cdot \eta_{td} \cdot \eta_{el}$$

với: η_i – hệ số hiệu suất chỉ thị do quá trình nén đoạn nhiệt thực tế không phải là quá trình nén đoạn nhiệt thuận nghịch, η_i được tính theo công thức (7-21) trang 217 tài liệu [87]:

$$\eta_i = \frac{T_0}{T_k} + 0,0025 \cdot t_0 = \frac{-25 + 273}{42 + 273} + 0,0025 \cdot (-25) = 0,72$$

η_e – Hệ số hiệu suất cơ học do tổn thất ma sát tại các bề mặt chuyển động (do nhà chế tạo quy định), chọn $\eta_e = 0,92$

η_{td} – Hệ số hiệu suất truyền động giữa máy nén và động cơ, vì máy nén hở truyền động đai nên chọn $\eta_{td} = 0,98$

η_{el} – Hệ số hiệu suất của động cơ điện, chọn $\eta_{el} = 0,9$ theo trang 217 tài liệu [87].

Suy ra: $\eta = 0,72 \cdot 0,92 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,58$

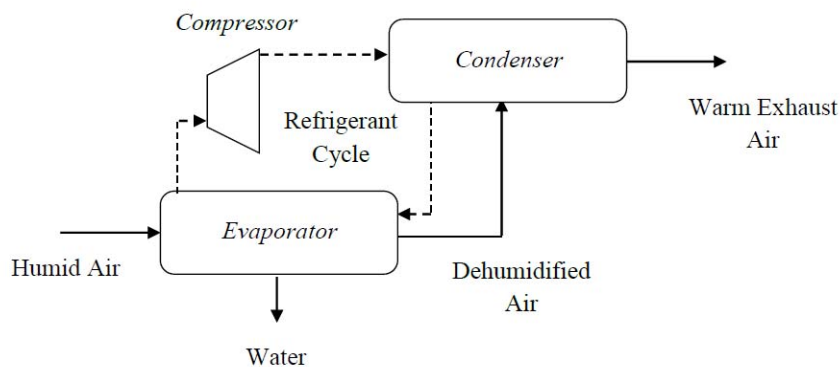
Vậy công suất động cơ kéo máy nén:

$$N_{dc} = 2,1 \cdot \frac{3.584}{0,58} = 12,17 \text{ kW}$$

3.2. Chế độ làm việc của hệ thống tách ẩm từ không khí

Phương pháp sử dụng công nghệ tách ẩm lấy nước trong không khí (Atmospheric water generation technology – AWG), bằng cách [89] làm lạnh không khí đến dưới điểm sương, sử dụng năng lượng mặt trời để làm khô hoặc tạo áp lực không khí. Hai kỹ thuật chính được sử dụng là tách ẩm bằng ngưng tụ và tách ẩm sử dụng chất hút ẩm. Công nghệ tách ẩm sử dụng khá phổ biến trên thế giới và được xem là một công nghệ thân thiện với môi trường, đóng vai trò chính trong việc phát triển bền vững sinh thái. Công nghệ tách ẩm được xem như là một sự lựa chọn mang tính đột phá cho các hệ thống cung cấp nước ở các khu vực có vấn đề về nguồn nước hay chất lượng nước. Công nghệ tách ẩm có khả năng cung cấp sản lượng nước cao hơn rất nhiều so với phương pháp thu sương thụ động.

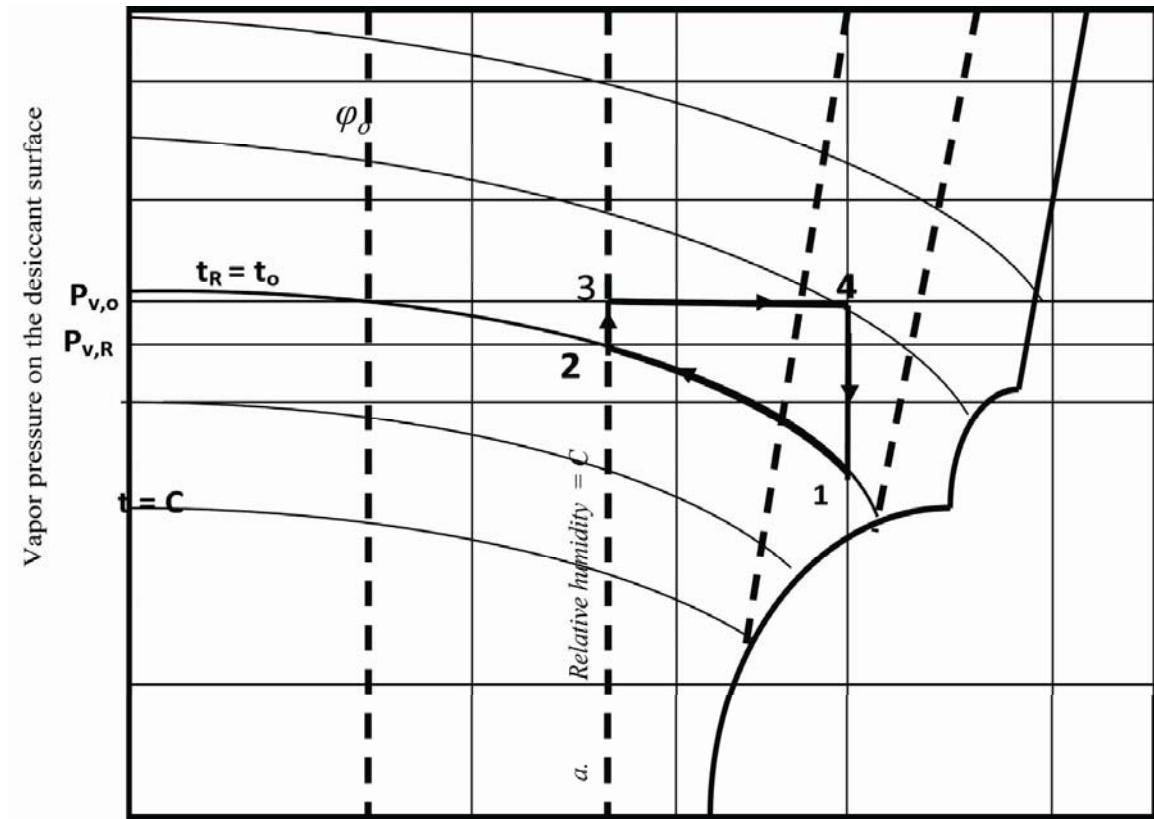
Trong nguyên lý tách ẩm bằng làm lạnh ngưng tụ, khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đọng sương của không khí ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ ngưng tụ trên bề mặt đó. Hiện tượng này thường hay xảy ra khi dòng không khí đi qua dàn lạnh (Hình 3.3). Không khí ẩm được đưa vào máy sấy khí và được làm lạnh đi trong thiết bị trao đổi nhiệt bằng không khí lạnh đi ra khỏi dàn lạnh của máy sấy khí. Quá trình làm lạnh sâu hơn sẽ được thực hiện ở dàn lạnh của chu trình lạnh, thông thường từ 3-5°C. Nước ngưng tụ được tách ra khỏi khí nén nhờ hệ thống máy sấy khí và chảy ra bồn chứa.



Hình 3.3: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí bằng dàn lạnh.

Các chu trình lý thuyết cho sự hấp thụ hơi nước từ không khí với tái ngưng tụ, bằng cách nhiệt được mô tả và phân tích bởi Hamed [90]. Tác giả đã đưa ra lý thuyết về giới hạn cho khả năng tối đa thu thập nước từ không khí bằng cách sử dụng chất hút ẩm thông qua các chu kỳ tái ngưng tụ ở điều kiện vận hành nhất định của các thông số môi trường xung quanh [91]. Chu kỳ lý thuyết được vẽ trên sơ đồ áp suất và nồng độ hơi nước, bao gồm bốn quá trình (Hình 3.4):

- Chu trình 1-2: Hấp thụ đẳng nhiệt hơi nước từ không khí.
- Chu trình 2-3: Đun nóng chất hấp thụ giữ nguyên nồng độ.
- Chu trình 3-4: Hoàn nguyên chất hấp thụ ở áp suất không đổi.
- Chu trình 4-1: Làm lạnh chất hấp thụ giữ nguyên nồng độ.



Hình 3.4: Chu kỳ tái ngưng tụ nước từ không khí trong khí quyển.

3.3. Tính toán và xác định cấu hình hệ thống.

3.3.1. Tính toán và xác định cấu hình các thiết bị trong hệ thống làm lạnh tách ẩm công suất 10 L/ngày

3.3.1.1. Thông số của không khí đi vào và ra khỏi dàn lạnh

Thông số của không khí đi vào dàn lạnh

- Nhiệt độ $t_1 = 27^\circ\text{C}$.
- Độ ẩm $\varphi_1 = 75\%$.

Tra đồ thị t-d của không khí ẩm ta được thông số dung ẩm $d_1 = 16,8 \text{ g/kgkkk} = 0,0168 \text{ kg/kg kkk}$.

Áp dụng công thức tham khảo trong tài liệu [92], ta tính được giá trị của entanpi.

$$I_1 = 1,005 \times 27 + 0,0168 \times (2500 + 1,84 \times 27) = 69,9 \text{ kJ/kg.}$$

Chọn thông số của không khí tại nhiệt độ bão hòa

- Nhiệt độ $t_2 = 20^\circ\text{C}$.
- Độ ẩm $\varphi_2 = 100\%$.
- Dung ẩm $d_2 = 0,0148 \text{ kg/kg kkk}$.
- Entanpi $I_2 = 1,005 \times 20 + 0,0148 \times (2500 + 1,84 \times 20) = 57,64 \text{ kJ/kg}$.

Với lượng hơi ẩm được tách ra ở dàn lạnh yêu cầu là 10 lít/ngày, ta tính được lưu lượng không khí cấp vào là $Q = 3863,78 \text{ m}^3/\text{ngày} = 160,99 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.3.1.2. Tính toán dàn lạnh

a) Chọn kết cấu dàn lạnh

Chọn bề mặt truyền nhiệt của dàn lạnh là chùm ống đồng bố trí so le có cánh phẳng bằng nhôm lồng vào ống:

- Đường kính ngoài của ống: $d_{ng} = 0,0110 \text{ m}$.
- Đường kính trong của ống: $d_{tr} = 0,0100 \text{ m}$.
- Bước cánh: $S_c = 0,0040 \text{ m}$.
- Bề dày cánh: $\delta_c = 0,0004 \text{ m}$.
- Bước ống: $S_1 = 0,0220 \text{ m}$ và $S_2 = 0,022 \text{ m}$.

Tỉ số nhiệt ẩm

$$\varepsilon = \frac{I_1 - I_2}{d_1 - d_2} = \frac{69,9 - 57,64}{0,0168 - 0,0148} = 6130.$$

Dựa vào đường cong $\varepsilon = f(t_v)$, ta xác định được nhiệt độ bề mặt dàn lạnh

$$t_v = -6,08^\circ\text{C}.$$

Diện tích cánh của 1m ống

$$F_c = 2 \cdot \frac{1}{S_c} \left(S_1 S_2 - \frac{\pi \cdot d_{ng}^2}{4} \right) = 2 \times \frac{1}{0,004} \left(0,022 \times 0,0191 - \frac{3,14 \times 0,011^2}{4} \right)$$

$$= 0,1626 \text{ (m}^2\text{/m)}.$$

Diện tích khoảng giữa các cánh của 1 m ống

$$F_o = \pi \cdot d_{ng} \left(1 - \frac{\delta_c}{s_c}\right) = 3,14 \times 0,011 \times \left(1 - \frac{0,0004}{0,004}\right) = 0,0311 \text{ (m}^2\text{/m)}.$$

Tổng diện tích mặt ngoài có cánh của 1 m ống

$$F = F_o + F_c = 0,0311 + 0,1626 = 0,1937 \text{ (m}^2\text{/m)}$$

Diện tích bề mặt trong của 1 m ống

$$F_{tr} = \pi \cdot d_{tr} = 3,14 \times 0,01 = 0,0314 \text{ (m}^2\text{/m)}$$

Hệ số làm cánh:

$$\beta = \frac{F}{F_{tr}} = \frac{0,1932}{0,0314} = 6,1688$$

b) Xác định số cụm ống theo chiều chuyển động của không khí

Hệ số tỏa nhiệt về phía không khí với chùm ống có cánh tản nhiệt hình chữ nhật được xác định theo công thức (6-37) [93]

$$Nu = C \cdot Re^n \cdot \left(\frac{L}{d_{td}}\right)^m$$

– Đường kính tương đương

$$d_{td} = \frac{2 \cdot (S_1 - d_{ng})(S_c - \delta_c)}{(S_1 - d_{ng}) + (S_c - \delta_c)} = \frac{2 \times (0,022 - 0,011)(0,004 - 0,0004)}{(0,022 - 0,011) + (0,004 - 0,0004)} = 0,0054 \text{ m}$$

– Hệ số Re

– Chọn vận tốc không khí: $\omega = 4,5 \text{ m/s}$.

– Độ nhớt động học của không khí ở 27 °C: $\nu = 15,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{/s}$.

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{td}}{\nu} = \frac{4,5 \times 0,0054}{15,72 \times 10^{-6}} = 1546.$$

Xác định số cụm ống theo chiều chuyển động của không khí

Ban đầu ta chọn số cụm ống theo chiều chuyển động của không khí: $z = 6$.

Chiều dài cánh theo chiều chuyển động của không khí

$$L = S_2 \cdot z = 0,022 \times 6 = 0,132.$$

- Tỷ số: $\frac{L}{d_{td}} = \frac{0,132}{0,0054} = 24,4444$. Hệ số A tra bảng 6-7 [94], $\Rightarrow A = 0,1672$.
 - Số mũ n: $n = 0,45 + 0,0066 \frac{L}{d_{td}} = 0,45 + 0,0066 \times 24,4444 = 0,6113$.
 - Số mũ m: $m = -0,28 + 0,08 \frac{Re}{1000} = -0,28 + 0,08 \times \frac{1546}{1000} = -0,1563$.
 - trị số C: $C = A \cdot (1,36 - 0,24 \frac{Re}{1000}) = 0,1672 \times (1,36 - 0,24 \frac{1546}{1000}) = 0,1654$.
- $\Rightarrow Nu = C \cdot Re^n \cdot \left(\frac{L}{d_{td}}\right)^m = 0,1654 \times 1546^{0,6113} \times 24,4444^{-0,1563} = 8,9357$.

Hệ số tỏa nhiệt về phía không khí.

$$\alpha_{tr} = \frac{Nu \times \lambda}{d_{td}} + 10\% \times \frac{Nu \times \lambda}{d_{td}} = \frac{8,9357 \times 0,0265}{0,0054} + 10\% \times \frac{8,9357 \times 0,0265}{0,0054}$$

$$= 48,2362 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}.$$

Với hệ số dẫn nhiệt của không khí ở 27°C: $\lambda = 0,0265 \text{ (W/mK)}$.

Hệ số tỏa nhiệt quy ước

$$\alpha_q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k \xi} + \frac{\delta_t}{\lambda_t} + R_c}$$

Với:

- ξ : Hệ số tách ẩm: $t_v < 0^\circ\text{C}$.
- $\xi = 1 + 2880 \frac{d_1 - d_2}{t_1 - t_2} = 1 + 2880 \frac{0,0168 - 0,0148}{27 - 20} = 1,8229$.
- δ_t : Bề dày lớp tuyết đóng trên bề mặt. Chọn $\delta_t = 0,005 \text{ (m)}$.
- λ_t : Hệ số dẫn nhiệt của lớp tuyết: $\lambda_t = 0,2 \text{ (W.mK)}$.
- R_c : Nhiệt trở tại chỗ tiếp xúc giữa cánh và ống, $R_c = 0,005 \text{ (m}^2\text{K/W)}$.

$$\Rightarrow \alpha_q = \frac{1}{\frac{1}{48,2362 \times 1,8229} + \frac{0,005}{0,2} + 0,005} = 24,1705 \text{ (W/m}^2\text{K)}.$$

Thông số m:

$$m = \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{1}{\alpha_k \xi} + \frac{\delta_t}{\lambda_t}\right) \lambda_c \delta_c}} = \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{1}{48,2362 \times 1,8229} + \frac{0,005}{0,2}\right) \times 203,5 \times 0,0004}} = 25,9905.$$

Với λ_c là hệ số dẫn nhiệt của nhôm $\lambda_c = 203,5$ (W/mK).

Chiều cao quy ước của cánh:

$$h' = 0,5d_{ng}(\rho - 1)(1 + 0,35\ln\rho) \text{ (m)}.$$

Với:

$$\text{Cánh hình vuông: } \rho = 1,15 \frac{B}{d_{ng}} = 1,15 \times \frac{0,022}{0,011} = 2,3.$$

$$B = S_1 = 0,022 \text{ (m)}$$

$$h' = 0,5 \times 0,011 \times (2,3 - 1)(1 + 0,35\ln 2,3) = 0,0092 \text{ (m)}$$

Thông số: $mh' = 25,9905 \times 0,0092 = 0,2391$.

Hiệu suất cánh: $E = \frac{\text{th}(mh')}{mh'}$ được tra theo bảng trong tài liệu [95] dựa vào tích số mh' .

Với $mh' = 0,2391 \Rightarrow E = 0,9807$.

Hệ số tỏa nhiệt về phía không khí quy đổi theo bề mặt trong của ống:

$$\begin{aligned} \alpha_{qtr} &= \alpha_q \left(\frac{F_c}{F_{tr}} E\Psi + \frac{F_o}{F_{tr}} \right) \\ &= 24,1705 \times \left(\frac{0,1626}{0,0314} \times 0,9807 \times 0,85 + \frac{0,0311}{0,0314} \right) \\ &= 128,2750 \text{ (W/m}^2\text{K)}. \end{aligned}$$

Với Ψ là hệ số kể đến sự truyền nhiệt không đều theo chiều cao cánh: $\Psi = 0,85$.

Mật độ dòng nhiệt về phía không khí quy đổi theo bề mặt trong ống:

$$q_{tr} = \alpha_{qtr}(t_{kh} - t_v) = 128,2750 \times (23,5 + 6,08) = 3794,3745 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Diện tích bề mặt truyền nhiệt:

$$F_{tr} = \frac{Q_o}{q_{tr}} = \frac{1970}{3794,3745} = 0,5192 \text{ (m}^2\text{)}$$

Lượng không khí đi qua dàn lạnh:

$$G_{kk} = \frac{Q_o}{I_1 - I_2} = \frac{1,97}{69,9 - 57,64} = 0,1607 \text{ (kg/s)}$$

Thể tích không khí đi qua dàn lạnh:

$$V_{kk} = \frac{G_{kk}}{\rho_{kk}} = \frac{0,1607}{1,1770} = 0,1365 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\rho_{kk} \text{ ở } 27^{\circ}\text{C} = 1,1770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Diện tích cho không khí đi qua: } f_{kk} = \frac{V_{kk}}{\omega_{kk}} = \frac{0,1365}{4,5} = 0,0303 \text{ (m}^2\text{)}$$

Diện tích bề mặt truyền nhiệt cho 1 cụm ống.

$$F'_{tr} = f_{kk} \frac{\pi d_{tr}}{S_1 - \left(d_{ng} + \frac{2\delta_{ch}}{S_c} \right)}$$

$$= 0,0303 \times \frac{3,14 \times 0,01}{0,022 - \left(0,011 + \frac{2 \times 0,0004 \times (0,022 - 0,011)}{2 \times 0,004} \right)}$$

$$= 0,0961 \quad (\text{m}^2)$$

c) Số cụm ống trong dàn lạnh

$$Z = \frac{F_{tr}}{F'_{tr}} = \frac{0,5192}{0,0961} = 5,4026.$$

Kết quả gần bằng với giá trị z đã chọn ban đầu vậy $\Rightarrow z = 6$.

Chiều dài ống trong một cụm ống:

$$L = \frac{f_{kk}}{S_1 - \left(d_{ng} + \frac{2\delta_{ch}}{S_c} \right)} = \frac{0,0303}{0,022 - \left(0,011 + \frac{2 \times 0,0004 \times (0,022 - 0,011)}{2 \times 0,004} \right)} = 3,0606 \text{ (m)}.$$

$$\text{Với } h = \frac{S_1 - d_{ng}}{2}$$

Số hàng ống trong một cụm ống:

$$m = \sqrt{\frac{L}{S_1 \cdot K}} = \sqrt{\frac{3,0606}{0,022 \times 5}} = 5,2748.$$

Làm tròn $m = 5$.

K: tỉ số giữa chiều rộng và chiều cao của cụm ống. Chọn $K = 5$.

$$\text{Thử lại với } m = 5 \text{ thì } K = \frac{L}{m^2 \cdot S_1} = \frac{3,0606}{5^2 \times 0,022} = 5,5647.$$

Chiều dài của một ống trong một cụm ống

$$l = \frac{L}{m} = \frac{3,0606}{5} = 0,6121 \text{ (m)}.$$

Chọn $l = 0,61 \text{ (m)}$.

Vây dàn lạnh gồm 6 cụm ống theo chiều chuyển động của không khí, trong mỗi cụm ống có 5 ống, và chiều dài mỗi ống là 0,61 m.

d) Một số thông số chính của hệ thống

Kết quả phân tích toán dàn lạnh, với yêu cầu thu được 10 lít nước/ngày.

Tên gọi	Kích thước	Đơn vị
Diện tích bề mặt truyền nhiệt	0,5192	m ²
Lượng không khí đi qua dàn lạnh	0,1607	kg/s
Thể tích không khí đi qua dàn lạnh	0,1365	m ³ /s
Diện tích cho không khí đi qua	0,0303	m ²

3.3.2. Tính toán hệ thống cung cấp điện mặt trời

3.3.2.1. Tính số Watt-hour các tấm pin mặt trời

Do tổn hao trong hệ thống, số Watt-hour của tấm pin mặt trời cung cấp phải cao hơn tổng số Watt-hour của toàn tải. Thực nghiệm cho thấy cao hơn khoảng 1,3 lần.

Số Watt-hour các tấm pin mặt trời (PV modules) = 1,3 x tổng số Watt-hour toàn tải sử dụng.

Thí dụ ở trên thì watt-hour các tấm pin mặt trời là 640 x 1,3 = 832 Wh

3.3.2.2. Tính toán kích thước tấm pin mặt trời cần sử dụng

Để tính toán kích cỡ của các tấm pin mặt trời cần sử dụng, ta tính Watt-peak (Wp) cần có của tấm pin mặt trời. Lượng Wp mà pin mặt trời tạo ra lại tùy thuộc vào khí hậu của từng vùng trên thế giới. Cùng 1 tấm pin mặt trời nhưng đặt ở nơi này thì mức độ hấp thu năng lượng sẽ khác với khi đặt nó nơi khác. Để thiết kế chính xác, người ta phải đo đạc khảo sát độ hấp thụ bức xạ mặt trời ở từng vùng các tháng trong năm và đưa ra một hệ số trung bình gọi là “panel generation factor”, tạm dịch là hệ số hấp thu bức xạ của pin mặt trời. Hệ số “panel generation factor” này là tích số của hiệu suất hấp thu (collection efficiency) và độ bức xạ năng lượng mặt trời (solar radiation), đơn vị tính của nó là (kWh/m²/ngày).

Thí dụ mức hấp thu năng lượng mặt trời tại 1 địa điểm của nước Việt Nam ta là 5 kWh/m²/ngày, ta lấy tổng số Watt-hour các tấm pin mặt trời chia cho 5 ta sẽ có tổng số Wp của tấm pin mặt trời.

Thí dụ ở trên thì watt-peak các tấm pin mặt trời là: $832 / 5 = 166$ Wp. Mỗi PV mà ta sử dụng đều có thông số Wp của nó, lấy tổng số Wp cần có của tấm pin mặt trời chia cho thông số Wp của nó ta sẽ có được số lượng tấm pin mặt trời cần dùng.

Thí dụ ở trên nếu sử dụng solar panel 85 wp số lượng panel cần phải có là: $166 / 85 \# 2$ tấm.

Kết quả trên chỉ cho ta biết số lượng tối thiểu số lượng tấm pin năng lượng mặt trời cần sử dụng. Càng có nhiều panel pin mặt trời, hệ thống sẽ làm việc tốt hơn, tuổi thọ của battery sẽ cao hơn. Nếu có ít pin mặt trời, hệ thống sẽ thiếu điện trong những ngày râm mát, rút cạn kiệt battery và như vậy sẽ làm battery giảm tuổi thọ. Nếu thiết kế quá nhiều pin mặt trời thì làm giá thành hệ thống cao, vượt quá ngân sách cho phép, đôi khi không cần thiết.

Vì thế, thiết kế bao nhiêu pin mặt trời lại còn tùy thuộc vào độ dự phòng của hệ thống. Thí dụ một hệ thống điện từ Pin năng lượng mặt trời có độ dự phòng 4 ngày, (gọi là autonomy day, là những ngày không có nắng cho pin mặt trời sản sinh điện), thì bắt buộc lượng battery phải tăng hơn và kéo theo phải tăng số lượng pin mặt trời. Rồi vấn đề sử dụng pin loại nào là tối ưu, là thích hợp vì mỗi vùng địa lý đều có thời tiết khác nhau. Tất cả đòi hỏi thiết kế phải do các chuyên gia có kinh nghiệm thiết kế nhiều năm cho các hệ solar trong vùng.

Còn nữa, khi ta đã có tổng số tấm pin mặt trời thì không nhất thiết phải ghép nối tiếp tất cả các tấm này lại với nhau mà có thể ghép chúng thành các tổ hợp kết hợp nối tiếp và song song, do một hay nhiều solar controller đảm trách. Các việc này có tương tác lẫn nhau đến cách thiết kế hệ battery và hệ solar charger dưới đây.

3.3.2.3. Tính toán acquy (battery)

Battery dùng cho hệ thống điện năng lượng mặt trời là loại deep-cycle. Loại này cho phép xả đến mức bình rất thấp và cho phép nạp đầy nhanh. Nó có khả năng nạp xả rất nhiều lần (rất nhiều cycle) mà không bị hỏng bên trong, do vậy khá bền, tuổi thọ cao.

Trước tiên ta tính dung lượng của hệ bình ac-quy cho toàn hệ thống. Dung lượng battery cần dùng cho hệ solar là dung lượng battery đủ cung cấp điện cho những ngày dự phòng (autonomy day) khi các tấm pin năng lượng mặt trời không sản sinh ra điện được.

Ta tính dung lượng battery như sau:

- Hiệu suất của battery chỉ khoảng 85% cho nên chia số Wh của tải tiêu thụ với 0.85 ta có Wh của battery

- Với mức xả sâu (Deep of Discharge - DOD) là 0,6; ta chia số Wh của battery cho 0,6 sẽ có dung lượng battery

$$\text{Dung lượng Battery(Ah)} = \frac{\text{tổng Wh tiêu thụ mỗi ngày}}{0.85 \times 0.6 \times \text{điện thế battery}} \times \text{số autonomy day}$$

Kết quả trên cho ta dung lượng battery tối thiểu cho hệ solar không có dự phòng. Khi hệ solar có số ngày dự phòng (autonomy day) ta phải nhân dung lượng battery cho số autonomy-day để có số lượng battery cần cho hệ thống.

Khi đã có điện thế V và dung lượng Ah của bình acquy, ta có thể lựa chọn acquy và tính toán cách ghép chúng lại với nhau sao cho tối ưu nhất, và phải để ý đến tính dự phòng của toàn hệ thống. Thí dụ 1 hệ battery 12 V/1000 AH ghép 5 dãy 12V/200AH song song sẽ có độ an toàn cao hơn 1 dãy 12 V/1000 AH, nếu 1 vài ac-quy bị hỏng thì ta vẫn còn các dãy khác làm việc tốt trong thời gian chờ sửa chữa.

$$\text{Dung lượng Battery(Ah)} = \frac{\text{tổng Wh tiêu thụ mỗi ngày}}{\text{hiệu suất battery} \times \text{mức DOD} \times \text{điện thế battery}}$$

$$\text{Dung lượng Battery(Ah)} = \frac{\text{tổng Wh tiêu thụ mỗi ngày}}{0.85 \times 0.6 \times \text{điện thế battery}}$$

3.3.2.4. Kết quả tính toán hệ thống cung cấp điện mặt trời

Ta có tổng thiết bị sử dụng điện trong hệ thống tách ẩm là máy tách ẩm và máy lọc nước [17].

Máy tách ẩm tiêu thụ 1,97 kW sử dụng trung bình 8h mỗi ngày. Số watt – hour sử dụng mỗi ngày là: $1,97 \times 10^3 \times 8 = 15760 \text{ Wh}$.

Máy lọc nước tiêu thụ 24 W sử dụng trung bình 2h mỗi ngày. Số watt – hour sử dụng mỗi ngày là: $2 \times 24 = 48 \text{ Wh}$.

Tổng số W/h toàn tải sử dụng = $48 + 15760 = 15808 \text{ Wh}$.

Số W/h các tấm pin mặt trời (PV modules) = $1,3 \times \text{tổng số W/h toàn tải sử dụng} = 1,3 \times 15808 = 20550,4 \text{ W/h}$.

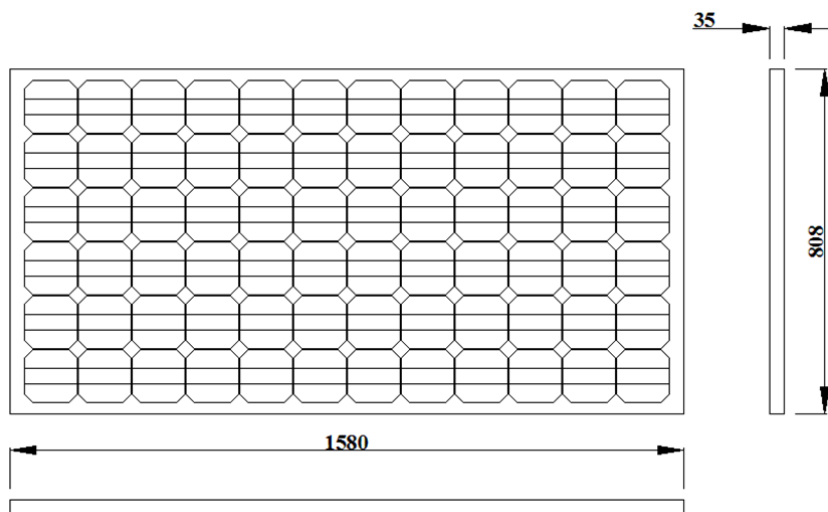
Mức hấp thụ năng lượng mặt trời trung bình tại 1 điểm của nước Việt Nam là 5 kWh/m²/ngày [18] ở các tỉnh miền trung và miền nam.

Tổng số Wp của tấm pin mặt trời = 20550,4 / 5 = 4110 Wp.

Số lượng tấm pin mặt trời cần dùng = tổng số Wp của tấm pin năng lượng mặt trời / thông số Wp của nó. (đây là số lượng tối thiểu) = 4110 / 170 = 24,18 chọn số lượng tấm pin là 24 tấm.

Các thông số của tấm pin năng lượng mặt trời (xem hình 3.5.).

- Công suất lớn nhất: 170 W.
- Điện áp hở mạch: 44,2 V.
- Dòng điện ngắn mạch: 5,14 A.
- Điện áp làm việc: 36,14 V.
- Dòng làm việc: 4,71 A.
- Hiệu suất chuyển đổi của tấm pin: 15,75 %.
- Kích thước: 1580 x 808 x 35 mm (LxWxH).
- Trọng lượng: 16 kg.
- Nhiệt độ hoạt động: - 40°C - +90°C.
- Công suất chênh lệch: ± 3 %.



Hình 3.5: Tấm pin năng lượng mặt trời.

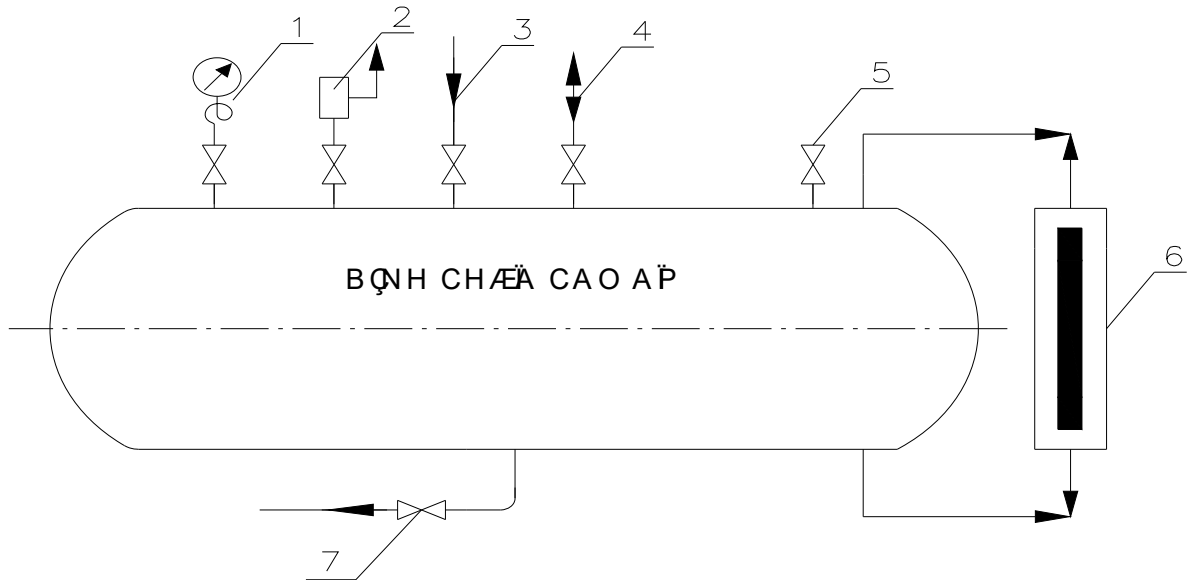
3.3.3. Tính toán và chọn các thiết bị phụ trợ của hệ thống

3.3.3.1. Bình chứa cao áp

a. Mục đích

- Bình chứa cao áp mục đích để cấp lỏng ổn định cho van tiết lưu. Chỉ có trong hệ thống lạnh trung bình và lớn.
- Ngoài ra nó còn có nhiệm vụ chứa lỏng từ các thiết bị khác về khi sửa chữa hệ thống.
- Vị trí: nằm sau thiết bị ngưng tụ và trước van tiết lưu.

b. Cấu tạo (hình 3.6.)



Hình 3.6: Cấu tạo bình chứa cao áp.

Chú thích:

1. Áp kế, dưới áp kế có ống xìphông để giảm rung cho kim áp kế
2. Van an toàn, dưới van an toàn có van chặn để cô lập khi sửa chữa hoặc khi van an toàn mất tác dụng
3. Đường vào của lỏng cao áp
4. Đường cân bằng với thiết bị ngưng tụ để lỏng từ bình ngưng chảy xuống bình chứa để dàn
5. Đường dự trữ hoặc làm đường xả khí không ngưng
6. Ống thủy sáng để quan sát mức lỏng trong bình
7. Đường ra của lỏng cao áp tới van tiết lưu

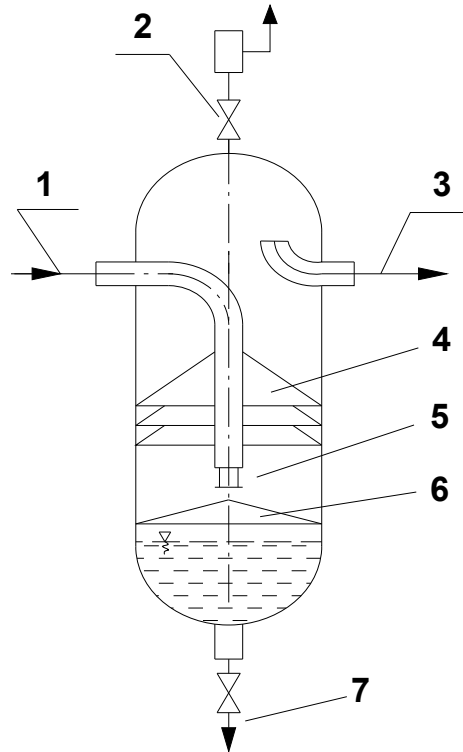
3.3.3.2. Bình tách dầu

a. Mục đích

– Để tránh dầu bám bẩn bề mặt trao đổi nhiệt của các thiết bị trao đổi nhiệt (thiết bị ngưng tụ, bay hơi...), làm giảm hiệu quả trao đổi nhiệt.

b. Cấu tạo (hình 3.7.)

Chọn bình tách dầu kiểu ướt vì dùng chung cho các máy nén lạnh



Hình 3.7: Cấu tạo thiết bị tách dầu.

Chú thích:

1. Đường vào của hơi cao áp
2. Van an toàn
3. Đường ra hơi cao áp
4. Các nón chắn, thực tế dùng 3 nón khoan lỗ $\varnothing 10\text{mm}$, bước 20mm
5. Miệng phun ngang
6. Tấm chắn dầu khoan lỗ $\varnothing 40\text{ mm}$

Ở đây 5 và 6 có mục đích là để dòng hơi không sục thẳng vào lớp dầu phía dưới làm văng dầu và cuộn dầu theo làm giảm hiệu suất tách dầu.

7. Đường xả dầu.

c. Nguyên lý làm việc:

Dầu được tách nhờ 3 nguyên nhân:

- Giảm vận tốc của dòng khí đi từ ống nhỏ ra ống to làm lực quán tính giảm và dưới tác dụng của trọng lực các hạt dầu nặng rơi xuống.
- Do lực ly tâm khi ngoặt dòng các hạt dầu nặng bị văng ra va đập vào thành bình rơi xuống dưới.
- Do sự mất vận tốc đột ngột khi va đập vào các tấm chắn. Các hạt dầu nặng được giữ lại và rơi xuống đáy bình.

d. Tính chọn bình tách dầu.

Chỉ tính chọn bình tách dầu kiểu ướt [88]

- Đường kính ống:

$$d = \sqrt{\frac{4V_h}{\pi\omega}}$$

Trong đó:

- ω : tốc độ môi chất ở ống nối vào bình tách dầu

$$\text{Chọn } \omega = 18 \text{ [m/s]}$$

- V_h : thể tích riêng thực tế của môi chất ra khỏi máy nén

$$V_h = V_{cd} + V_{td} = (0,105 + 0,035) + 0,0072 = 0,1472 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4V_h}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1472}{3,14 \cdot 18}} = 98,8 \text{ [mm]}$$

\Rightarrow Chọn loại bình 100-MO.

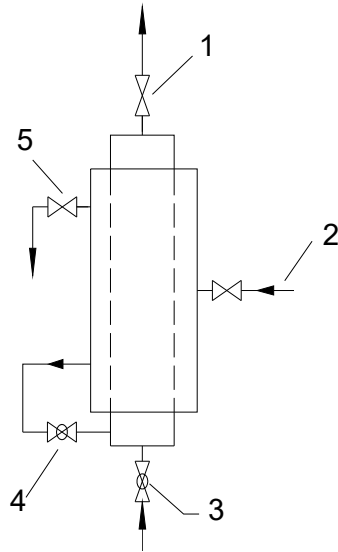
- 100: chỉ đường kính ống nối vào đầu đẩy máy nén
- MO: chỉ loại bình

3.3.3.3. Thiết bị tách khí không ngưng:

a. Mục đích:

Nhằm loại khí không ngưng ra khỏi thiết bị ngưng tụ để tăng diện tích trao đổi nhiệt.

b. Cấu tạo (hình 3.8.)



Hình 3.8: Cấu tạo thiết bị tách khí không ngưng.

Chú thích:

1. Đường ra của hơi hạ áp nhưng trước khi về máy nén phải qua bình hồi nhiệt để tránh hiện tượng thủy kích;
2. Đường vào của hỗn hợp khí không ngưng và hơi cao áp được lấy từ bình chứa cao áp và thiết bị ngưng tụ;
3. Đường lỏng cao áp tiết lưu vào ống trong;
4. Đường tiết lưu của lỏng cao áp ngưng tụ;
5. Đường xả khí không ngưng.

Hỗn hợp hơi cao áp và khí không ngưng từ thiết bị ngưng tụ qua bình chứa cao áp được đi vào không gian giữa hai ống nhà nhiệt cho môi chất lạnh là lỏng cao áp tiết lưu vào trong ống trong (3). Hơi cao áp được ngưng lại thành lỏng chảy xuống dưới và qua van tiết lưu (4) vào lại trong ống trong. Khí không ngưng tụ lại phía trên qua đường (5) xả ra ngoài.

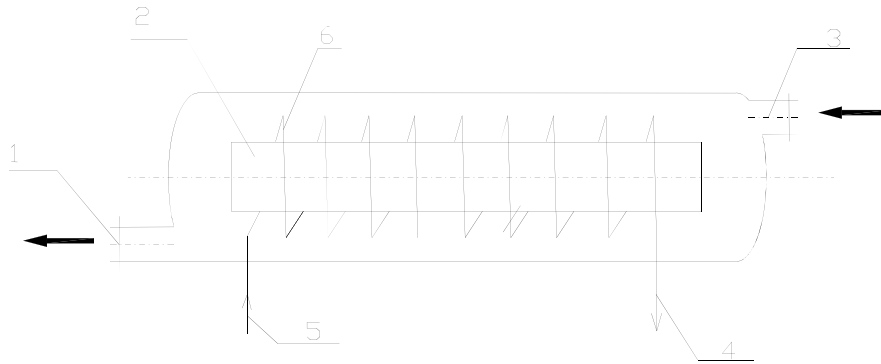
3.3.3.4. Bình hồi nhiệt:

a. Mục đích:

- Dùng đệm quá nhiệt dòng hơi hút về máy nén nhằm tránh hiện tượng thủy kích.
- Quá lạnh lỏng cao áp trước khi vào tiết lưu nhằm giảm tổn thất lạnh do tiết lưu.

b. Cấu tạo (hình 3.9.)

Thiết bị được đặt sau thiết bị bay hơi, trước máy nén.



Hình 3.9: Cấu tạo bình hồi nhiệt.

1 và 3: Đường ra và vào của hơi hạ áp

2: Lỗ sắt bịt hai đầu nhằm để hướng đường đi của dòng hơi tiếp xúc với ống xoắn (6) và vừa làm tăng tốc độ của dòng hơi nhằm tăng cường quá trình trao đổi nhiệt.

4 và 5: Đường ra và vào của lỏng cao áp.

6. Ống xoắn.

c. Nguyên lý làm việc:

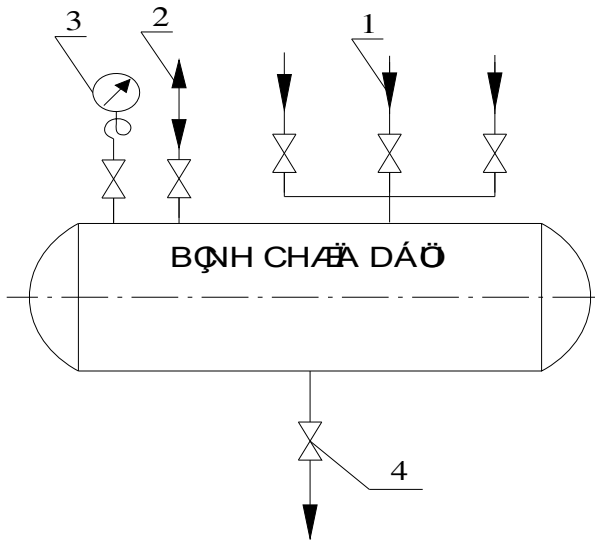
Hơi hạ áp đi vào phía trên của bình trao đổi nhiệt với lỏng cao áp đi trong ống xoắn trở thành hơi quá nhiệt được hút về máy nén. Hơi ra phải được lấy từ phía dưới để hút dầu về máy nén. Lỏng cao áp đi trong ống xoắn ngược với chiều dòng hơi để tăng cường quá trình trao đổi nhiệt. Bình này được bọc cách nhiệt.

3.3.3.5. Bình gom dầu

a. Mục đích

- Để tránh nguy hiểm khi xả dầu từ các thiết bị có áp suất quá cao ra ngoài.
- Để dễ thao tác thu hồi dầu từ các thiết bị có áp suất chân không.

b. Cấu tạo (hình 3.10.)



Hình 3.10: Cấu tạo bình chứa dầu.

Chú thích:

1. Đường vào của dầu;
2. Đường cân bằng;
3. Áp kế
4. Đường xả dầu

c. Nguyên lý làm việc

- Để xả dầu từ 1 thiết bị nào đó về bình gom thì chúng ta thao tác sao cho áp suất trong bình gom dầu thấp hơn áp suất của thiết bị cần xả bằng cách mở van 2;
- Để xả dầu từ bình gom ra ngoài có 2 trường hợp:
 - Áp suất trong bình gom quá cao: Mở van 2 để áp suất trong bình chỉ cao hơn khí quyển 1 chút.
 - Áp suất trong bình chân không: Thì ta mở van xả dầu ở bình tách dầu để nâng cao áp suất trong bình lên cao hơn áp suất khí quyển 1 chút;
- Bình này chỉ làm nhiệm vụ trung gian để xả dầu ra ngoài cho thuận tiện và an toàn nên không cần ống thủy để xem mức dầu.

d. Tính toán bình chứa dầu

Chọn bình chứa dầu có ký hiệu 150CM (là loại bình tiêu chuẩn bé nhất trong phạm vi tài liệu [87] ở bảng 8-20 trang 267) với các thông số sau:

$D \times S = 159 \times 4,5 \text{ mm}$

$B = 600 \text{ mm}$, $H = 770 \text{ mm}$;

Thể tích $0,008 \text{ m}^3$;

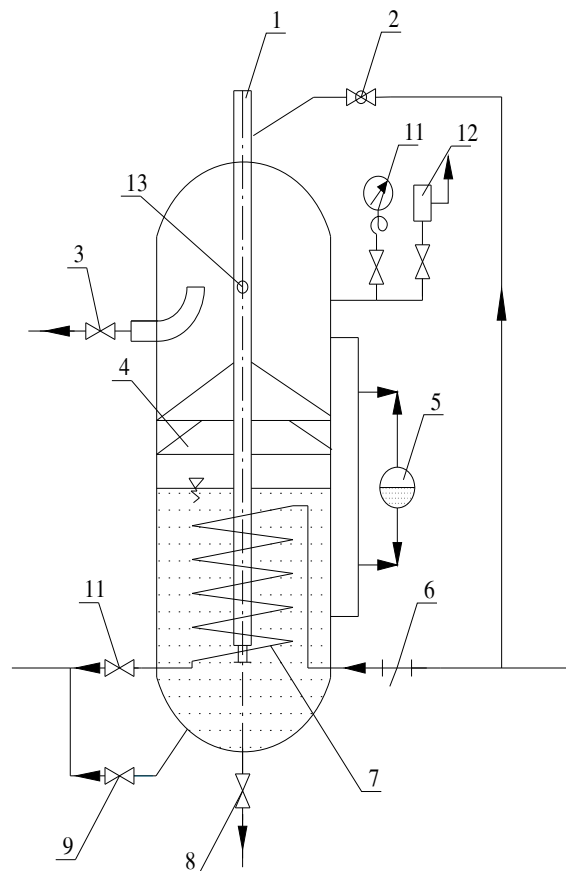
Khối lượng $18,5 \text{ kg}$.

3.3.3.6. Bình trung gian

a. Mục đích

Làm mát trung gian hoàn toàn hơi trung áp giữa các cấp nén trong hệ thống lạnh làm giảm công nén và nhiệt độ cuối tầm nén cho máy nén cao áp.

- Tách lỏng, tách dầu ra khỏi hơi trung áp hút về máy nén cao áp.
- Làm quá lạnh lỏng cao áp trước khi tiết lưu để giảm tổn thất lạnh do tiết lưu.



Hình 3.11: Cấu tạo bình trung gian.

b. Cấu tạo(hình 3.11.)

1. Đường vào của hơi nén trung áp;

2. Đường lỏng cao áp tiết lưu vào bình;
3. Đường ra của hơi trung áp
4. Các nón chắn
5. Ống thủy tối và van phao
6. Phin lọc
7. Ống xoắn trao đổi nhiệt.
8. Đường xả dầu
9. Đường tháo lỏng ra khỏi bình
10. Đường ra lỏng cao áp
11. Van an toàn
12. Áp kế
13. Lỗ cân bằng

c. Tính chọn bình trung gian

Ta có thể tính chọn bình trung gian theo các bước được trích ở mục 8.2.1.4 trang 296÷298 tài liệu [98].

- Diện tích truyền nhiệt của thiết bị trung gian

$$F_{tg} = \frac{Q_{tg}}{q_f}$$

Với: Q_{tg} – Công suất nhiệt trao đổi ở bình trung gian

$$Q_{tg} = Q_{ql} + Q_{lm}$$

Q_{ql} : Công suất nhiệt quá lạnh của môi chất trước tiết lưu

$$Q_{ql} = G_{HA} \cdot (i_5 - i_6) = 0,332 \cdot (549,34 - 495,83) = 17,77 \text{ kW}$$

Q_{lm} : Công suất nhiệt làm mát trung gian

$$Q_{lm} = G_{CA} \cdot (i_2 - i_3) = 0,54 \cdot (746,54 - 702,51) = 23,78 \text{ kW}$$

Suy ra: $Q_{tg} = 17,77 + 23,78 = 41,55 \text{ kW}$.

q_F – Mật độ dòng nhiệt của thiết bị ngưng tụ
 $q_F = 5000 \text{ W/m}^2$

$$\text{Suy ra } F_{tg} = \frac{Q_{tg}}{q_f} = \frac{41,55 \cdot 1000}{5000} = 8,31 \text{ m}^2$$

- Đường kính trong bình trung gian:

$$D_i = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot \omega}}$$

Trong đó:

+ V: Lưu lượng thể tích trong bình, bằng lưu lượng hút của cấp nén cao áp
 $V = G_{CA} \cdot v_3 = 0,54 \cdot 0,0636 = 0,035 \text{ m}^3/\text{s}$

+ ω : Tốc độ gas trong bình, chọn $\omega = 0,6 \text{ m/s}$

$$\text{Suy ra: } D_i = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,035}{3,14 \cdot 0,6}} = 0,28 \text{ m}$$

Chọn bình trung gian đã được chế tạo sẵn, (Tra bảng 8-19 trang 266-Tài liệu [87])

Chọn loại $40^\pi C_3$ có ký hiệu $40^\pi C_3$ với các thông số kỹ thuật

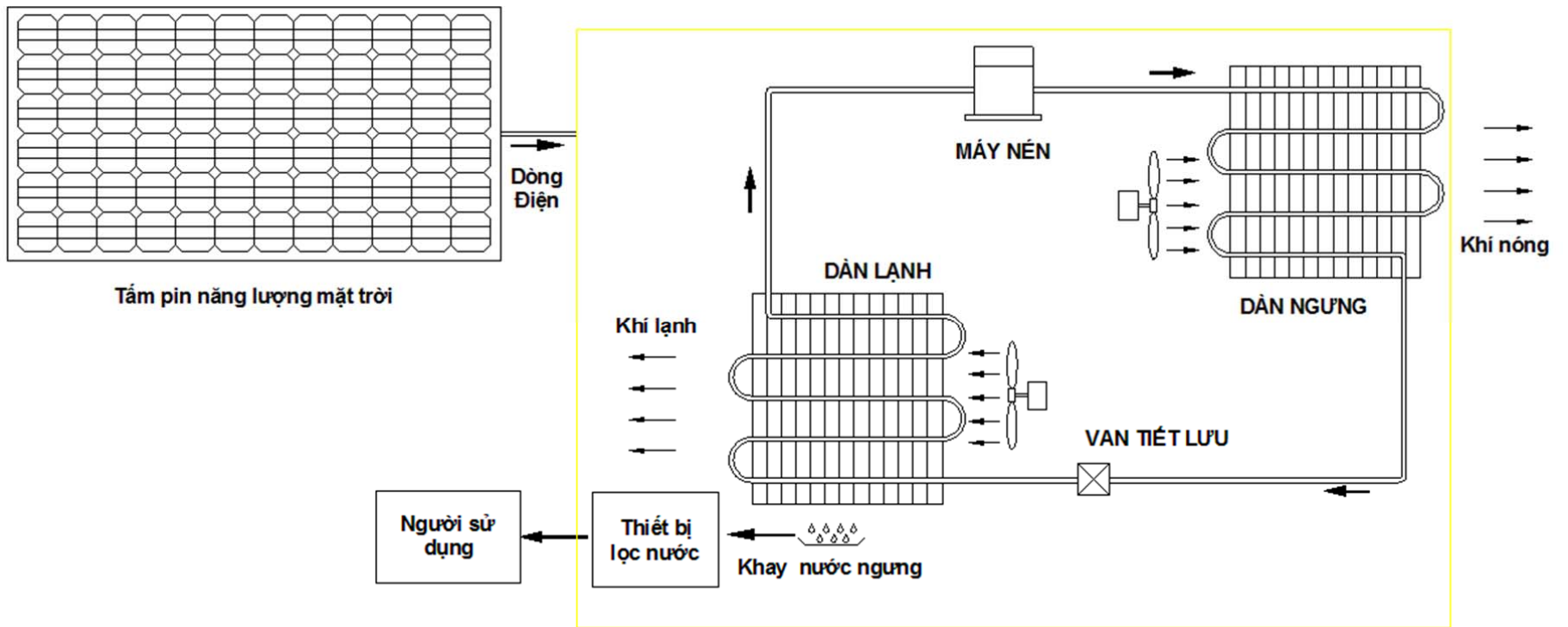
+ Đường kính ngoài:	$D_a = 426 \text{ mm}$
+ Đường kính trong:	$D_i = 406 \text{ mm}$
+ Đường kính ống xoắn:	$d = 70 \text{ mm}$
+ Chiều cao:	$H = 2390 \text{ mm}$
+ Diện tích bề mặt ống xoắn:	$F = 1,75 \text{ m}^2$
+ Thể tích bình:	$V = 0,22 \text{ m}^3$
+ Khối lượng:	$m = 330 \text{ kg}$

3.4. Chế tạo và vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô nhỏ

3.4.1. Thiết kế các thiết bị chủ yếu trong dây chuyền làm lạnh tách ẩm để có cơ sở mua sắm vật tư, thiết bị, có khả năng lắp ráp thành hệ thống.

3.4.1.1. Sơ đồ công nghệ của hệ thống tách ẩm qui mô 10 lít/h

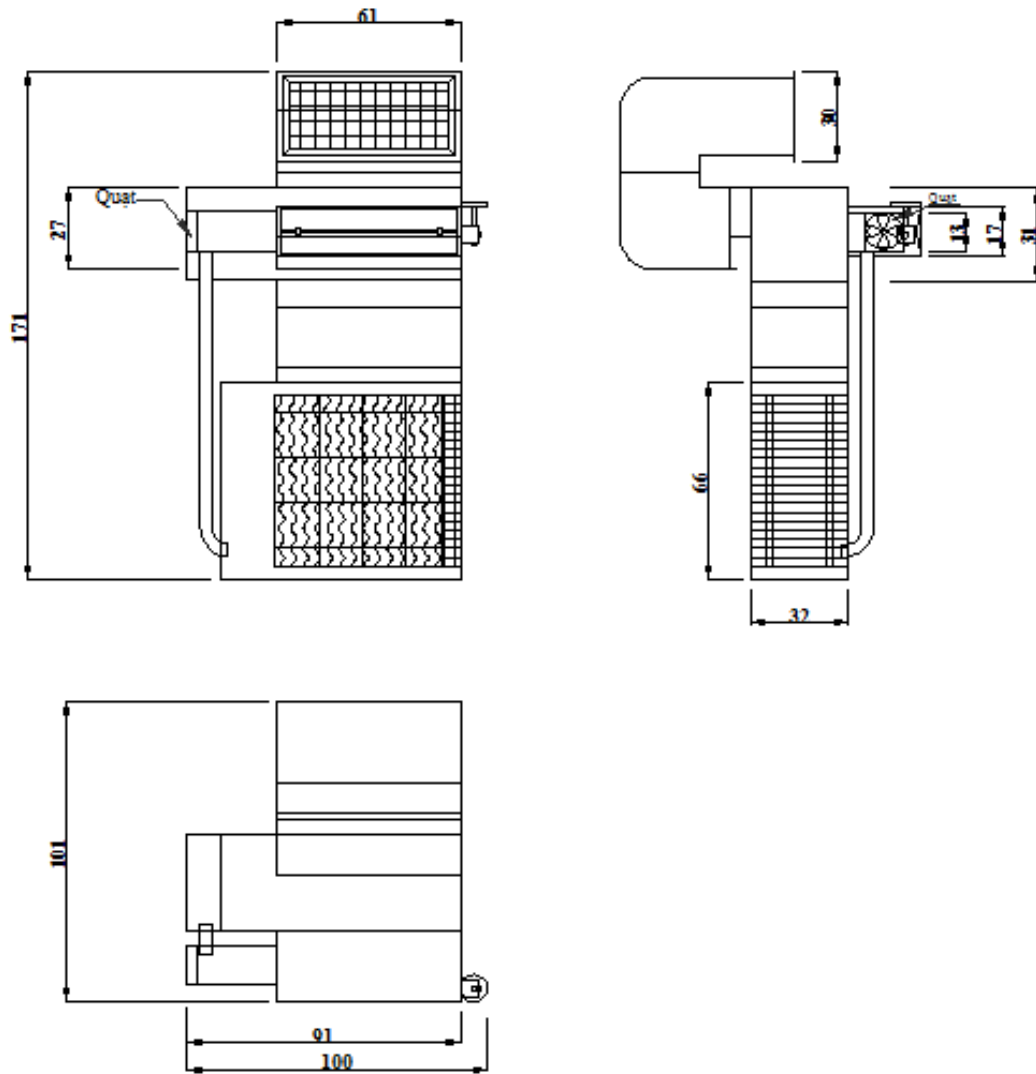
Bằng các tính toán như trên và các kết quả tính chọn đã được đề cập đến. Sơ đồ công nghệ cho hệ thống tách ẩm thí nghiệm với năng suất 10 lít/h được đề xuất như hình 3.12. Hệ thống sẽ bao gồm hệ thống pin năng lượng mặt trời để cung cấp năng lượng cho toàn hệ thống hoạt động.



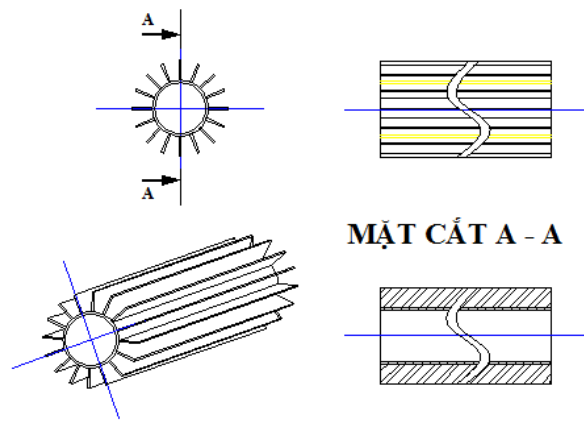
Hình 3.12: Sơ đồ công nghệ hệ thống tách ẩm 10 lít/h.

3.4.1.2. Bảng vẽ chi tiết hệ thống thiết bị tách ẩm.

Bảng vẽ chi tiết hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 10 L/ngày được trình bày trong hình 3.13. và 3.14

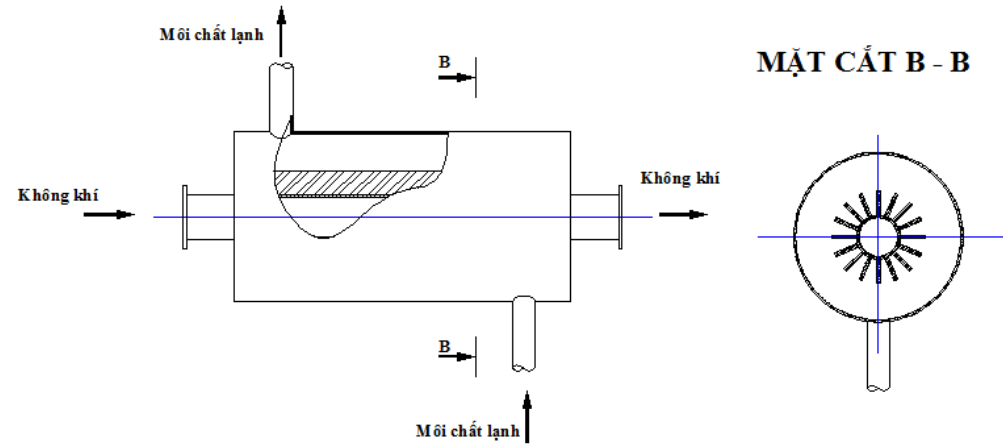


Hình 3.13: Chi tiết cụm thiết bị tách ẩm.



MẶT CẮT A - A

ỐNG CÓ CÁNH TÀN NHIỆT



MẶT CẮT B - B

ỐNG LÔNG ỐNG DẠNG THẲNG CÓ CÁNH

Hình 3.14: Chi tiết các cánh ngưng tụ nước trong hệ thống tách ẩm trên.

3.4.2. Chế tạo, lắp ráp tại nơi chế tạo và thử nghiệm hệ thống làm lạnh tách ẩm.

3.4.2.1. Lắp đặt máy nén

- Đưa máy vào vị trí lắp đặt: khi cầu chuyển cần chú ý chỉ được móc vào các vị trí đã được định sẵn không được móc tùy tiện vào ống, thân máy gây trầy xước và hư hỏng máy nén.
- Khi lắp đặt máy nén cần chú ý đến các vấn đề: thao tác vận hành, kiểm tra, an toàn, bảo trì, tháo dỡ, thi công đường ống, sửa chữa, thông gió và chiếu sáng thuận lợi nhất.
- Máy nén được lắp đặt trên các bộ máy bằng thép không rỉ chất lượng cao. Bộ máy phải cao hơn bề mặt nền tối thiểu 100 mm, tránh bị ướt bản khi vệ sinh phòng máy. Bộ máy được tính toán theo tải trọng của máy nén, máy được gắn chặt lên nền móng bằng các đai ốc chôn sẵn, chắc chắn. khả năng chịu đựng của móng phải đạt ít nhất 2-3 lần tải trọng của máy nén kể cả động cơ.
- Các bulong cố định máy vào bộ móng có thể được đúc sẵn trước hoặc sau khi lắp đặt máy.

3.4.2.2. Lắp đặt thiết bị ngưng tụ

- Khi lắp đặt thiết bị ngưng tụ cần chú ý việc giải nhiệt của thiết bị, ảnh hưởng của nhiệt ngưng tụ đến xung quanh, khả năng thoát môi chất lỏng về bình chứa để giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt.
- Để môi chất lạnh sau khi ngưng tụ có thể chảy về bình chứa cao áp, thiết bị ngưng tụ thường được lắp đặt trên cao, ở trên các bộ betong, các giá đỡ. Ở đây ta đặt bình ngưng ngay trên bình chứa cao áp thành một cụm gọi là cụm condensing unit.
- Vị trí lắp đặt thiết bị ngưng tụ cần thoáng mát cho phép dễ dàng thoát được nhiệt ra môi trường xung quanh, không ảnh hưởng đến con người và quá trình sản xuất.
- Đối với bình ngưng tụ nằm ngang có cấu tạo tương đối gọn, tuy nhiên khi lắp đặt cần lưu ý để dành các khoảng hở ở hai đầu bình đủ để có thể vệ sinh bình trong thời kỳ bảo dưỡng. Các đoạn đường ống nước giải nhiệt vào ra bình để dàng tháo dỡ khi vệ sinh. Đề

thuận lợi cho việc tuần hoàn môi chất lạnh bắt buộc phải có đường cân bằng với áp suất tác động $19,5 \text{ kg/cm}^2$. Các nắp bình về nơi các ống nước vào ra phải có van xả khí, bình ngưng được sơn màu đỏ.

3.4.2.3. Lắp đặt thiết bị bay hơi

Khi lắp đặt thiết bị bay hơi cần chú ý đến hướng tuần hoàn gió sao cho thuận lợi và thích hợp nhất. Tầm với của gió thoát ra dàn lạnh khoảng 10 m. khi lắp dàn lạnh cần phải để khoảng hở phía sau dàn lạnh một khoảng ít nhất 500 mm. Ống thoát nước dàn lạnh phải dốc, ở đầu ra nên có chi tiết cổ ngỗng để ngăn ngừa không khí nóng tràn vào buồng ngưng tụ gây tổn thất nhiệt không cần thiết hoặc các con vật chui vào làm tắc ống. Để tăng khả năng chịu lực ta lắp thêm một tấm panel, một thanh sắt L và dàn lạnh được gắn chặt nhờ bulong.

3.4.2.4. Lắp đặt van tiết lưu màng cân bằng ngoài

Kiểm tra trước khi lắp đặt van: Ở nhiệt độ bình thường nếu bầu cảm biến, ống mao và môi chất nạp trong đó ở trạng thái bình thường thì van tiết lưu phải mở và có thể thổi thử, van cho khí qua tự do, nếu không là van hỏng.

Vị trí lắp đặt: Van tiết lưu được lắp trên đường ống cấp dịch vào dàn lạnh, gần dàn lạnh và được đặt trong kho. Mũi tên trên thân van phải cùng hướng với hướng chuyển động của môi chất qua van. Chú ý không để ống mao tiếp xúc với các ống khác.

Vị trí cố định bầu cảm biến: khi lắp đặt van tiết lưu tự động phải chú ý lắp đặt bầu cảm biến đúng vị trí cố định. Đặt ở ống hơi ran gay sau dàn lạnh và đảm bảo tiếp xúc tốt nhất bằng kẹp đồng hoặc nhôm. Để tránh ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài cần có bọc cách nhiệt bầu cảm biến cùng ống hút có bầu cảm biến. Khi ống hút nhỏ thì đặt bầu cảm biến ngay trên ống hút. Không được quấn hoặc làm dập ống mao dẫn tới bầu cảm biến.

3.4.2.5. Lắp đặt các thiết bị khác

Bình tách dầu: Được lắp đặt ngay sau đầu đẩy của máy nén và thường lắp đặt ở trên cao của buồng máy. Nhiệt độ bình rất cao nên lắp đặt nó ở vị trí thoáng gió để giải nhiệt được tốt.

Bình tách lỏng: Làm việc ở nhiệt độ thấp nên phải bọc cách nhiệt. Khác với bình tách dầu, bình tách lỏng thường lắp đặt ngoài buồng máy, trên cao ngay trên buồng tách ẩm.

Bình tách khí không ngưng: Được lắp đặt trên cao để khí không ngưng từ dàn ngưng, bình chứa cao áp có thể đi lên, thực hiện làm lạnh để tách một phần môi chất còn lại trước khi thải ra ngoài.

Các bình trung gian, bình thu hồi dầu, bình chứa cao áp: Thường được lắp đặt ngay trong gian máy để thuận lợi cho việc lắp đặt đường ống và vận hành. Tất cả các bình đều được đặt trên các bệ móng betong chắc chắn, cao hơn nền phòng máy ít nhất 100 mm.

Lắp đặt van điện từ: Các van chặn hệ thống lạnh cần được lắp đặt tại vị trí dễ thao tác, vận hành, có thể nằm trên đường nằm ngang hoặc thẳng đứng, khi nằm trên các đoạn ống nằm ngang thì phải lắp các tay van lên phía trên khoảng hở của các van đủ để thao tác sửa chữa, tháo lắp van khi cần. Phương pháp nối van chủ yếu là hàn và nối bích, đối với van nối bích cần lưu ý sử dụng các đệm kín thích hợp. Còn đối với van nối bằng phương pháp hàn, khi hàn chú ý tránh không để van quá nóng, làm hỏng đệm bên trong van. Vì thế khi hàn có thể tháo các bộ phận chính của van hoặc quấn bằng khăn nhúng nước để giảm nhiệt độ phần thân van. Trên thân van có mũi tên chỉ chiều chuyển động của môi chất, cần chú ý và lắp đặt đúng chiều. Trường hợp trên một bình có nhiều van, các van cần lắp thẳng hàng và ngay phía trên các bình, không nên lắp van ở vị trí cao khó thao tác vận hành.

Lắp đặt phin sấy, phin lọc: Phin sấy lỏng đường hơi thường hay bố trí ngay ở đầu hút của máy nén để loại trừ cặn bẩn đi vào máy nén, trên đường lỏng thường lắp trước van điện từ và đặc biệt là van tiết lưu để giữ cho các van này hoạt động bình thường không bị tắc.

Lắp đặt mắt gas: Mắt gas được lắp đặt trên đường lỏng, sau phin sấy lỏng, trước van tiết lưu. Nếu ống gas lỏng tương đối phù hợp với đường kính mắt gas có thể lắp ngay trên đường ống. Nếu ống gas lớn phải lắp trên đường ống nhánh song song với ống chính.

3.4.2.6. Một số hình ảnh lắp đặt thiết bị tại xưởng chế tạo

Hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 10L/ngày được chế tạo và lắp đặt như trong hình 3.15. – 3.21.



Hình 3.15: Tổng thể về hệ thống tách ẩm qui mô phòng thí nghiệm.



Hình 3.16: Mặt sau của hệ thống (bao gồm hệ thống nén).



Hình 3.17: Module xử lý nước thu được.



Hình 3.18: Module nguồn điện cấp cho hệ thống.



Hình 3.19: Module kết nối nguồn điện giữa hai phần trong hệ thống.



Hình 3.20: Nguồn cấp cho bơm của hệ thống RO.



Hình 3.21: Quạt trích gió lạnh làm mát.

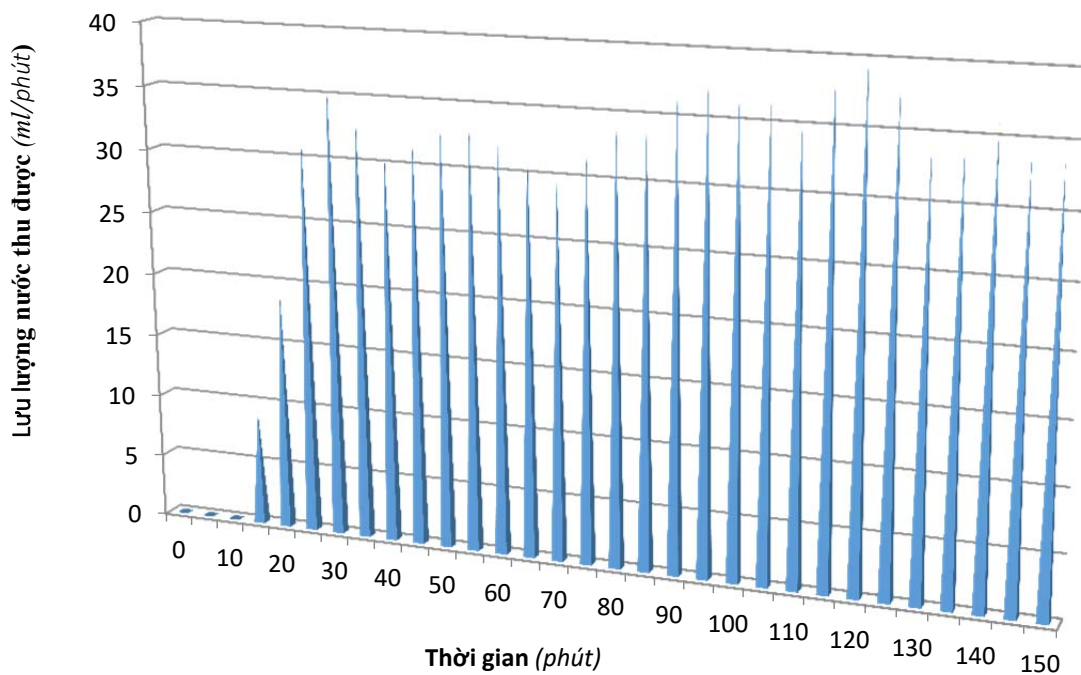
3.4.2.7. Kết quả vận hành thử nghiệm hệ thống tách ẩm công suất 10L/ngày

Hệ thống tách ẩm công suất 10L/ngày được vận hành thử nghiệm với nhiệt độ không khí đầu vào là 29,50C và độ ẩm không khí là 54,5%. Các thông số cần đo đạt khảo sát là lượng nước thu được và điện năng tiêu thụ theo thời gian.

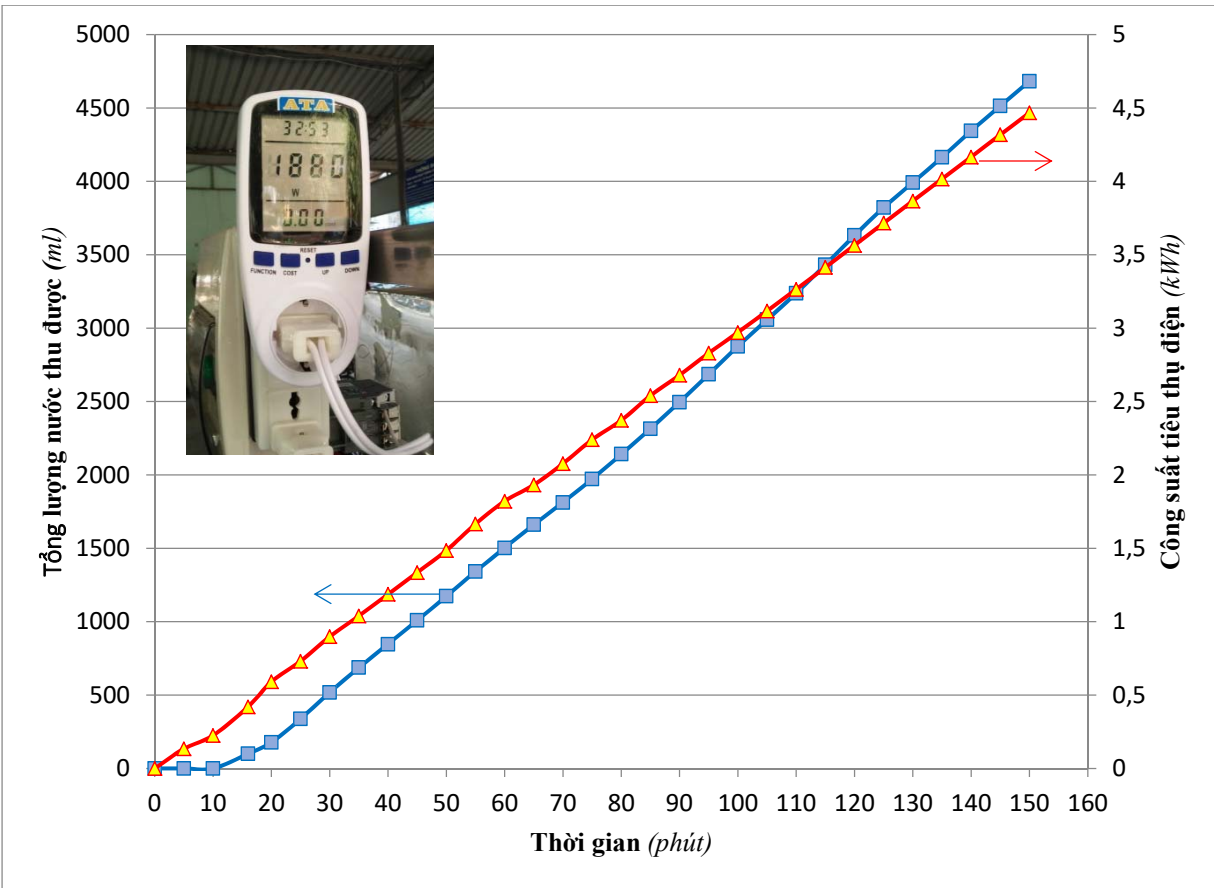
Hình 3.22. biểu diễn lưu lượng nước thu được theo thời gian. Cứ mỗi 5 phút, nhóm nghiên cứu lại thực hiện việc lấy mẫu và đo lượng nước thu được. Sau đó tính lưu lượng nước thu được theo thời gian, kết quả cho thấy rằng trong khoảng thời gian đầu khi khởi động, thiết bị sẽ phải cần thời gian khoảng 15 phút mới bắt đầu thu được nước. Đến phút thứ 30, lưu lượng nước thu được có thể đạt được 35 ml/phút. Trong khoảng thời gian

khảo sát là 150 phút, lưu lượng nước thu được dao động trong khoảng từ 30 đến 40 ml/phút, tương đương với khoảng 43 đến 57 lít/ngày. Như vậy, hệ thống đã hoạt động đạt năng suất trung bình khoảng 50 lít/ngày. Nếu hệ thống chỉ vận hành 8 giờ mỗi ngày, tổng lượng nước thu được có thể đạt khoảng 16 lít, vẫn đảm bảo so với yêu cầu ban đầu khi thiết kế hệ thống là 10 lít/ngày.

Lượng điện năng tiêu thụ của hệ thống được ghi nhận và kết quả đo được trình bày trong hình 3.23. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động với lượng điện năng tiêu thụ khoảng 1,8 kWh; như vậy, cứ mỗi giờ vận hành hệ thống có thể tạo ra khoảng 2,1 lít nước và tiêu thụ khoảng 1,8 kW điện.



Hình 3.22: Lưu lượng nước thu được theo thời gian.



Hình 3.23: Công suất tiêu thụ điện của hệ thống tách ẩm.

3.4.3. Thiết kế bộ điều khiển tự động

3.4.3.1. Về mạch chuyển đổi nguồn điện ATS

a) Hệ thống ATS

Thiết bị tự động chuyển nguồn - ATS (Automatic Transfer Switch) có nhiệm vụ tự động chuyển nguồn chính sang nguồn dự phòng khi nguồn chính gặp sự cố. (Ví dụ: khi điện lưới bị ngắt, hệ thống sẽ chuyển từ dùng điện lưới sang dùng điện từ acquy, hoặc điện từ nguồn năng lượng mặt trời).

Ngoài ra, thiết bị chuyển đổi nguồn tự động (ATS) như trong hình 3.24. có chức năng bảo vệ khi điện lưới gặp sự cố: mất pha, mất trung tính, thấp áp thời gian chuyển đổi có thể điều chỉnh.



Hình 3.24: Một số bộ chuyển đổi ATS

b) Đặc điểm

- Áp dụng cho nguồn điện 3 pha, 4 pha 4 dây mạng 2 mạch cung cấp điện
- Tần số 50HZ, điện áp định mức áp quy AC440V.
- Dải dòng lên đến 630A
- Nhiệt độ trong khoảng từ -5°C đến 40°C
- Độ bền cơ khí và độ bền điện cao lên đến 2000 triệu lần đóng cắt.
- Màn hình cài đặt và điều khiển dạng LCD có thể kéo lắp ra ngoài
- Chức năng bảo vệ quá tải, ngắn mạch
- Cấp độ bảo vệ: IP30
- Giấy chứng nhận: KEMA
- Tiêu chuẩn: IEC/EN 60947-6-1

c) Công dụng của bộ chuyển đổi

- Bộ chuyển nguồn ATS được sử dụng để chuyển đổi nguồn tự động giữa điện lưới (nối với mạng điện) và cung cấp điện dự phòng như máy phát điện hoặc các nguồn cấp điện khác với hoạt động đáng tin cậy sử dụng đơn giản, cấu trúc nhỏ gọn hiệu suất cao theo chi phí phù hợp.
- Hệ thống điều khiển ATS theo dõi tình trạng hoạt động của nguồn điện chính thức và cung cấp điện dự phòng, khi nguồn điện chính bị lỗi (thiếu pha, thấp áp hoặc mất điện hoàn toàn) hệ thống điều khiển sẽ đưa ra lệnh hoạt động tự động sau đó bắt đầu cung cấp điện và chuyển từ chế độ chờ sang chế độ chờ điện cung cấp.
- Khi nguồn điện chính được phục hồi hệ thống điều khiển sẽ tự động chuyển tải sang hệ thống cung cấp điện chính. Cả bộ chuyển nguồn ATS và máy phát điện đều là hệ thống cung cấp điện khẩn cấp tự động, có thể chuyển tải trong giai đoạn đầu tiên chẳng hạn như chiếu sáng khẩn cấp, cung cấp điện khẩn cấp thiết bị chữa cháy, các thiết bị cung cấp điện khẩn cấp ở những nơi quan trọng như: bệnh viện, ngân hàng, viễn thông, sân bay, đài truyền hình, khách sạn...

3.4.3.2. Thiết kế mạch chuyển đổi nguồn điện ATS

a) Mạch cấp điện lưới (xem hình 2.25.)

Nguồn điện lưới có cường độ dòng điện là 220V đi qua 1 biến áp giảm cường độ từ 200V xuống 12V như hình vẽ trên.

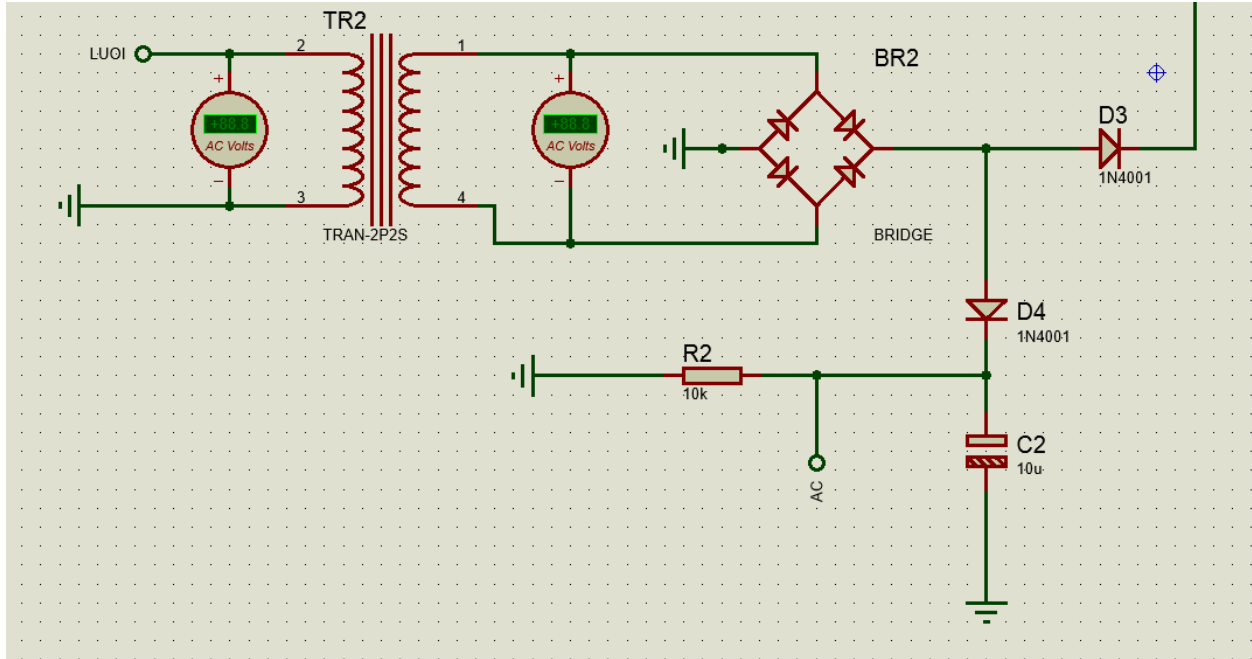
Khi kiểm tra bằng AC volt kế cho thấy được đầu vào máy biến thế là nguồn điện xoay chiều có cường độ 220V.

Công thức tính số vòng máy biến áp:

$$\frac{\text{Số vòng sơ cấp}}{\text{số vòng thứ cấp}} = \left(\frac{V_{\text{vào}}}{V_{\text{ra}}} \right)^2$$

Trong đó $V_{\text{vào}} = 220\text{V}$

$V_{\text{ra}} = 12\text{V}$



Hình 3.25: Sơ đồ cấp mạch điện lưới

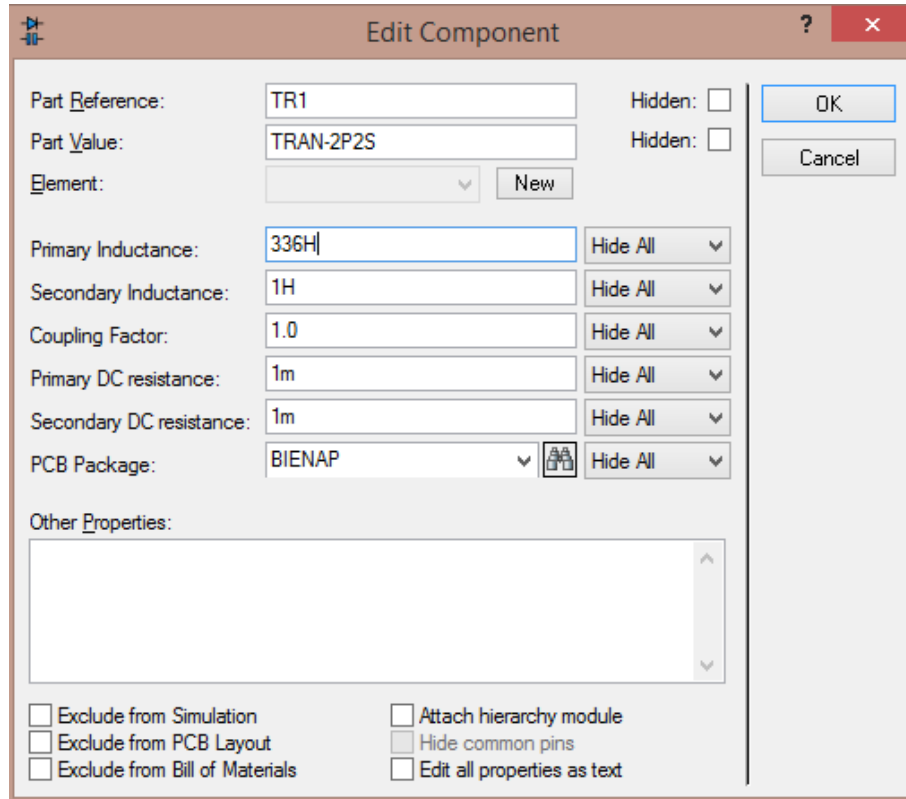
Giả sử số vòng thứ cấp bằng 1

$$\Rightarrow \text{Số vòng sơ cấp bằng } \left(\frac{220}{12}\right)^2 \times 1 = 336 \text{ vòng}$$

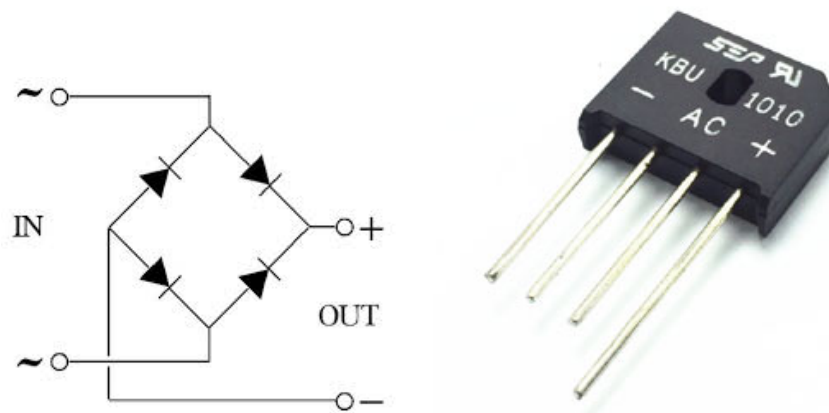
Điền thông số của máy biến áp vào hệ thống mô phỏng như trong hình 3.26. Sau khi nhập thông số máy biến áp vào hệ thống, thì đầu ra máy biến áp có cường độ 12V xoay chiều.

Vì các thiết bị sử dụng trong mạch đều sử dụng dòng điện 1 chiều và cường độ 12V hoặc 5V nên sau khi đi qua máy biến áp thì dòng điện sẽ được đi qua 1 cầu diode (xem hình 3.27.) để lọc dòng điện chuyển từ dòng điện xoay chiều sang 1 chiều.

Khi dòng điện chạy qua cầu diot thì tại đầu nếu dòng điện đi theo chiều dương sẽ được lọc đi qua chiều dương của cầu, nếu dòng điện đi qua mang chiều âm thì cầu diot sẽ lọc qua chiều âm đi nối thẳng xuống mặt đất. Sau khi dòng điện đi qua cầu diot thì dòng điện sẽ chuyển dòng điện từ điện xoay chiều sang điện 1 chiều.



Hình 3.26: Nhập số vòng sơ cấp của máy biến áp vào



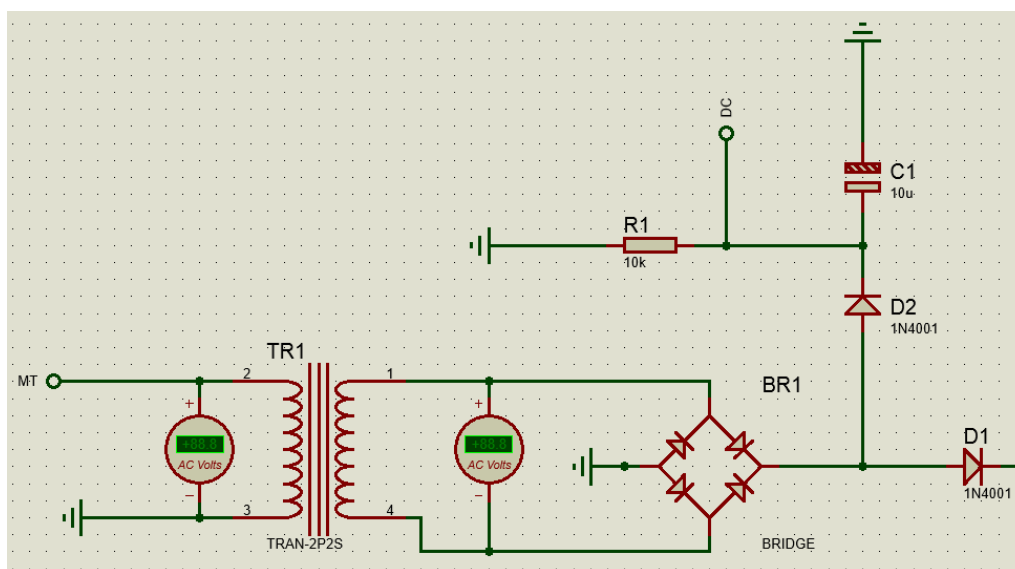
Hình 3.27: Chiều dòng điện đi qua cầu diode

Để báo tín hiệu cho atmega8 là nguồn điện lưới có điện thì mạch điện sẽ được nối tiếp với một con diot dẫn điện đi qua 1 tụ điện 10u và 1 điện trở 10 Ω . Tụ điện và điện trở sx được nối trực tiếp với đất để giảm cường độ dòng điện và ổn định áp trong mạch. Để khi có nguồn điện tín hiệu truyền đến atmega8 phải thật nhanh không có thời gian trễ và mạch phải ổn định.

b) Mạch cấp điện mặt trời

Cũng như mạch điện lưới thì mạch điện mặt trời cũng tương tự (xem hình 3.28.), dòng điện mặt trời là điện một chiều sẽ được chuyển sang điện xoay chiều để giống với điện lưới. Dòng điện sẽ được đi qua 1 máy biến áp để giảm dòng điện từ 220V xuống 12V và sẽ được đi qua 1 cầu diot để chuyển dòng điện xoay chiều sang dòng điện 1 chiều.

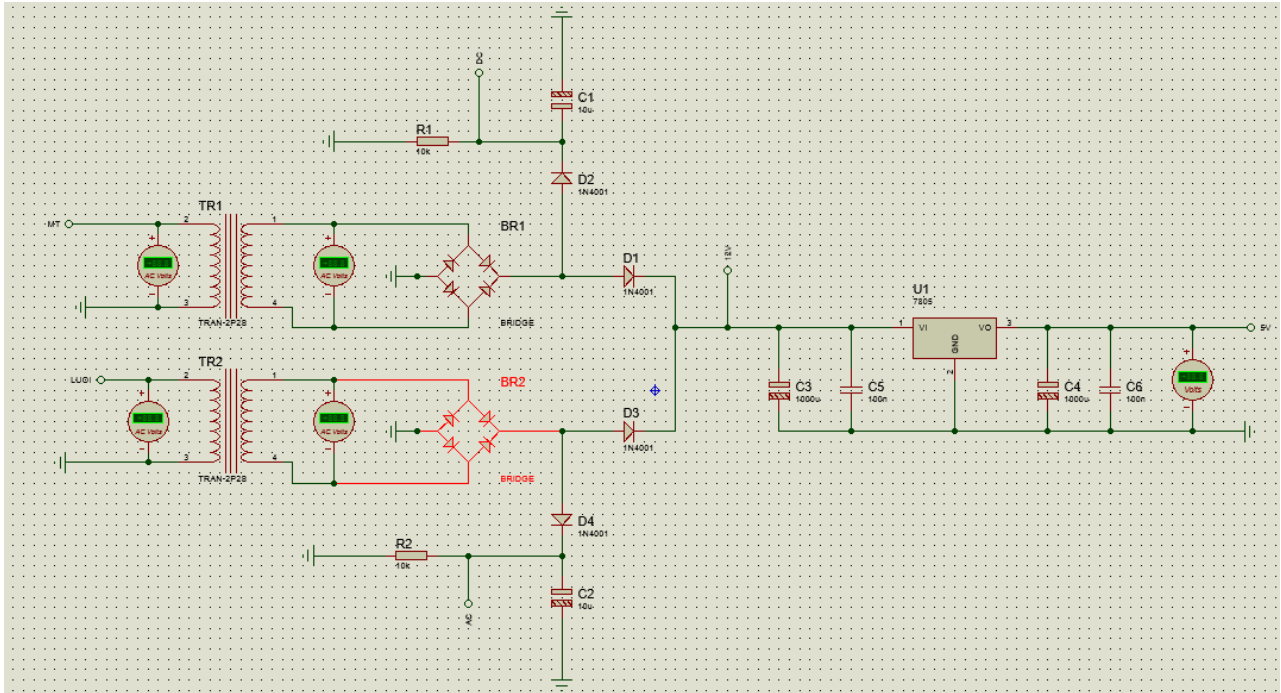
Và để báo tín hiệu có dòng điện mặt trời thì dòng điện sẽ được nối tiếp với 1 con diot và được nối với 1 điện trở 10 Ω và 1 tụ điện 10 μ nối với mặt đất như hình bên dưới.



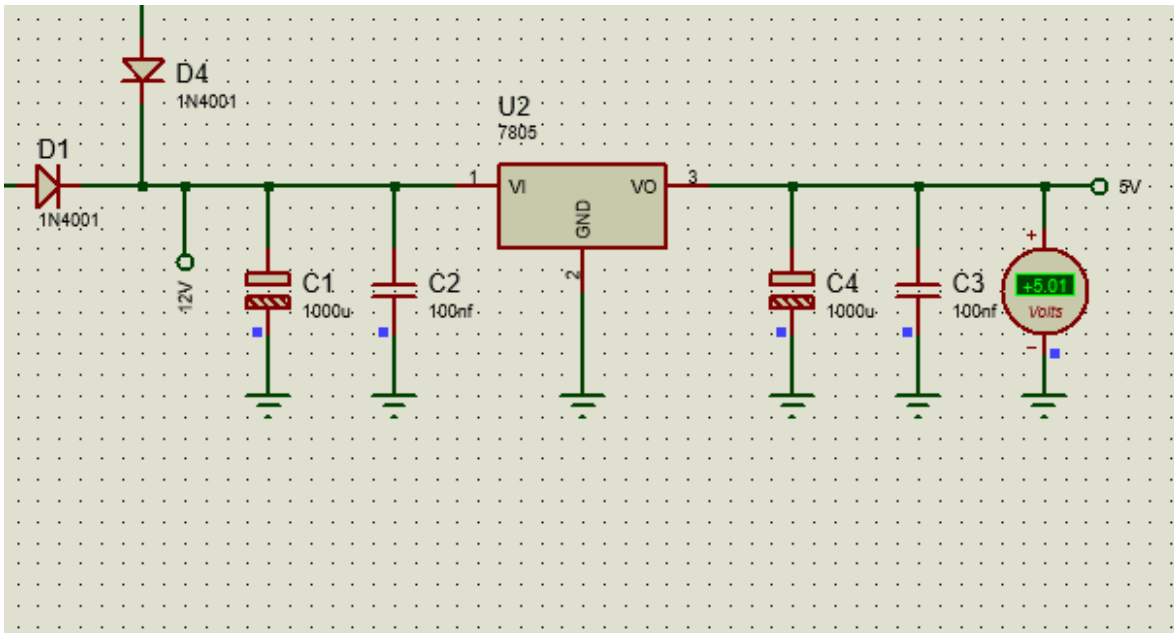
Hình 3.28: Sơ đồ mạch cấp điện mặt trời

c) Nguồn nuôi

Sau khi dòng điện mặt trời và dòng điện lưới đi qua cầu diot, mỗi dòng điện sẽ được đi qua 1 diot và 2 diot này sẽ được nối vào nhau như hình 3.29., vì dòng điện của mặt trời và lưới đã được hạ xuống 12V và là dòng điện 1 chiều nên sẽ lấy dòng điện này làm nguồn nuôi cho mạch ULN2803 và relay trung gian.



Hình 3.29: Sơ đồ toàn mạch dòng đầu vào

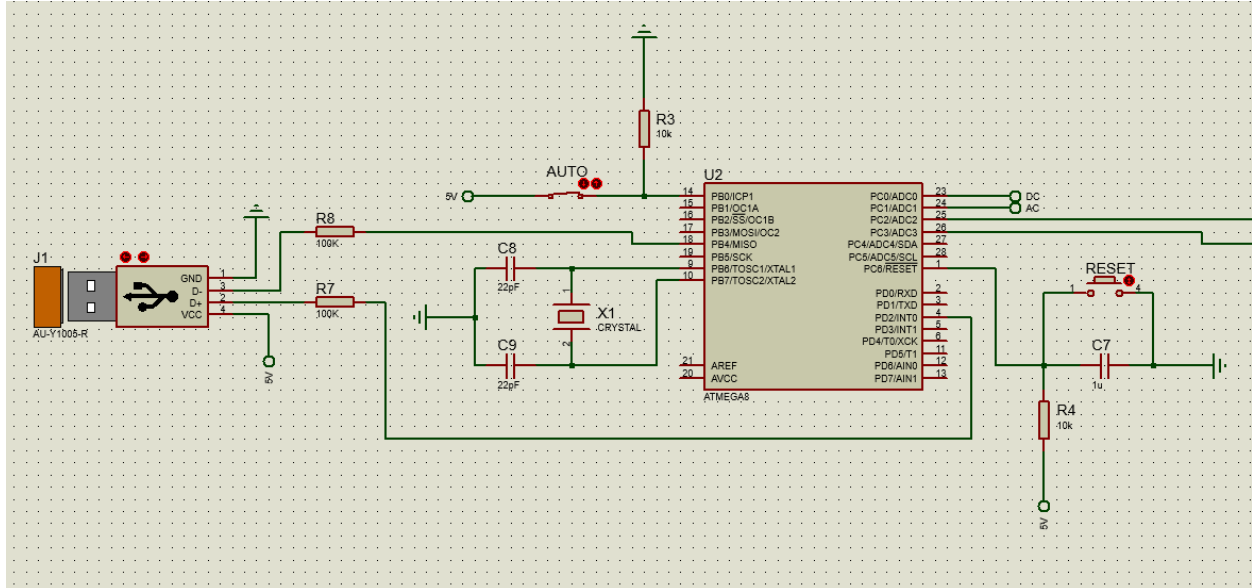


Hình 3.30: Sơ đồ mạch điện nguồn nuôi 5V

Để giảm dòng điện từ 12V xuống 5V để làm nguồn nuôi cho atmega8 thì dòng điện sẽ được đi qua mạch 7805. Tại đây ta sẽ sử dụng 2 con tụ điện phân cực 1000u và 2 con tụ điện hoá 100nf chia đều mỗi bên để lọc dòng điện. Để làm giảm cường độ dòng điện và

đầu còn lại sẽ được nối với mặt đất. Kết quả cho ta thấy được như hình 2.30., để kiểm tra dòng điện ta sử dụng DC volts kế và ta thấy đầu ra dòng điện là 5V.

d) Lắp mạch ATMEGA16



Hình 3.31: Chip điều khiển atmega8

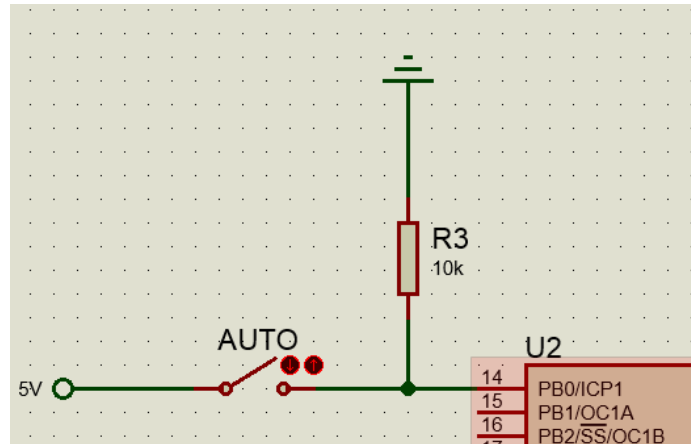
Mạch atmega8 được lắp đặt như hình 3.31.

Mạch atmega8 có 28 thanh ghi trong đó có 25 thanh ghi có chức năng I/O 3 thanh ghi còn lại có chức năng cấp nguồn và nối đất. tuy nhiên trên phần mềm mô phỏng, phần mềm mặc định là vi mạch Atmega8 đã cấp nguồn và nối đất rùi.

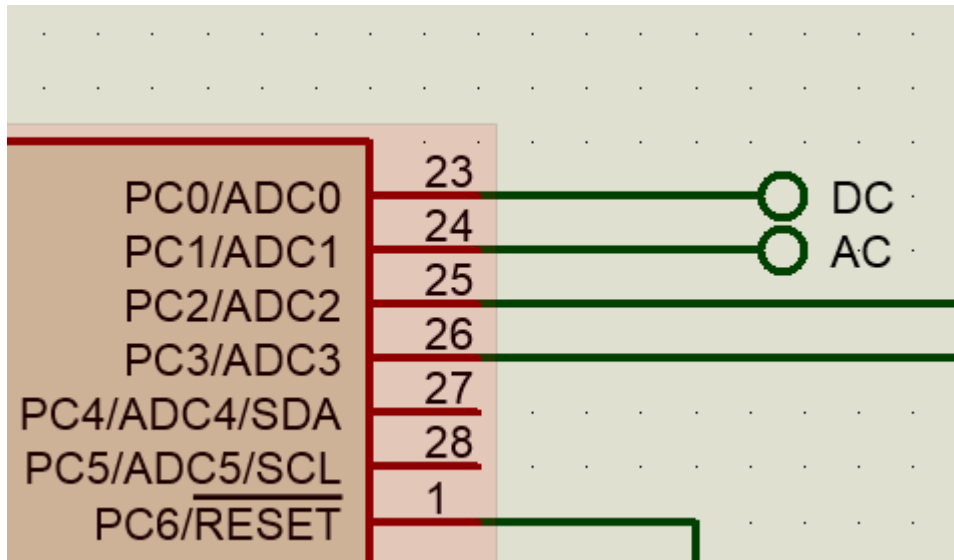
Tại PC0(PIN14) mạch atmega8 sẽ được nối với công tắc bật chế độ auto nối với nguồn nuôi. Và để mạch chạy ổn định thì sẽ nối với 1 điện trở 10Ω và nối với mặt đất như hình 3.32.

Đầu báo tín hiệu có dòng điện lưới hoặc có dòng điện mặt trời sẽ được nối với PC0 (PIN23) và PC1 (PIN24) như hình trong hình 3.33.

Tại PC2(PIN27) và PC3(PIN26) sẽ lần lượt được nối với PIN1 và PIN3 của mạch ULN2803.



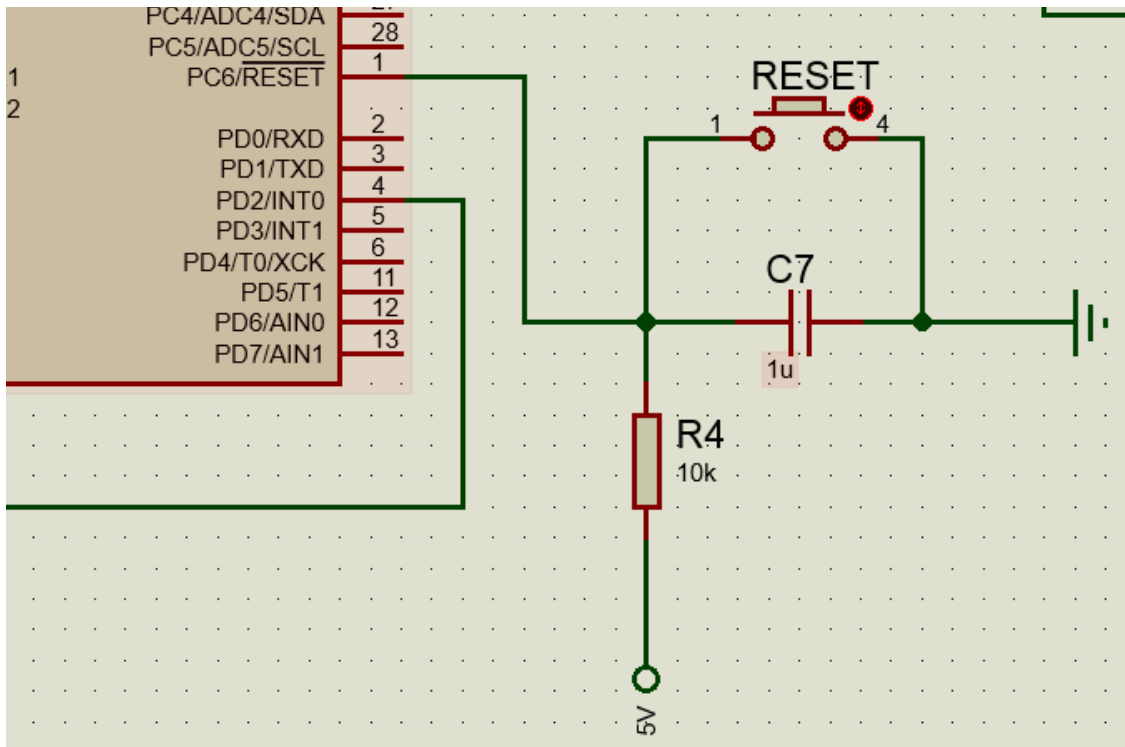
Hình 3.32: Công tắc bật chế độ AUTO



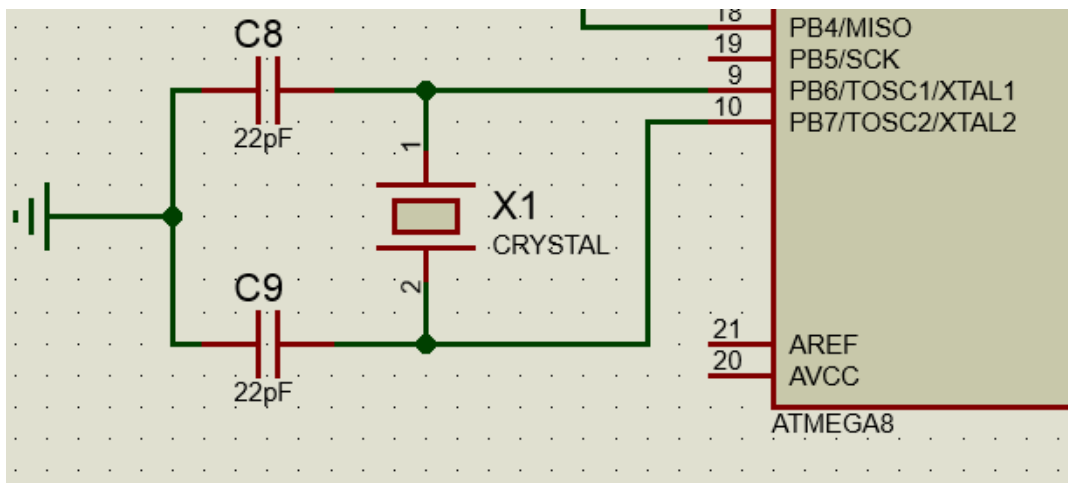
Hình 3.33: Đầu nối báo tín hiệu dòng điện

Ngoài ra mạch ATMEGA8 được nối với mạch reset như trong hình 3.34., để khi mạch điện gặp trục trặc sẽ được reset lại hệ thống. Mạch reset được nối với PC6(PIN1)

Để mạch chạy ổn định, mạch sẽ được lắp với một xung clock bằng thạch anh để mạch luôn được ổn định trong quá trình chạy. Mạch xung clock được lắp như trong hình 3.35. và mạch được lắp vào chân PB6(XTAL1/PIN9) và PB7(XTAL2/PIN10).

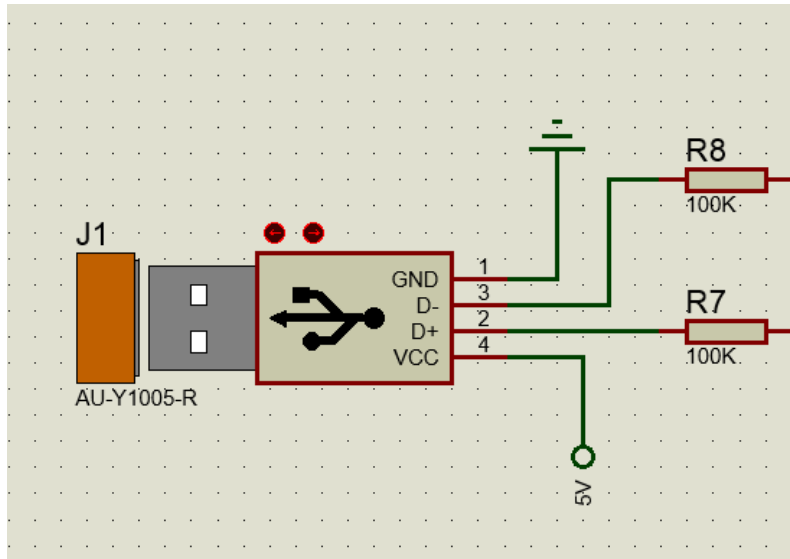


Hình 3.34: Mạch reset



Hình 3.35: Mạch xung clock

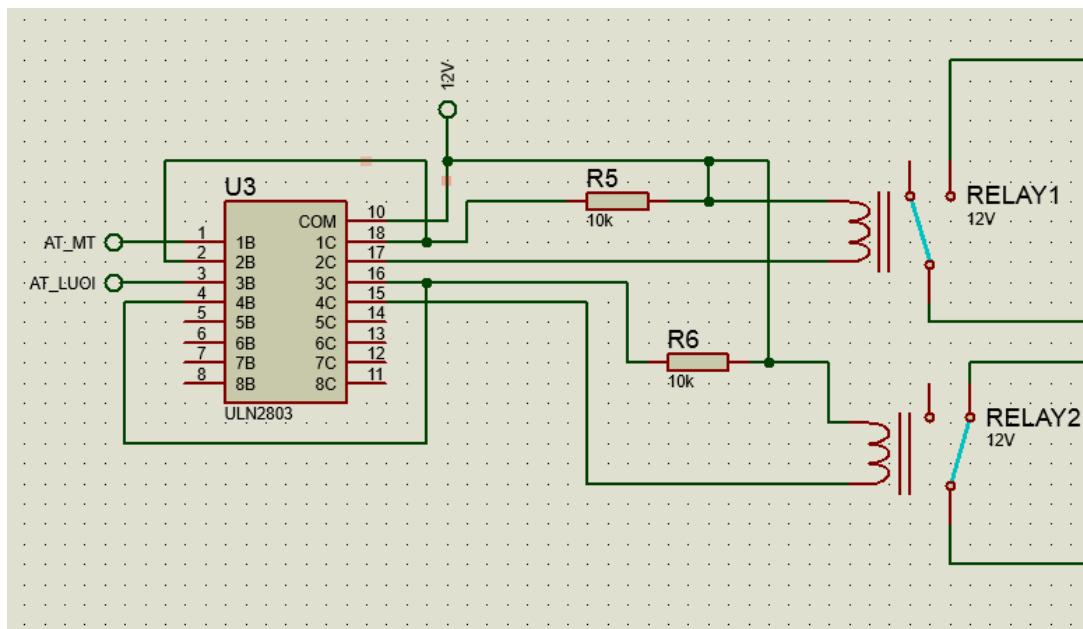
Để nạp chương trình cho mạch thì mạch sẽ nối với 1 jack cắm USB như trong hình 3.36., chân GND sẽ được nối với mặt đất, chân VCC sẽ được nối với nguồn 5V, chân D+ sẽ được nối với điện trở 100 Ω và nối với chân PD2(INT0/PIN4) của mạch ATMEGA8, chân D- sẽ được nối với điện trở 100 Ω và được nối với chân PB4(MISO/PIN18).



Hình 3.36: Mạch nạp chương trình atmega8

e) **Khối khuếch đại dòng điện và điều khiển RELAY**

Đầu ra của mạch atmega 8 là PC2 và PC3 sẽ được nối với PIN1 và PIN3 của mạch khuếch đại ULN2803. Tại đây mạch ULN2803 có nhiệm vụ khuếch đại dòng điện 5V lên thành dòng điện 12V để điều khiển relay trung gian (RELAY1 và RELAY2), xem hình 3.37.



Hình 3.37: Mạch khuếch đại điều khiển relay

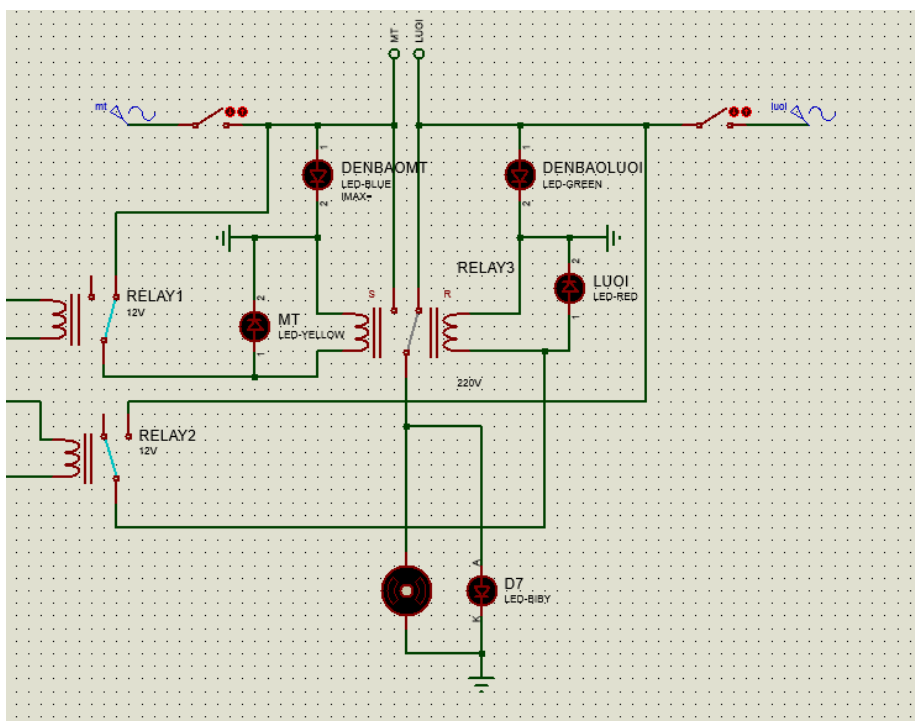
Vì mạch khuếch đại ngoài việc khuếch đại dòng điện, nó còn có chức năng đảo ngược tín hiệu dòng điện.

Nếu như atmega8 phát tín hiệu có tín hiệu tắt điện mặt trời thì ở đầu 1B sẽ được tắt và ở đầu ra của nó 1C sẽ không có tín hiệu, nếu 1B có tín hiệu thì 1C sẽ tắt tín hiệu. chính vì vậy mạch không thể chuyển tín hiệu đến relay được. nên ta sẽ nối đầu ra 1C nối với đầu vào 2B và tại đầu ra của 2C sẽ nối với 1 đầu RELAY1. Đầu ra của 1C sẽ được nối với 1 điện trở 10Ω và nối với nguồn 12V sau đó nối với đầu còn lại của RELAY1.

Tương tự với tín hiệu đầu vào của nguồn lưới sẽ như tín hiệu đầu vào của nguồn mặt trời để điều khiển RELAY2.

Mạch của hệ thống khuếch đại điều khiển relay trung gian được vẽ như hình trên.

f) Điều khiển đóng ngắt dòng điện



Hình 2.38: Mạch điều khiển đóng ngắt mạch điện

Vì mạch khuếch đại ULN2803 có chế độ đảo ngược tín hiệu nên khi atmega8 báo phát tín hiệu bật điện mặt trời thì mạch ULN2803 sẽ báo ngược lại là tắt tín hiệu, và khi RELAY1 tắt và điện mặt trời có điện thì sẽ kích hoạt đầu cuộn cảm của RELAY3 hoạt động và khi đó sẽ bật điện mặt trời.

Điện từ nguồn điện lưới cũng được mắc tương tự.

Tuy nhiên khi ở chế độ AUTO chỉ được phép xảy ra trường hợp RELAY1 tắt thì RELAY2 sẽ được bật hoặc ngược lại, không được để chế độ RELAY1 và RELAY2 cùng bật hoặc cùng tắt, lúc đó RELAY sẽ chập mạch và có nguy cơ nổ.

3.4.3.3. Lắp đặt và lập chương trình cho mạch chuyển đổi nguồn điện ATS

Phần mềm được mô phỏng và viết code để mô phỏng quá trình hoạt động của bo mạch ATS bằng các phần mềm sau:

- Phần mềm proteus
- Phần mềm code AVR

a) Nguyên lý hoạt động của mạch

Nguyên lý hoạt động của mạch ATS:

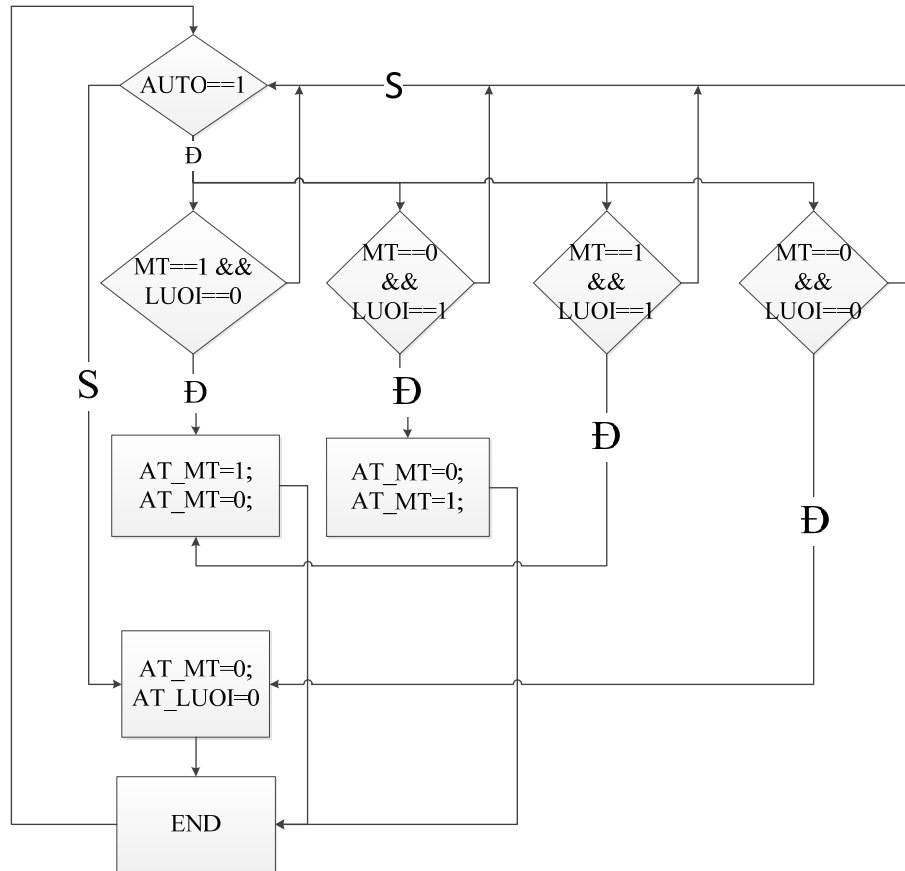
ATS được điều khiển bằng mạch Atmega8, tại đây atmega 8 có nhiệm vụ nhận các tín hiệu đầu vào của mạch để điều khiển hệ thống.

Khi ta có nguồn hệ thống(nguồn điện lưới và nguồn điện mặt trời) thì đèn báo có điện mặt trời và đèn báo có điện lưới sẽ bật. khi có nguồn thì dòng điện sẽ chuyển sang dòng điện 1 chiều 12V và 5V làm nguồn nuôi cho toàn bộ hệ thống.

Tại Atmega8 có nhiệm vụ tiếp nhận và kiểm tra xem có nguồn điện mặt trời hoặc có nguồn điện lưới hay không. Và khi bật công tắc AUTO thì atmega8 sẽ nhận được tín hiệu và bật chế độ AUTO. Tại đây atmega8 sẽ kiểm tra tín hiệu đầu vào:

- Nếu nguồn điện mặt trời và nguồn điện lưới đều có thì mạch sẽ bật nguồn điện mặt trời;
- Nếu có nguồn điện mặt trời và không có điện lưới thì mạch sẽ bật nguồn điện mặt trời;
- Nếu không có nguồn điện mặt trời và có nguồn điện lưới thì mạch sẽ bật điện lưới;
- Nếu nguồn điện lưới và mặt trời đều không có thì mạch sẽ không hoạt động.

b) Lưu đồ thuật toán



Hình 3.39: Sơ đồ hoạt động của mạch ATS

Chương trình chính gồm 2 chương trình con:

- Chương trình chạy tự động
- Chương trình tự điều khiển bằng tay

c) Chương trình chạy tự động

Để chọn chương trình chạy tự động thì trên công tắc auto ta chọn chế độ ON.

Bật lần lượt 2 aptomat điện mặt trời và điện lưới lên và không được phép bật cùng lúc. Và lúc đó nguồn điện được bật lên và hệ thống bắt đầu hoạt động

Nếu AUTO=1 thì hệ thống sẽ kiểm tra 4 trường hợp sau:

- o Nếu MT=1 và LUOI=1 thì AT_MT=1 và AT_LUOI=0;
- o Nếu MT=1 và LUOI=0 thì AT_MT=1 và AT_LUOI=0;

- Nếu MT=0 và LUOI=1 thì AT_MT=0 và AT_LUOI=1;
- Nếu MT=0 và LUOI=0 thì AT_MT=0 và AT_LUOI=0;

d) Chương trình chạy bằng tay

Để chọn chương trình bằng tay thì trên nút công tắc auto thì ta chọn chế độ OFF.

Và khi đó ta sẽ điều khiển nguồn điện mặt trời hoặc nguồn điện lưới bằng 2 thiết bị aptomat.

Lúc này khi cần nguồn điện nào thì nguồn điện đó sẽ được bật lên và không được phép bật 2 thiết bị cùng lúc.

e) Nạp chương trình cho hệ thống

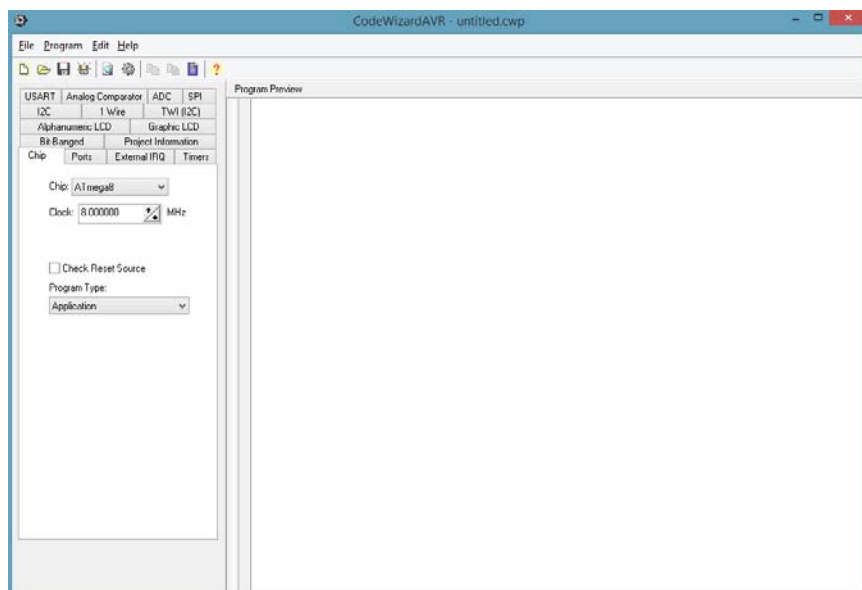
Chương trình chạy cho hệ thống được viết bằng phần mềm code vision AVR cho mạch ATMEGA8.

Chương trình viết cho mạch như sau:

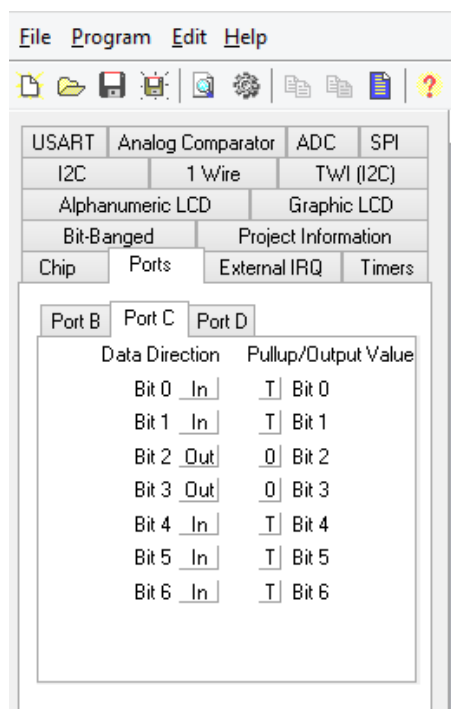
Bước 1: chọn mạch mạch điều khiển là mạch atmega8 và tần số là 8 MHz (hình 3.40)

Bước 2: chọn PIN đầu ra của mạch (hình 3.41.):

Vì mạch có 5 đầu vào trong đó có 2 PIN đầu ra là cổng PC2 và PC3



Hình 3.40: Chọn mạch điều khiển atmega8



Hình 3.41: Chọn PIN đầu ra là PC2 và PC3

Bước 3: Kích vào biểu tượng báng răng để chọn nơi lưu file và nơi lưu chương trình chạy

Bước 4: Phần mềm tự bổ sung các dòng thư viện và đặt tên các chân

Bước 5: Cụ thể hóa chương trình vận hành. Đoạn chương trình sẽ có dạng như sau:

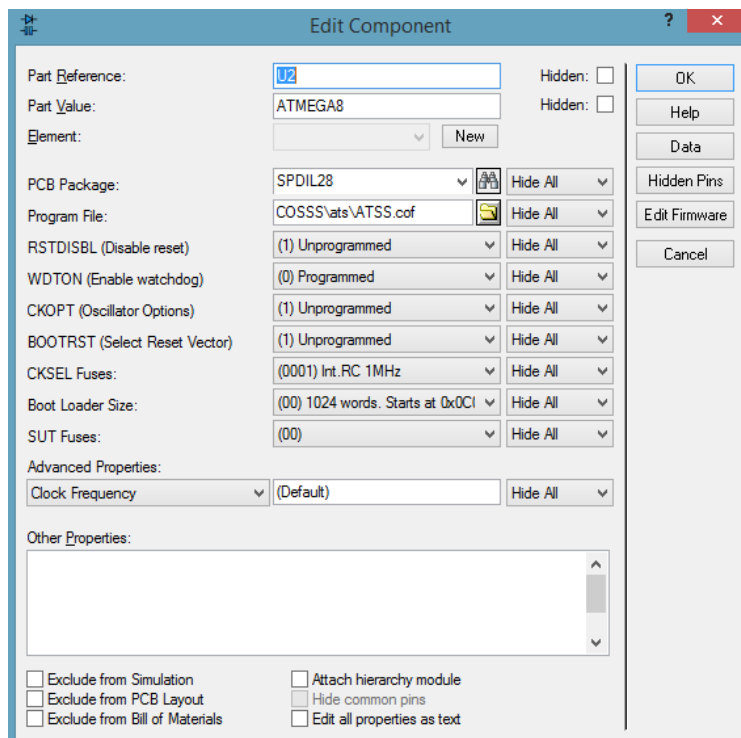
```

while (1)
{
    if (PINB.0 == 1)
    {
        if (PINC.0 == 1 && PINC.1 == 0)
        {
            PORTC.2 = 1;
            PORTC.3 = 0;
        };
        if (PINC.0 == 0 && PINC.1 == 1 )
        { PORTC.2 = 0;
            PORTC.3 = 1; };
        if (PINC.0 == 1 && PINC.1 == 1)
        {
            PORTC.2 = 1;
            PORTC.3 = 0;
        };
        if (PINC.0 == 0 && PINC.1 == 0)
        {
            PORTC.2 = 0;
            PORTC.3 = 0;
        };
    };
};

```

```
}  
  
if (PINB.0 == 0)  
  
{  
  
    PORTC.2 = 0;  
  
    PORTC.3 = 0;  
  
}  
  
}  
  
}
```

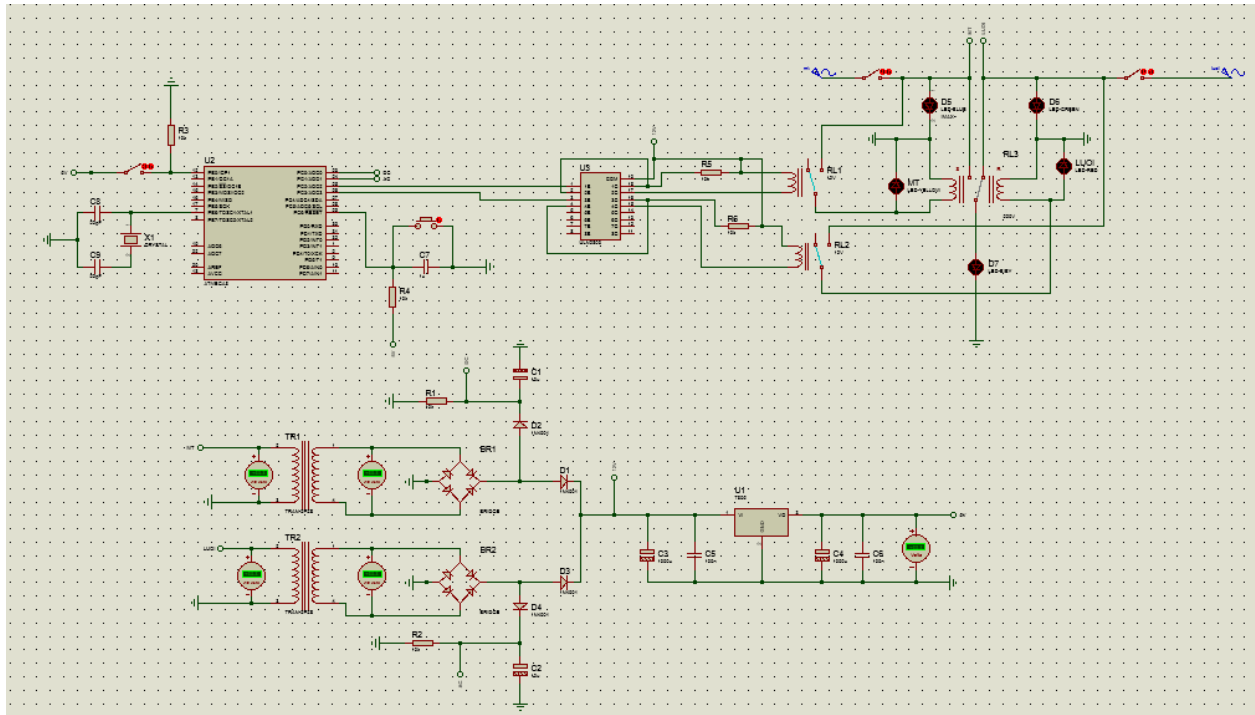
Bước 6: Lựa chọn chương trình chạy trong nền tảng mô phỏng



Hình 3.42: Chọn chương trình chạy cho atmega8

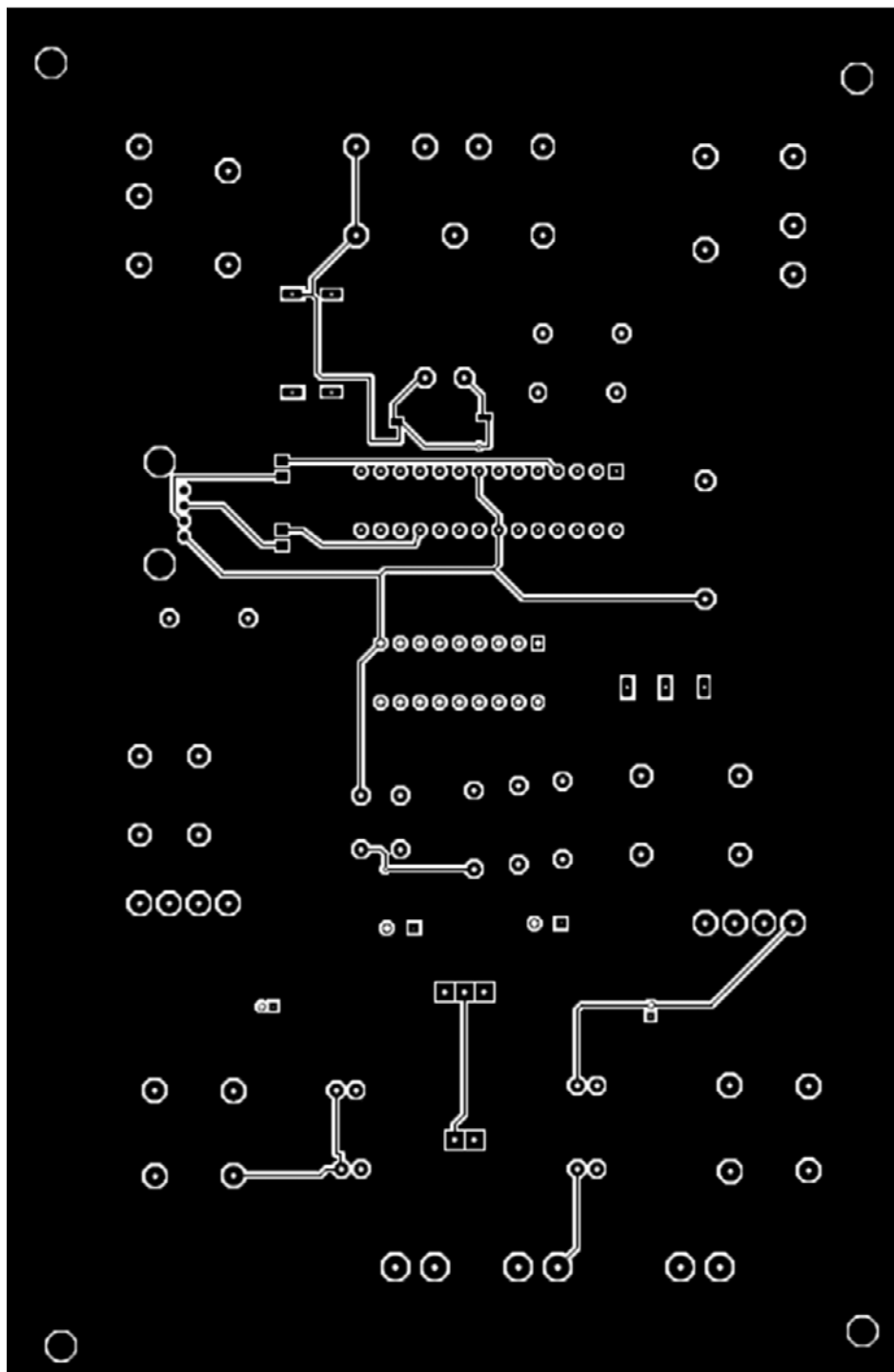
f) Hoàn thành hệ thống

Sau khi hệ thống được thiết kế hoàn chỉnh, mạch điện sẽ có hình dạng như sau:

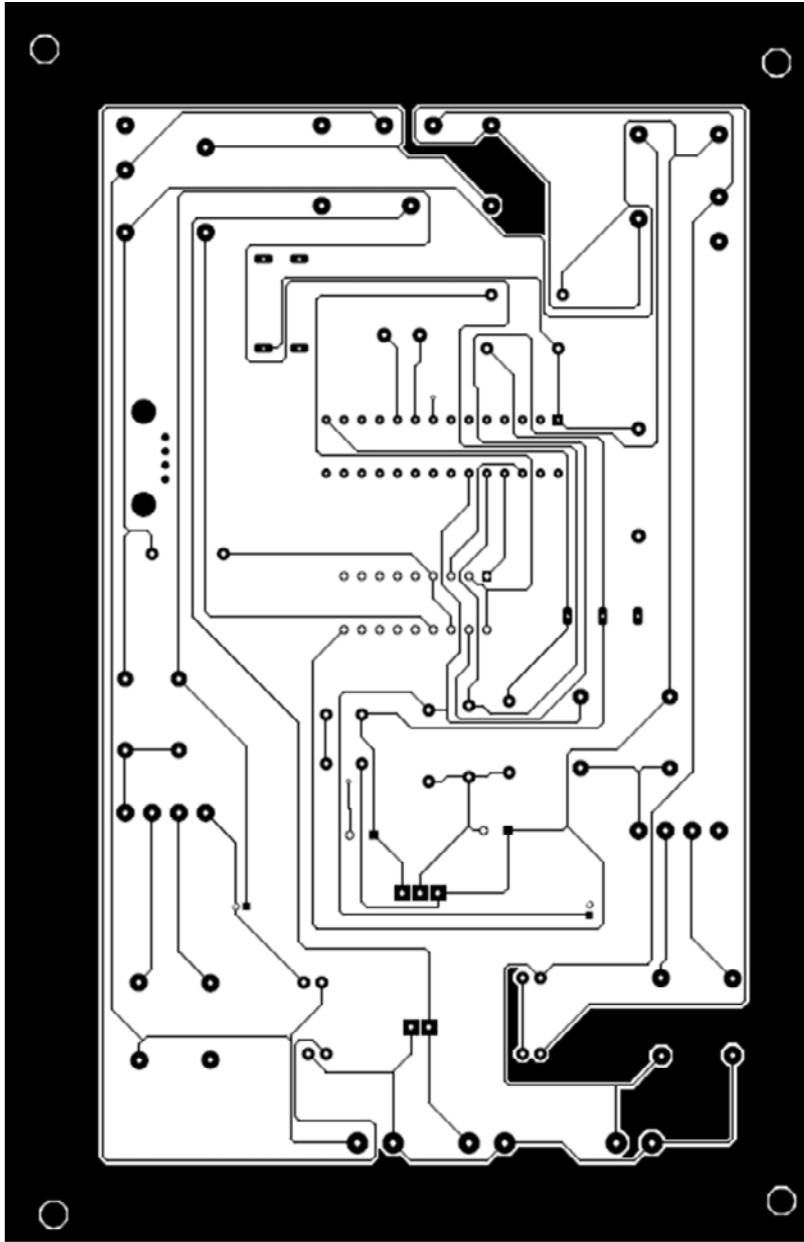


Hình 3.43: Bản vẽ thiết kế mạch ATS

Sau khi thiết kế xong hệ thống mạch điện, nhóm nghiên cứu tiến hành thiết kế mạch in như trong hình 3.44 và 3.45:



Hình 3.44: Mạch in ATS mặt trước



Hình 3.45: Mạch in ATS mặt sau

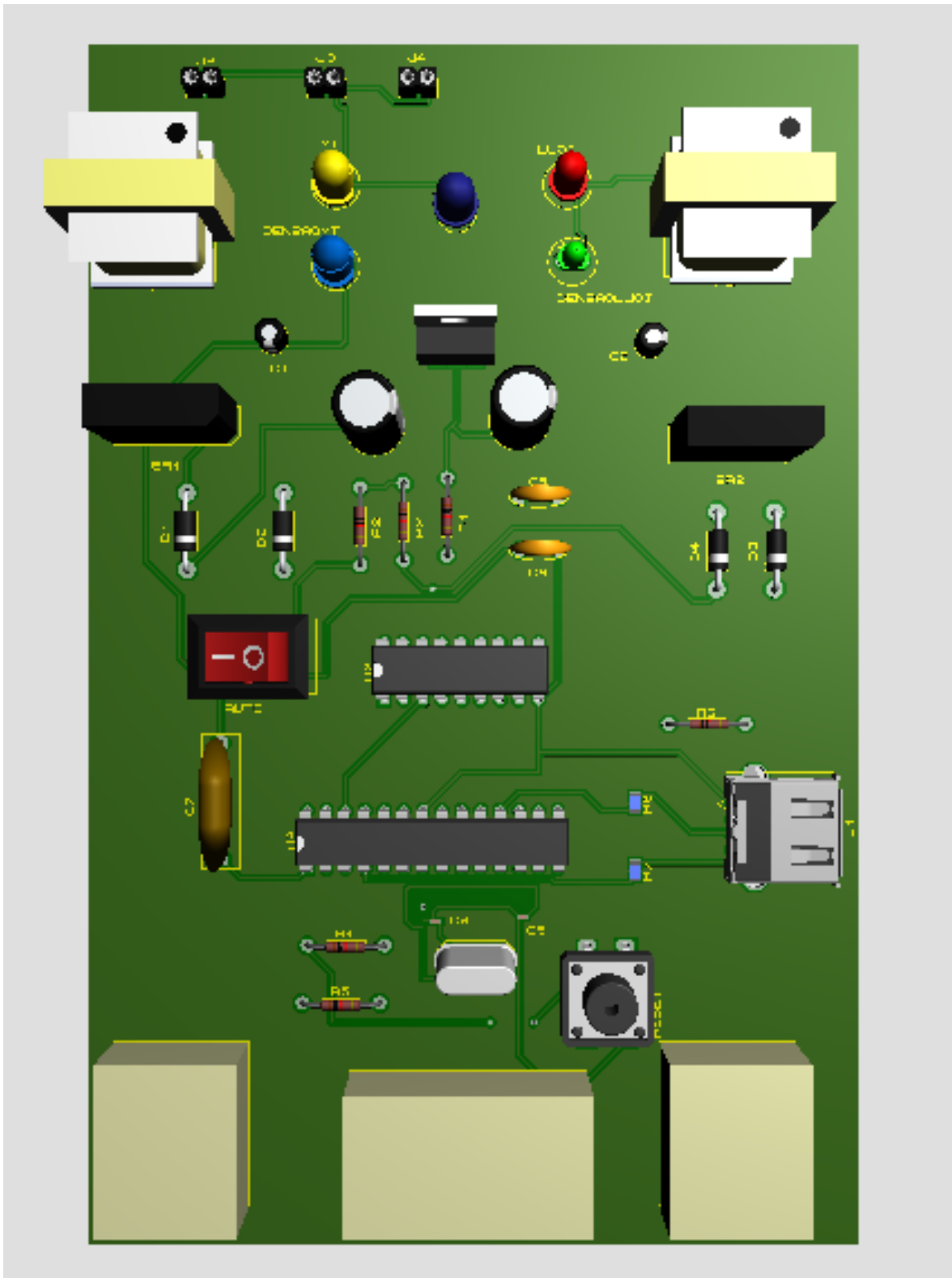
Sau khi có các mạch in là chuyển mạch in sang file pdf thì ta sẽ gửi mạch in cho bên chế tạo mạch in.

Sau khi có bảng mặt in thì sẽ lắp các linh kiện sau vào vị mạch, số lượng và giá trị từng linh kiện được trình bày trong bảng 3.3.:

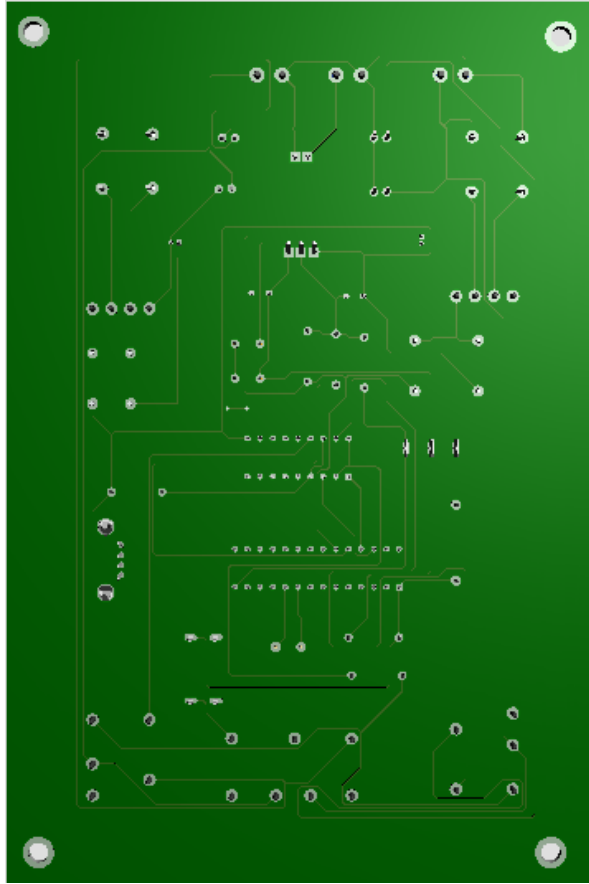
Bảng 3.3: Số lượng và giá trị của các linh kiện trong bộ điều khiển

Stt	Tên linh kiện	Giá trị	Số lượng
1	Điện trở	10Ω	6
		100Ω	2
2	Tụ điện	1u	1
		10u	2
		100u	2
		1000u	2
		22pf	2
3	Atmega8		1
4	Uln2803		1
5	7805		1
6	Diot(1n4001)		4
7	Cầu diot		2
8	Đèn led	Đỏ	1
		Vàng	1
		Xanh lá	1
		Xanh dương	1
		Trắng	1
9	Công tắc		1
10	Nút bấm		1
11	Jack nối		3
12	Biến áp		2

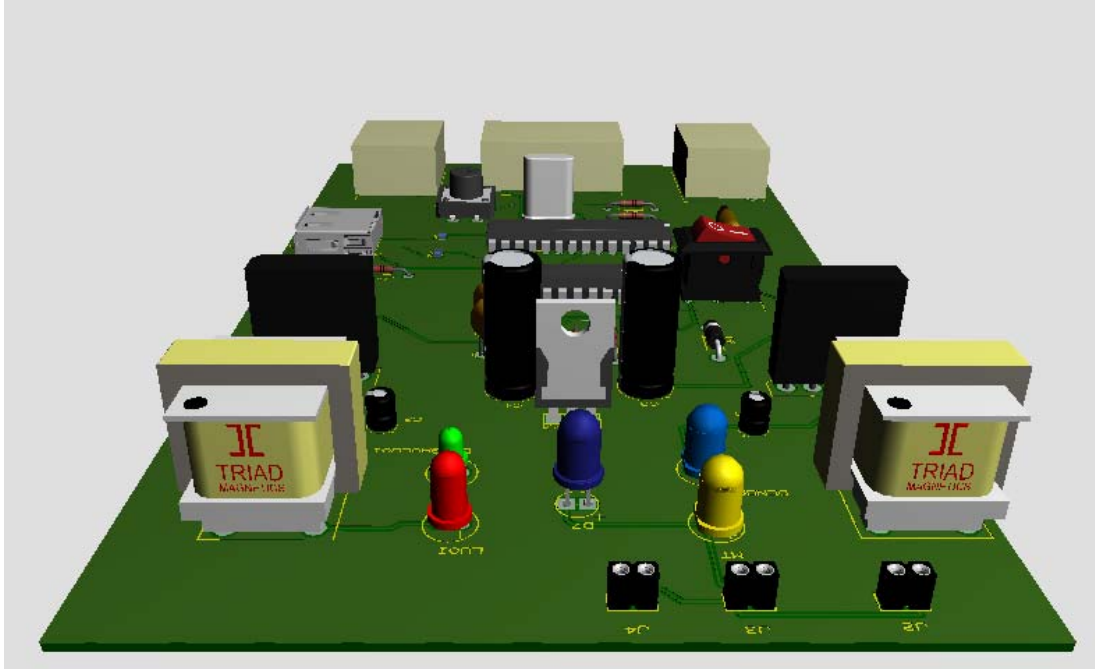
Sau khi lắp các linh kiện vào vi mạch thì ta có 1 bảng mạch ATS như các hình bên dưới (hình 3.46 - 3.49):



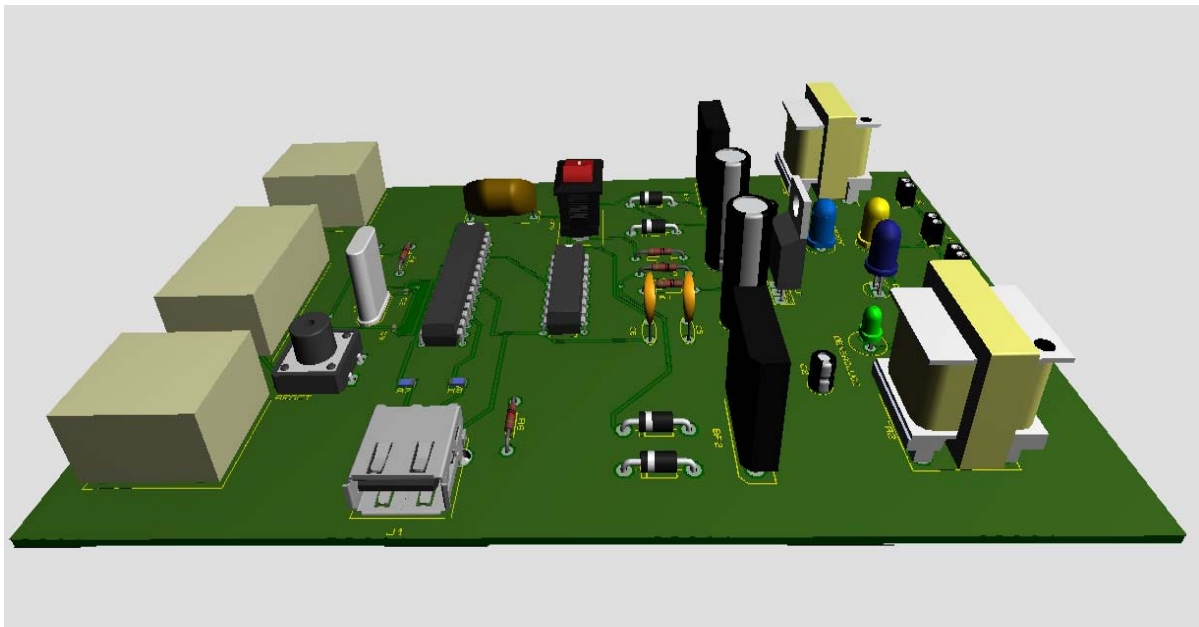
Hình 3.46: Mạch ATS ở dạng 3D nhìn từ trên xuống



Hình 3.47: Mặt sau của Mạch ATS ở dạng 3D



Hình 3.48: Mạch ATS nhìn từ đằng trước



Hình 3.49: Mạch ATS nhìn từ bên hông

g) Thiết lập và chạy chương trình

Các chế độ hoạt động của mạch:

- Chế độ auto
- Chế độ điều khiển bằng tay

Chế độ auto:

- Khi có cả điện mặt trời và điện lưới thì lúc này mạch sẽ bật điện mặt trời.
- Khi điện mặt trời hết thì lúc này điện lưới sẽ được bật lên.
- Khi điện lưới bị mất điện và điện mặt trời vẫn còn thì điện mặt trời sẽ được bật lên.
- Khi cả điện mặt trời và điện lưới đều mất thì mạch sẽ không hoạt động.
- Chế độ điều khiển bằng tay:
- Khi bật chế độ bằng tay phải tắt 2 aptomat nguồn điện lưới và nguồn điện mặt trời đi
- Khi sử dụng điện mặt trời thì tắt aptomat điện lưới, bật aptomat điện mặt trời lên
- Khi sử dụng điện lưới thì tắt aptomat điện mặt trời, bật aptomat điện lưới lên

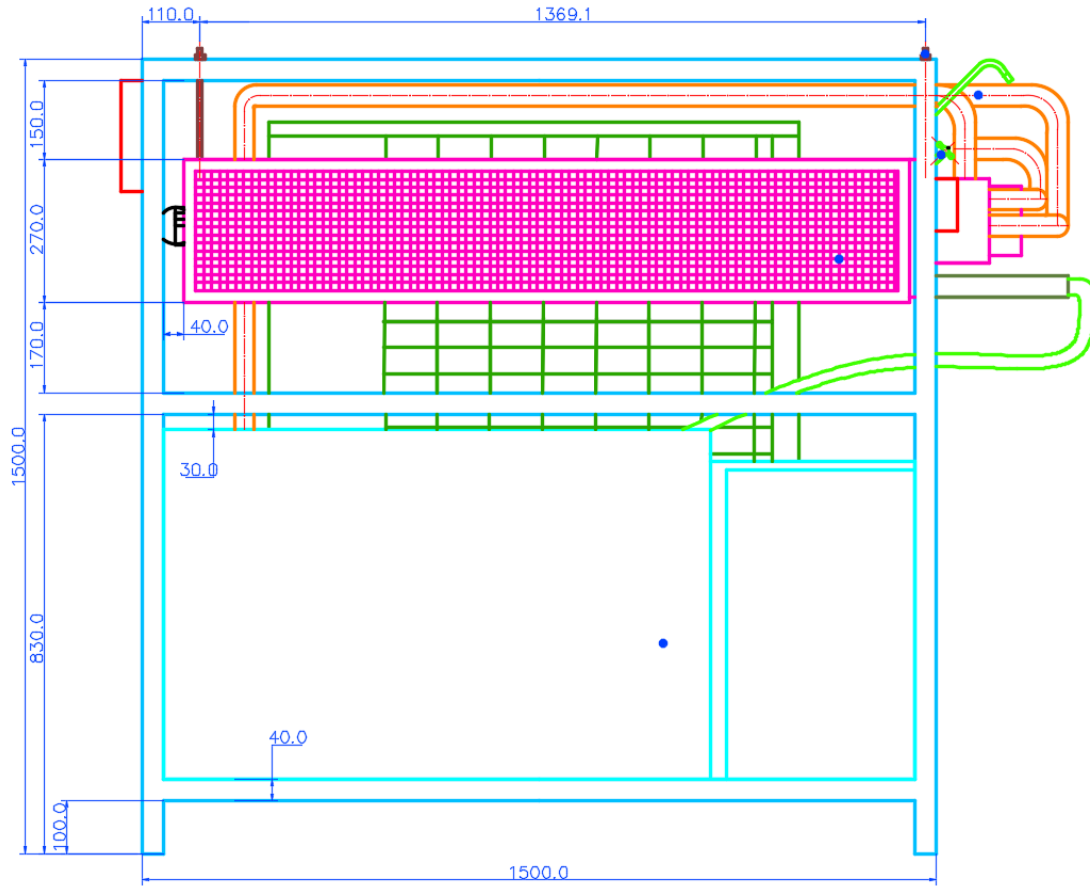
3.5. Chế tạo và vận hành thử nghiệm hệ thống thiết bị quy mô pilot.

3.5.1. Thiết kế, chế tạo, lắp đặt thiết bị quy mô pilot

Trên cơ sở hệ thống thiết bị tách ẩm quy mô 10 L/ngày, nhóm nghiên cứu tiến hành tính toán lại tất cả các thông số kỹ thuật cho hệ thống thiết bị tách ẩm quy mô 200 L/ngày. Trình tự các bước tính toán tương tự hệ thống thiết bị tách ẩm quy mô 10 L/ngày (như đã trình bày trong phần trước). Kết quả tính toán chi tiết được trình bày trong chuyên đề 6 của đề tài. Ở đây, nhóm nghiên cứu chỉ trình bày kết quả thiết kế hệ thống và quá trình lắp đặt thiết bị tại xưởng chế tạo.

3.5.1.1. Thiết kế hệ thống thiết bị làm lạnh tách ẩm, công suất 200 L/ngày

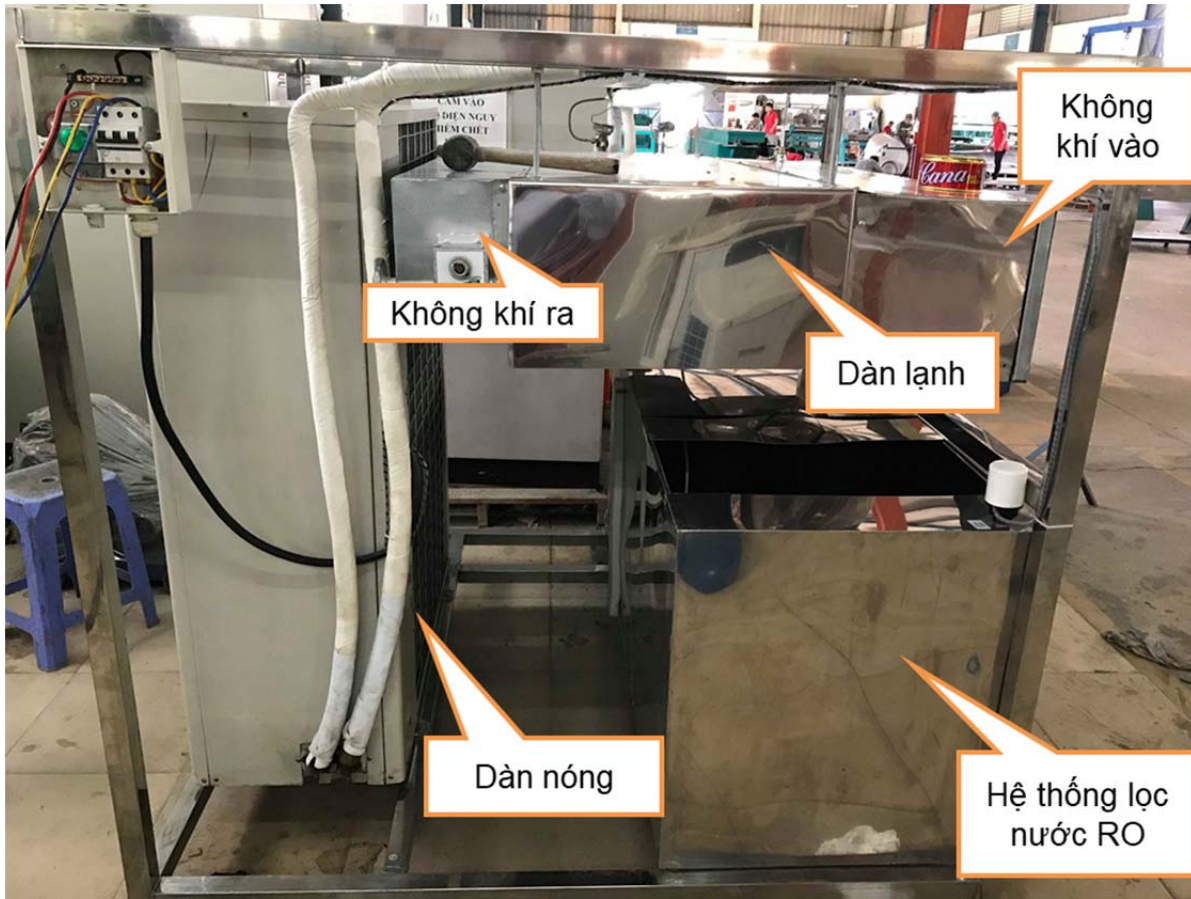
Bảng vẽ chi tiết thiết kế hệ thống tách ẩm công suất 200 L/ngày được trình bày trong hình 3.50.



Hình 3.50: Chi tiết cụm thiết bị tách ẩm.

3.5.1.2. Một số hình ảnh lắp đặt thiết bị tại xưởng chế tạo

Tại xưởng chế tạo, hệ thống tách ẩm 200 L/ngày được lắp đặt như trong hình 3.51. – 3.56.



Hình 3.51: Hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200L/ngày.



Hình 3.52: Mặt trước của hệ thống thiết bị tách âm công suất 200L/ngày.



Hình 3.53: Bộ phận trữ nước thu từ hệ thống



Hình 3.54: Nguồn cấp cho bơm của hệ thống RO.



Hình 3.55: Module nguồn điện cấp cho hệ thống.

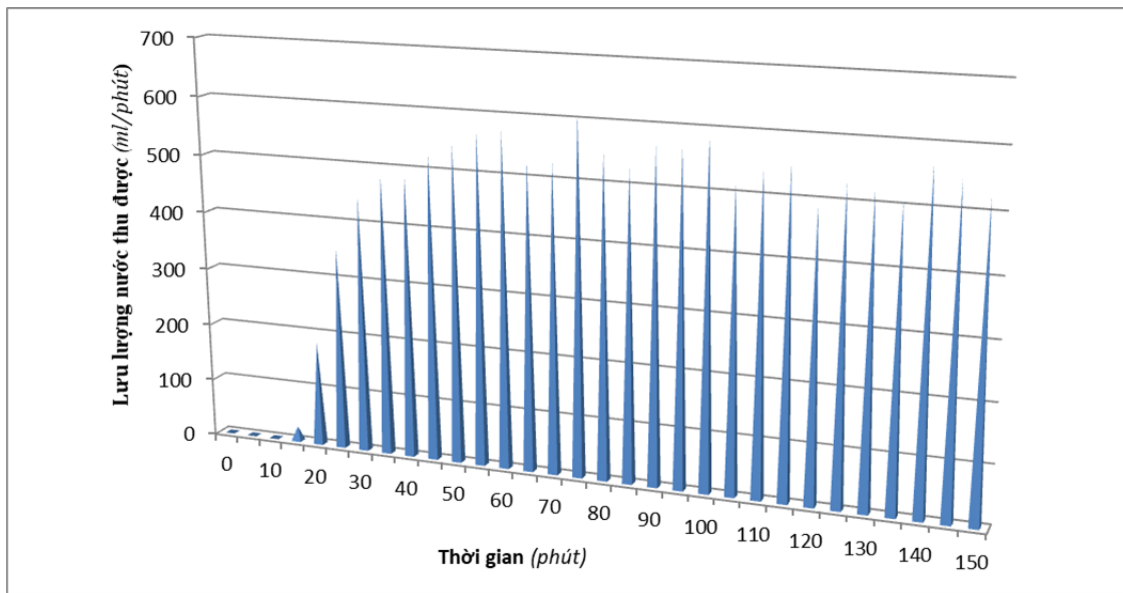


Hình 3.56: Quạt trích gió lạnh làm mát.

3.5.2. Vận hành hệ thống nhằm đánh giá sự thích hợp của thiết kế

Hệ thống tách ẩm công suất 200 L/ngày được vận hành thử nghiệm với nhiệt độ không khí đầu vào là $30,5^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm không khí là 60,5%. Các thông số cần đo đạt khảo sát là lượng nước thu được và điện năng tiêu thụ theo thời gian.

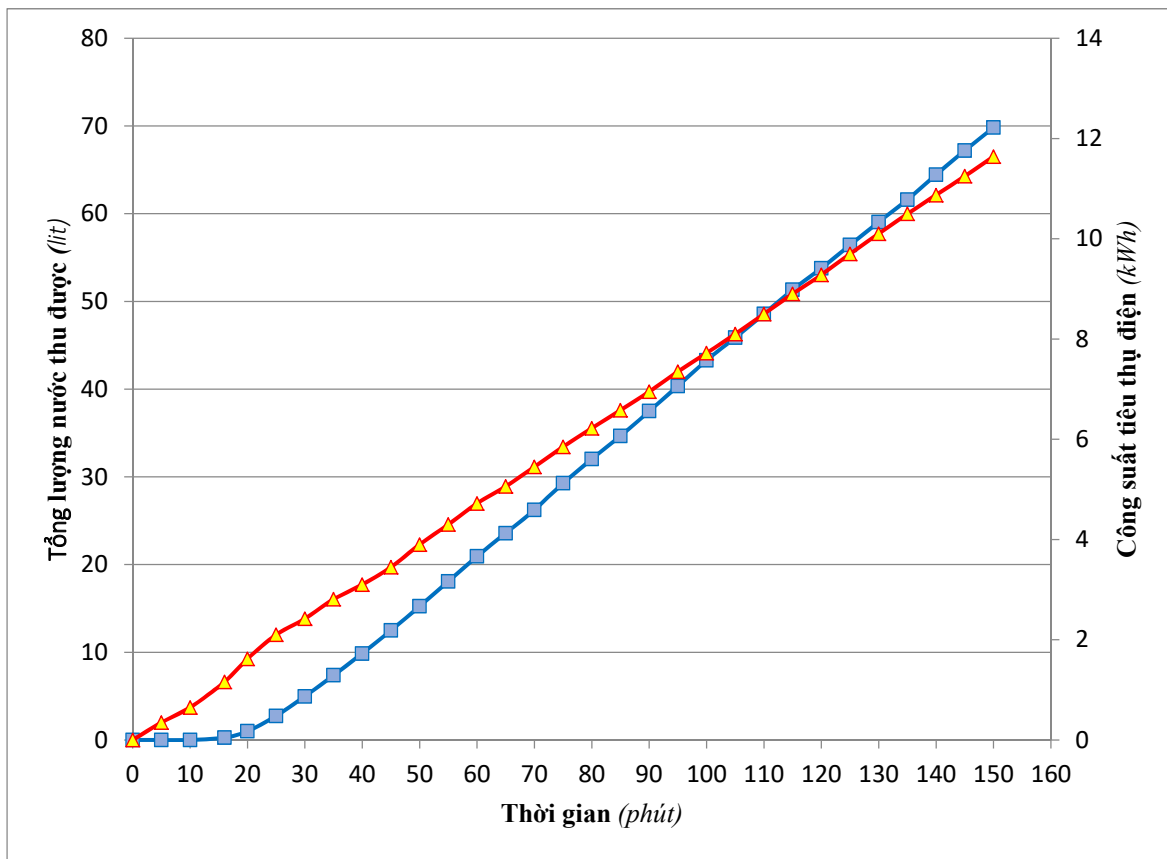
Hình 3.57. biểu diễn lưu lượng nước thu được theo thời gian. Cứ mỗi 5 phút, nhóm nghiên cứu lại thực hiện việc lấy mẫu và đo lượng nước thu được. Sau đó tính lưu lượng nước thu được theo thời gian, kết quả cho thấy rằng trong khoảng thời gian đầu khi khởi động, thiết bị sẽ phải cần thời gian khoảng 16 phút mới bắt đầu thu được nước. Đến phút thứ 30, lưu lượng nước thu được có thể đạt được 500 ml/phút. Trong khoảng thời gian khảo sát là 150 phút, lưu lượng nước thu được dao động trong khoảng từ 500 đến 600 ml/phút, tương đương với khoảng 240 đến 288 L/ngày. Như vậy, hệ thống đã hoạt động đạt năng suất trung bình khoảng 260 L/ngày (tính cho thời gian vận hành 8 giờ/ngày vào thời gian có nắng), đảm bảo hoàn toàn yêu cầu ban đầu khi thiết kế hệ thống là 200 L/ngày.



Hình 3.57: Lưu lượng nước thu được theo thời gian.

Lượng điện năng tiêu thụ của hệ thống được ghi nhận và kết quả đo được trình bày trong hình 3.58. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động với công suất điện năng tiêu thụ khoảng 4,8 -5,4 kWh, tương ứng 40,8 kW trong 1 ngày (8 giờ/ngày). Như vậy, cứ mỗi ngày vận hành hệ thống có thể tạo ra khoảng 260 lít nước và tiêu thụ khoảng 40,8 kW điện, tương

đương 100 ngàn đồng (tính theo biểu giá điện sinh hoạt, có yếu tố lũy tiến, do Điện lực Việt Nam quy định [20]).



Hình 3.58: Công suất tiêu thụ điện của hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.

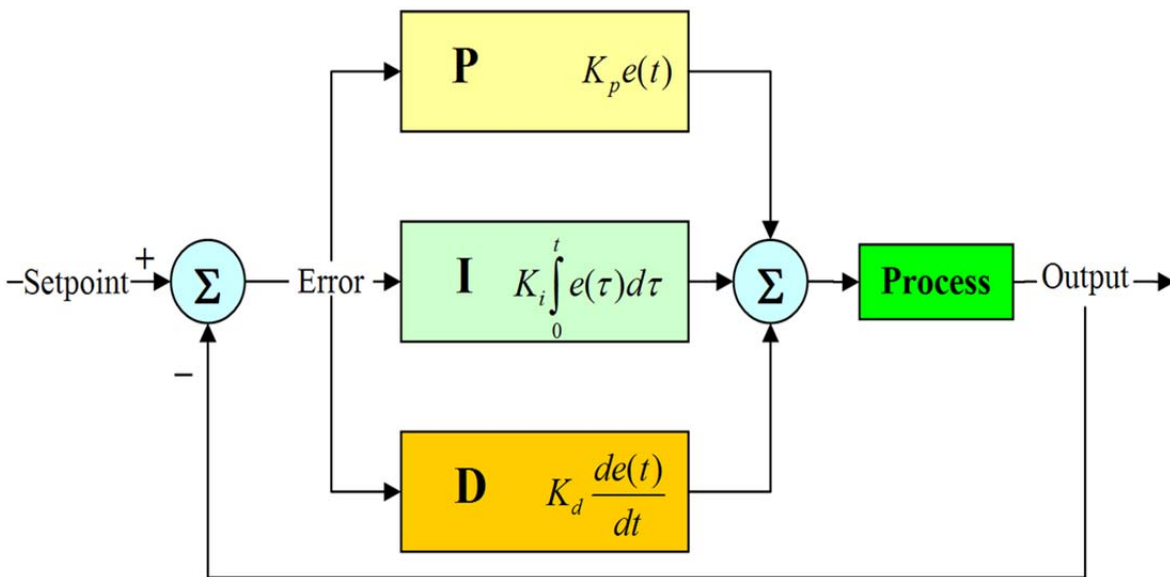
3.5.3. Thiết kế, xây lắp, lắp đặt thiết bị điều khiển tự động

3.5.3.1. Giới thiệu bộ điều khiển PID:

Bộ điều khiển PID (Proportional Integral Derivative) là một cơ chế phản hồi vòng điều khiển (bộ điều khiển) tổng quát được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống điều khiển công nghiệp – bộ điều khiển PID là bộ điều khiển được sử dụng nhiều nhất trong các bộ điều khiển phản hồi. Bộ điều khiển PID sẽ tính toán giá trị "sai số" là hiệu số giữa giá trị đo thông số biến đổi và giá trị đặt mong muốn. Bộ điều khiển sẽ thực hiện giảm tối đa sai số bằng cách điều chỉnh giá trị điều khiển đầu vào. Trong trường hợp không có kiến thức cơ bản (mô hình toán học) về hệ thống điều khiển thì bộ điều khiển PID là sẽ bộ điều khiển tốt nhất. Tuy nhiên, để đạt được kết quả tốt nhất, các thông số PID sử dụng trong

tính toán phải điều chỉnh theo tính chất của hệ thống, các thông số phải phụ thuộc vào đặc thù của hệ thống.

Tính toán bộ điều khiển PID bao gồm 3 thông số riêng biệt, do đó đôi khi nó còn được gọi là điều khiển ba khâu: các giá trị tỉ lệ, tích phân và đạo hàm, viết tắt là P, I, và D. Giá trị tỉ lệ xác định tác động của sai số hiện tại, giá trị tích phân xác định tác động của tổng các sai số quá khứ, và giá trị vi phân xác định tác động của tốc độ biến đổi sai số. Tổng chập của ba tác động này dùng để điều chỉnh quá trình thông qua một phần tử điều khiển như vị trí của van điều khiển hay bộ nguồn của phần tử gia nhiệt. Nhờ vậy, những giá trị này có thể làm sáng tỏ về quan hệ thời gian: P phụ thuộc vào sai số hiện tại, I phụ thuộc vào tích lũy các sai số quá khứ, và D dự đoán các sai số tương lai, dựa vào tốc độ thay đổi hiện tại.



Hình 3.59: Sơ đồ điều khiển PID

Bằng cách điều chỉnh 3 hằng số trong giải thuật của bộ điều khiển PID, bộ điều khiển có thể dùng trong những thiết kế có yêu cầu đặc biệt. Đáp ứng của bộ điều khiển có thể được mô tả dưới dạng độ nhạy sai số của bộ điều khiển, giá trị mà bộ điều khiển vượt quá điểm đặt và giá trị dao động của hệ thống. Lưu ý là công dụng của giải thuật PID trong điều khiển không đảm bảo tính tối ưu hoặc ổn định cho hệ thống.

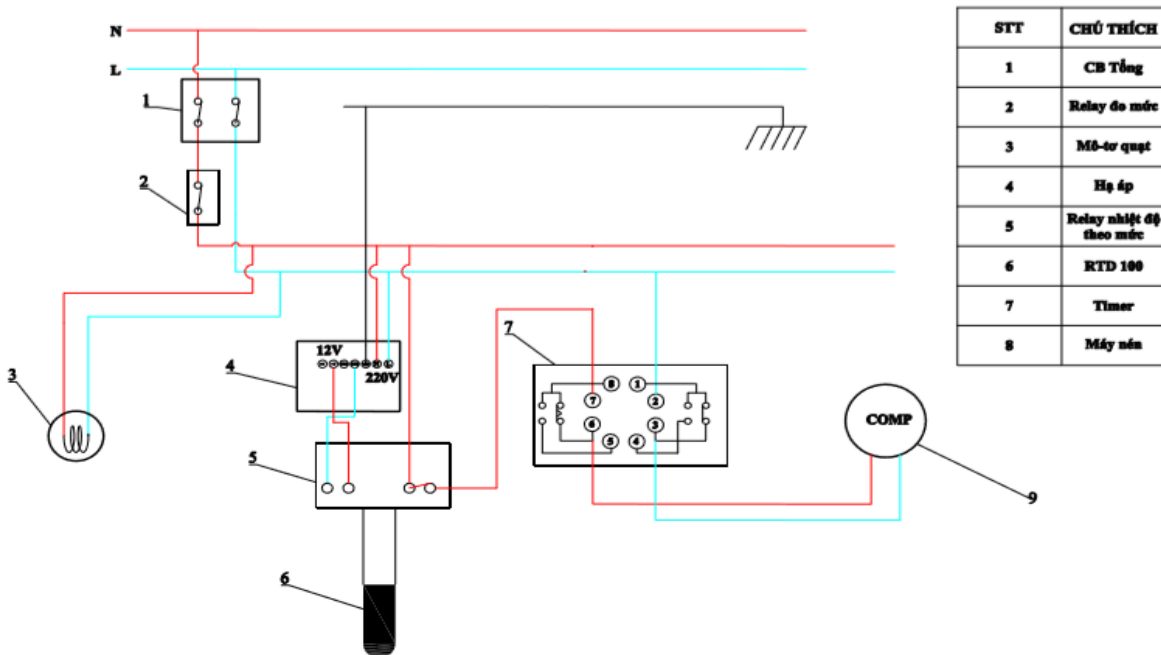
Vài ứng dụng có thể yêu cầu chỉ sử dụng một hoặc hai khâu tùy theo hệ thống. Điều này đạt được bằng cách thiết đặt đội lợi của các đầu ra không mong muốn về 0. Một bộ điều khiển PID sẽ được gọi là bộ điều khiển PI, PD, P hoặc I nếu vắng mặt các tác động bị

khuyết. Bộ điều khiển PI khá phổ biến, do đáp ứng vi phân khá nhạy đối với các nhiễu đo lường, trái lại nếu thiếu giá trị tích phân có thể khiến hệ thống không đạt được giá trị mong muốn.



Hình 3.60: Bộ điều khiển PID

3.5.3.2. Thiết kế Mạch điện điều khiển tự động



Hình 3.61: Mạch điện điều khiển tự động

3.5.4. Theo dõi sự làm việc của hệ thống điều khiển tự động

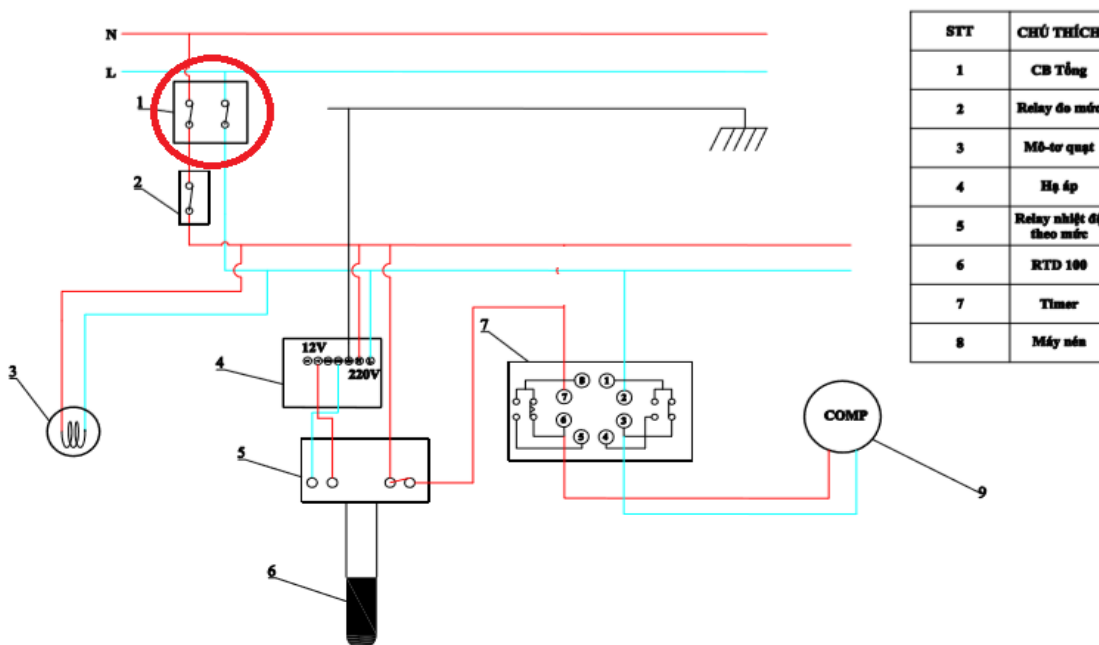
3.5.4.1. Vận hành hệ thống điều khiển tự động:

Không khí được quạt hút vào và được hạ nhiệt độ bởi hệ thống làm lạnh để ngưng tụ hơi nước thành dạng lỏng. Nhiệt độ ngưng tụ nước được duy trì ở khoảng $15^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C}$. Ta duy trì khoảng nhiệt độ này bằng cách tắt máy nén đến khi cảm biến nhiệt độ báo ở 15°C . Sau khi ngưng máy nén nhiệt độ không khí bắt đầu tăng lên, đến khi nhiệt độ đạt 17°C . Timer nhận tín hiệu từ bộ hiển thị nhiệt độ và bắt đầu chạy trong khoảng 2 phút. Hết 2 phút máy nén bắt đầu hoạt động lại. Khi máy nén tắt quạt hút khí vẫn hoạt động để hút không khí.

Nếu mực nước tại bồn chứa nước lọc vượt mức trên (750 mm) của Relay đo mức thì tắt cả hệ thống làm lạnh cho đến khi nước hạ xuống mức thấp (100 mm) thì hệ thống hoạt động lại.

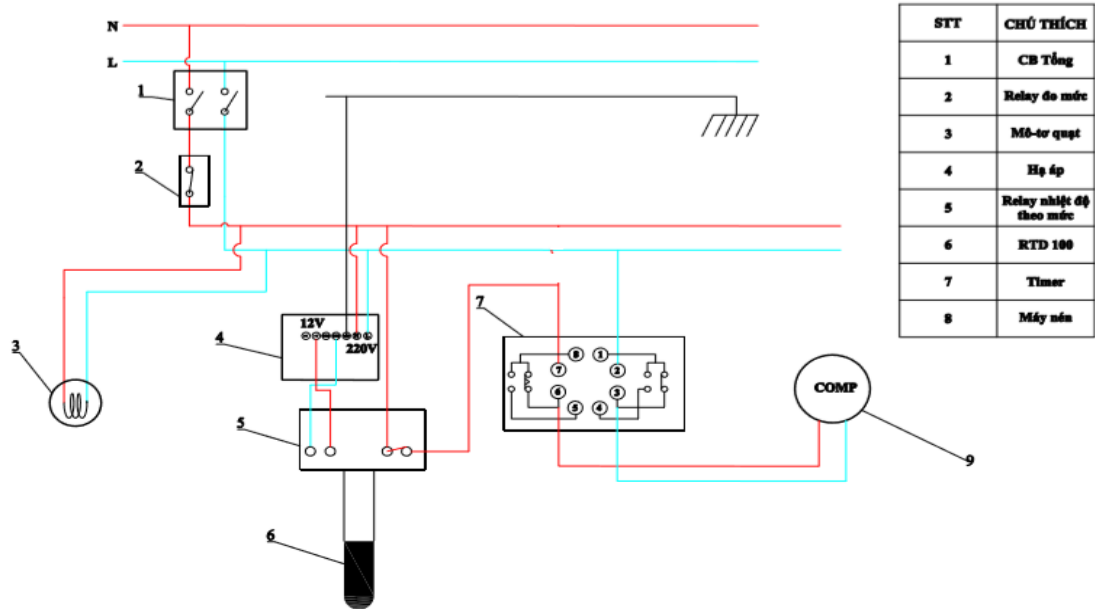
3.5.4.2. Chế độ vận hành của mạch điện điều khiển tự động:

Nguồn điện được cấp qua CB Tổng (1) (trạng thái đóng điện)



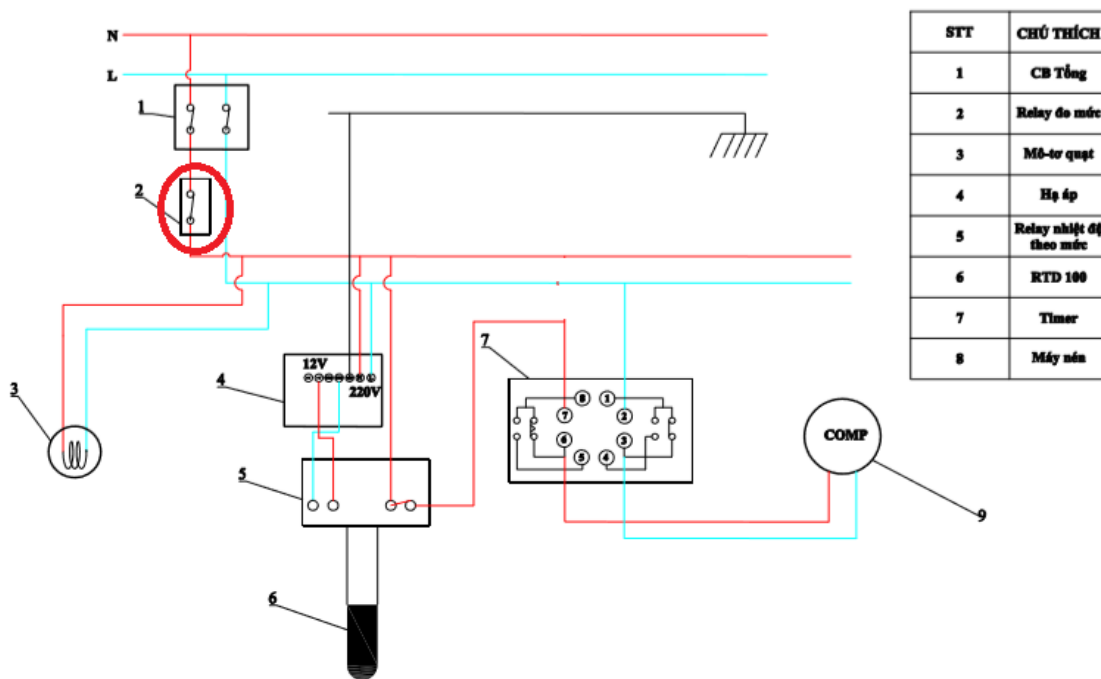
Hình 3.62: Trạng thái điều khiển đóng mạch

Nếu hệ thống lạnh xảy ra sự cố (quá tải, ngắn mạch, chập mạch) thì CB Tổng (1) tự động ngắt điện.



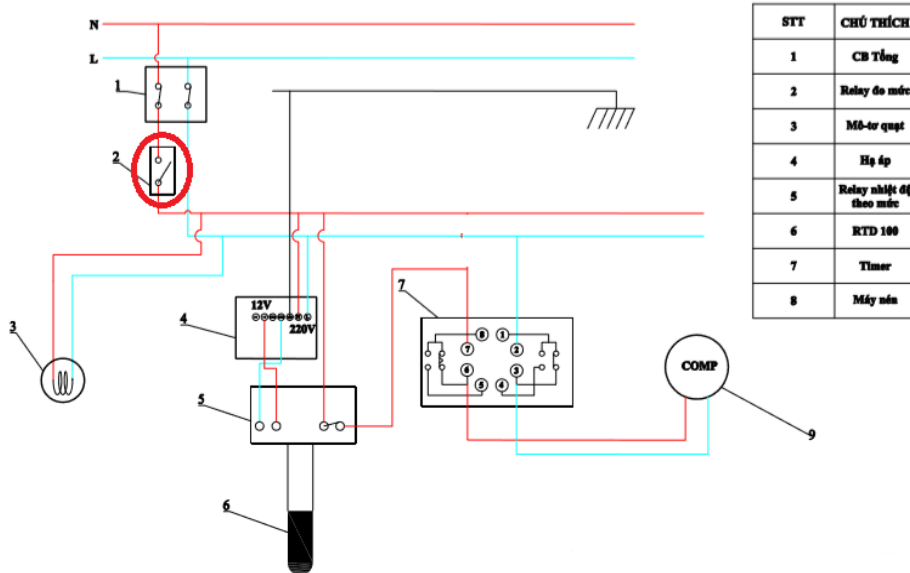
Hình 3.63: Trạng thái điều khiển ngắt mạch

Điện được cấp đến Relay đo mức (2) (2 mức) mắc nối tiếp với hệ thống làm lạnh phía sau. Các thiết bị phía sau được mắc song song với nhau nhằm không thay đổi điện áp 220V.



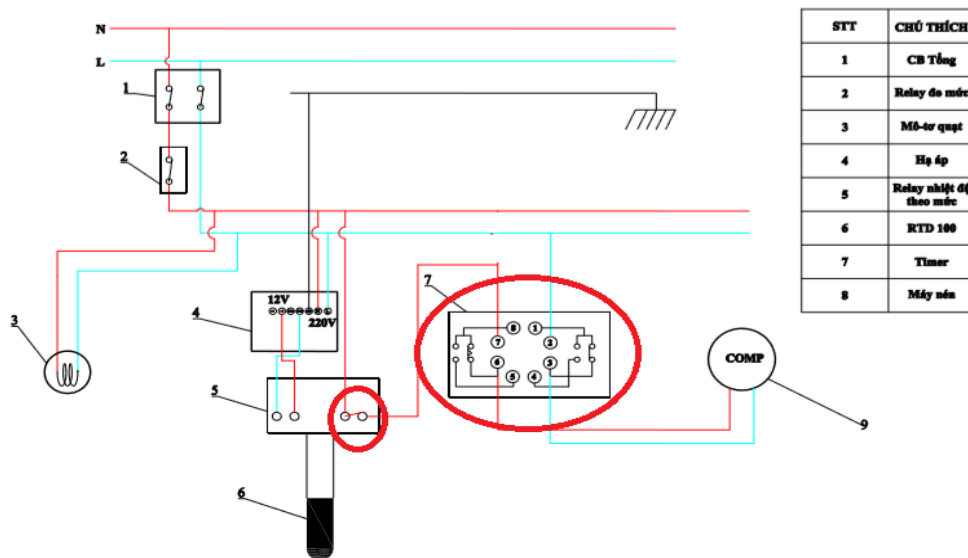
Hình 3.64: Trạng thái điều khiển ngắt mạch các thiết bị song song

Nếu mực nước trong bồn chứa cao vượt mức trên (750 mm) thì Relay đo mức (2) ngắt điện toàn bộ hệ thống làm lạnh cho đến khi mực nước hạ xuống mức thấp (100 mm) thì Relay đo mức (2) đóng điện cho hệ thống làm lạnh hoạt động trở lại.



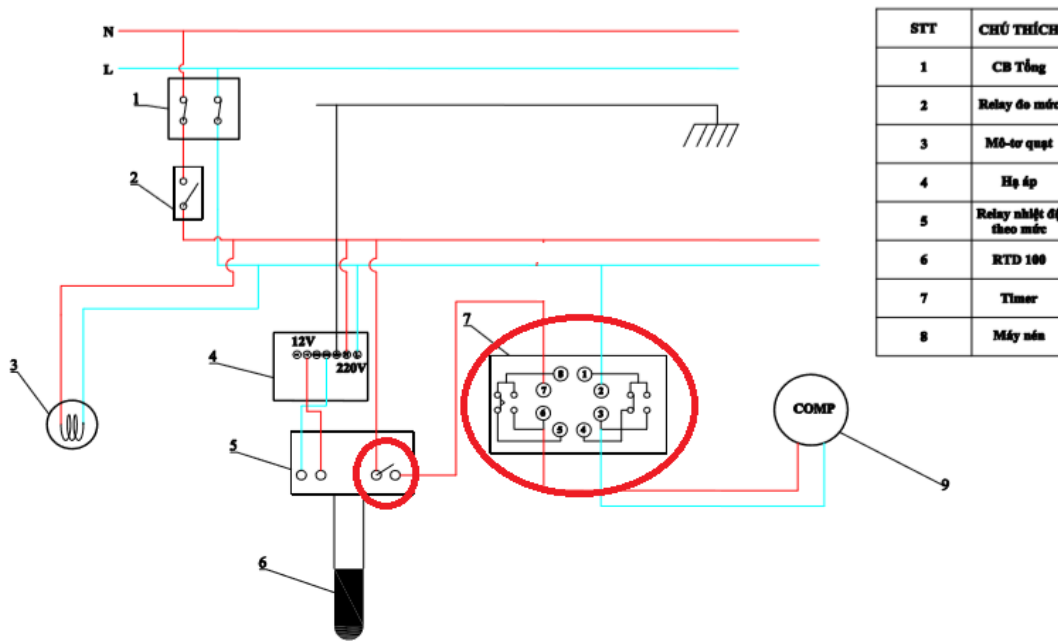
Hình 3.65: Trạng thái điều khiển đóng mạch do rò rỉ

Trong quá trình hoạt động, ban đầu nhiệt độ không khí trong buồng lạnh khoảng 24°C (theo bảng khảo sát), cảm biến nhiệt độ (5) (đóng điện) truyền tín hiệu đến Timer (7) làm ngõ 1-4 mở, 1-3 đóng, 6-8 đóng sau 2 phút làm máy nén (8) chạy.



Hình 3.66: Trạng thái điều khiển đóng mạch theo tín hiệu nhiệt độ

Máy nén (8) hoạt động làm lạnh không khí bằng môi chất làm lạnh. Nhiệt độ không khí giảm xuống 15°C , cảm biến nhiệt độ (5) đo được, ngắt mạch và truyền tín hiệu tới Timer (7) làm ngõ 5-8 đóng, 6-8 mở, 1-4 đóng, 1-3 mở, máy nén (8) ngưng hoạt động.



Hình 3.67: Trạng thái điều khiển ngắt mạch theo tín hiệu nhiệt độ

Trong khi máy nén (8) ngưng thì quạt vẫn tiếp tục hoạt động hút không khí làm nhiệt độ buồng làm lạnh tăng lên cho đến khi cảm biến đo nhiệt độ (5) báo 17°C thì truyền tín hiệu đến Timer (7), ngõ 1-3 đóng, 1-4 mở, 6-8 đóng sau 2 phút làm máy nén (8) chạy.

Quạt (3) được mắc song song với hệ thống làm lạnh và luôn hoạt động kể cả khi máy nén (8) tắt.

3.6. Triển khai hệ thống thiết bị quy mô pilot tại hiện trường

3.6.1. Tiến hành lựa chọn địa điểm lắp đặt hệ thống thiết bị pilot làm lạnh tách ẩm

Trường Tiểu học Văn Lâm (xã Phước Nam, Thuận Nam) có 100% học sinh là con em đồng bào dân tộc Chăm thuộc 3 thôn: Văn Lâm 1, Văn Lâm 2 và Văn Lâm 3.

Năm học 2012-2013, Trường TH Văn Lâm, có 720 học sinh, thuộc 25 lớp, trong đó 10 lớp được dạy học 2 buổi/ ngày theo mô hình Trường học mới Việt Nam (VNEN). Trường hiện có 20 phòng học và các phòng chức năng. Khuôn viên trường có cây xanh thoáng mát. 100% cán bộ, giáo viên của trường đều có trình độ đạt chuẩn, yêu nghề, gắn bó với học sinh.

Theo thầy Sử Ngọc Khuê, Hiệu trưởng trường, từ năm 2005 trở lại đây, trường không còn tình trạng học sinh bỏ học. Tỷ lệ huy động học sinh vào lớp 1 đúng độ tuổi hàng năm đạt 100%. Đây được xem là một thành công, một sự nỗ lực lớn của tập thể cán bộ, giáo viên nhà trường.

Học sinh của Trường TH Văn Lâm đều là con em đồng bào dân tộc Chăm, ba mẹ làm nông, cuộc sống còn nhiều khó khăn thiếu thốn; Trường Tiểu học Văn Lâm cũng là một trong những ngôi trường nằm trong khu vực chịu hạn của tỉnh Ninh Thuận. Học sinh và cán bộ giáo viên của trường cũng như người dân trong khu vực gặp rất nhiều khó khăn trong việc giải quyết vấn đề nước uống, và nước sinh hoạt, đặc biệt vào mùa khô.

3.6.2. Lắp đặt thiết bị pilot và đánh giá sự ổn định của hệ thống

3.6.2.1. Vận chuyển và lắp đặt hệ thống

Hệ thống tách ẩm với công suất thiết kế 200 L/ngày sau khi được chế tạo và vận hành thử nghiệm đã được chuyển đến trường tiểu học Văn Lâm tại huyện Thuận Nam, tỉnh Ninh Thuận (xem hình 3.68.) để tiến hành lắp đặt tại hiện trường.

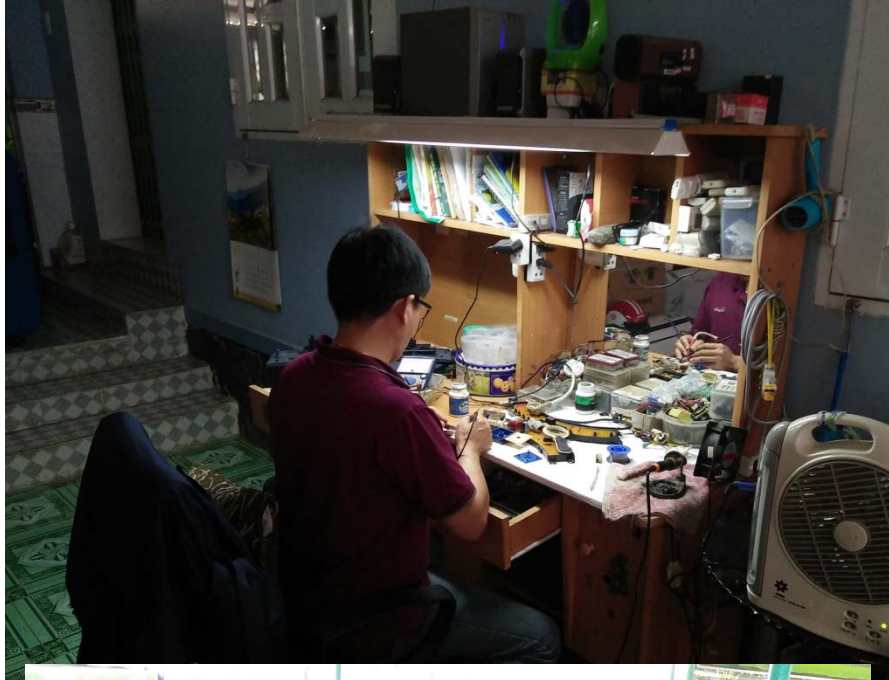


Hình 3.68: Công tác vận chuyển hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.

Công tác xây lắp nền móng cũng được triển khai để cố định hệ thống như trong hình 3.69. Sau đó hệ thống điều khiển được kiểm tra và lắp đặt như trong hình 3.70.



Hình 3.69: Công tác xây lắp nền móng và lắp đặt hệ thống tách ẩm 200 L/ngày.



Hình 3.70: Công tác kiểm tra và lắp đặt bộ điều khiển hệ thống tách ẩm 200 L/ngày

Tiếp theo là hệ thống pin năng lượng mặt trời bao gồm 60 tấm panel và bộ điều khiển được lắp đặt như hình 3.71 – 3.72. Trong đó, bộ điều khiển bao gồm 3 hộp chuyển đổi điện áp từ một chiều sang xoay chiều và một hộp chuyển đổi điện áp xoay chiều từ 1 pha sang 3 pha để vận hành hệ thống.



Hình 3.71: Hệ thống panel cung cấp năng lượng mặt trời



Hình 3.72: Hệ thống điều khiển nguồn cung cấp năng lượng mặt trời

3.6.2.2. Vận hành kiểm tra hệ thống

a) Vận hành kiểm tra hệ thống pin năng lượng mặt trời

Hệ thống pin năng lượng mặt trời bao gồm 60 tấm panel, được chia làm 3 cụm, mỗi cụm 20 tấm, hoạt động với công suất trung bình 2.5 kW cho mỗi cụm (xem hình 3.73). Như vậy, điện năng từ nguồn pin năng lượng mặt trời có thể cung cấp với tổng công suất đạt 7.5 kW, đáp ứng nhu cầu điện năng của hệ thống bao gồm máy nén 5kW là thiết bị sử dụng nhiều điện năng nhất của cả hệ thống và bơm trong hệ thống lọc nước RO với công suất khoảng 480W.



Hình 3.73: Công suất phát điện của hệ thống pin năng lượng mặt trời

b) Vận hành kiểm tra hệ thống làm lạnh tách ẩm

Nguồn điện một chiều từ pin năng lượng mặt trời được chuyển đổi sang nguồn điện xoay chiều để cung cấp cho hệ thống tách ẩm hoạt động bằng hộp chuyển đổi điện áp. Ở đây,

nhóm nghiên cứu cũng đã thiết kế chế tạo bộ chuyển đổi điện nguồn (như đã trình bày ở trên) để hệ thống có thể sử dụng đồng thời 2 nguồn điện: điện từ pin năng lượng mặt trời (nguồn chính) và điện từ lưới điện quốc gia (nguồn phụ); nhằm giải quyết vấn đề khi mất nguồn điện từ pin năng lượng mặt trời hoặc khi cần vận hành hệ thống vào ban đêm.

Nguồn điện 1 chiều được chuyển đổi sang nguồn điện xoay chiều với tần số 50Hz, điện thế 380V và hệ thống vận hành với cường độ 7.77A (xem hình 3.74)



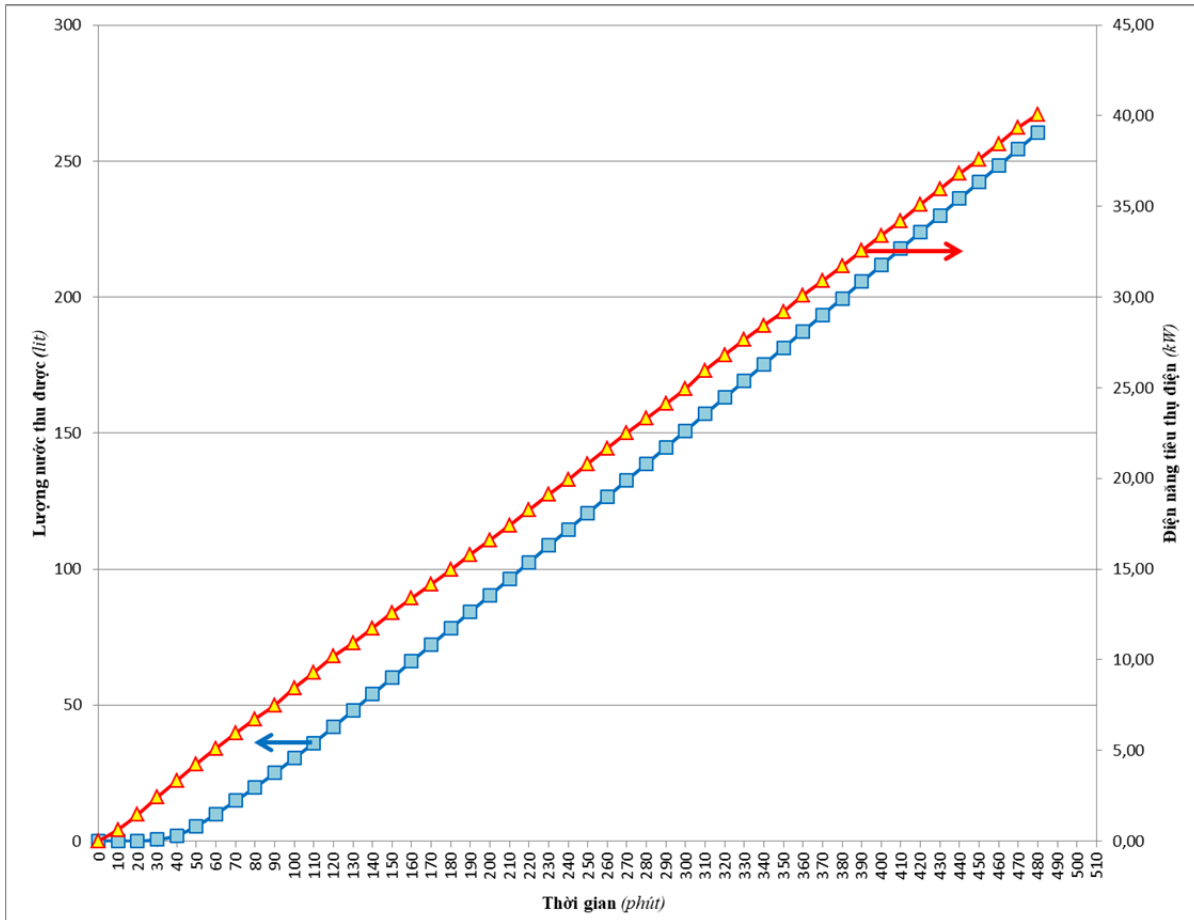
Hình 3.74: Thông số vận hành hệ thống tách ẩm 200L/ngày

3.7. Vận hành hệ thống và đánh giá độ ổn định của thiết bị trong điều kiện thực tế

3.7.1. Vận hành hệ thống làm lạnh tách ẩm pilot tại hiện trường

Sau khi hoàn thành việc lắp đặt, hệ thống đã được vận hành thử nghiệm nhằm đánh giá khả năng đáp ứng các điều kiện thực tế (độ ẩm, nhiệt độ, khả năng chống chịu mưa bão, khả năng cung cấp điện mặt trời, khả năng bù điện lưới, công suất cấp nước, độ sạch của nước và khả năng đáp ứng tiêu chuẩn nước uống của Bộ Y Tế, mức năng lượng tiêu thụ, giá thành sơ bộ của hệ thống)

- Sau khi chế tạo, hệ thống được thử nghiệm khi sử dụng điện lưới, vận hành liên tục trong 7 ngày. Kết quả cho thấy khi hệ thống làm việc ổn định, năng suất có thể đạt 260L/ngày và lượng điện năng tiêu thụ khoảng 40 kW trong 01 ngày (8 giờ/ngày) như trong hình 3.75.
- Sau khi vận chuyển, lắp đặt tại Trường Tiểu học Văn Lâm, tỉnh Ninh Thuận: Hệ thống được vận hành liên tục cho đến nay, sử dụng năng lượng mặt trời. Kết quả cho thấy: Hệ thống làm việc ổn định, đạt năng suất 200L-260L/ngày, tùy thuộc nhiệt độ và độ ẩm từng thời kỳ khác nhau. Chi tiết được trình bày trong chuyên đề 8 của đề tài.
- Chất lượng nước uống được kiểm tra tại phòng thí nghiệm Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM và tại Trung tâm Kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 3 (QUATEST 3), kết quả cho thấy nước uống thu được đạt tiêu chuẩn của Bộ Y Tế (xem phụ lục).
- Hệ thống điện mặt trời và máy móc thiết bị đã vượt qua những thử thách khi mùa mưa bão đến, cụ thể là cơn bão số 9 (cơn bão Usagi) vào ngày 24-25/11/2018, hệ thống vẫn làm việc bình thường.



Hình 3.75: Tổng lượng nước thu được và điện năng tiêu thụ khi vận hành hệ thống tại Ninh Thuận

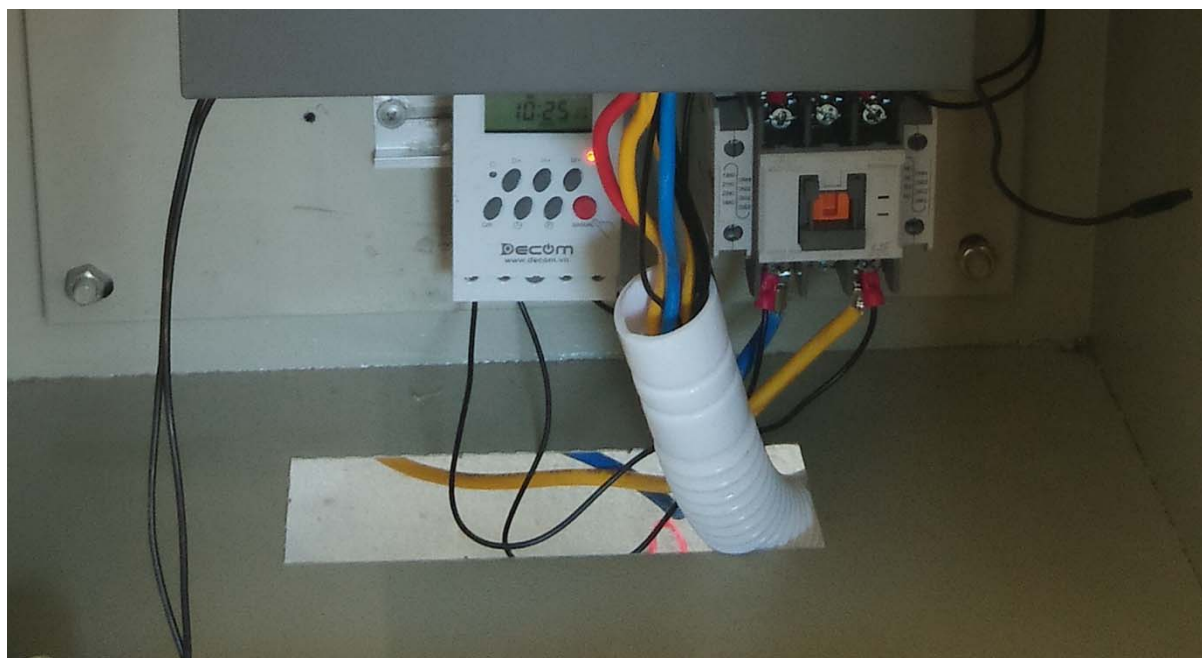
3.7.2. Hiệu chỉnh thiết kế

3.7.2.1. Bổ sung thiết bị định giờ

Nhằm đảm bảo hệ thống vận hành không bị quá tải, đồng thời để tiết kiệm điện năng tiêu thụ của hệ thống, nhóm đã nghiên cứu lắp đặt thêm bộ định giờ để điều khiển thời gian vận hành của thiết bị như hình 3.76.

Bộ định giờ hoạt động theo chế độ đóng và ngắt hệ thống thiết bị. Cụ thể là khi đến thời điểm nhất định bộ định giờ sẽ đóng mạch điện, hệ thống sẽ hoạt động; sau một khoảng thời gian được xác lập, bộ định giờ sẽ ngắt mạch điện để dừng hệ thống. Như vậy, hệ

thống sẽ có được khoảng thời gian nghỉ, và bộ phận quan trọng nhất của hệ thống là máy nén sẽ được đảm bảo không bị quá tải.



Hình 3.76: Thiết bị định giờ của hệ thống tách ẩm

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát khoảng thời gian nghỉ của máy với mục tiêu đảm bảo độ bền máy nén của hệ thống hoạt động tốt và năng suất nước sạch thu được vẫn đảm bảo yêu cầu sử dụng. Chế độ vận hành của hệ thống được nghiên cứu theo các phương án (liệt kê trong bảng 3.4.), cụ thể như sau:

Bảng 3.4: Các phương án vận hành hệ thống thiết bị tách ẩm 200 lit/ngày tại Ninh Thuận

Chế độ hoạt động	Thời gian hoạt động (phút)	Thời gian nghỉ (phút)
Phương án A1	100	5
Phương án A2	100	10
Phương án A3	100	15
Phương án A4	100	20
Phương án A5	100	25
Phương án A6	100	30
Phương án B1	120	5
Phương án B2	120	10
Phương án B3	120	15
Phương án B4	120	20

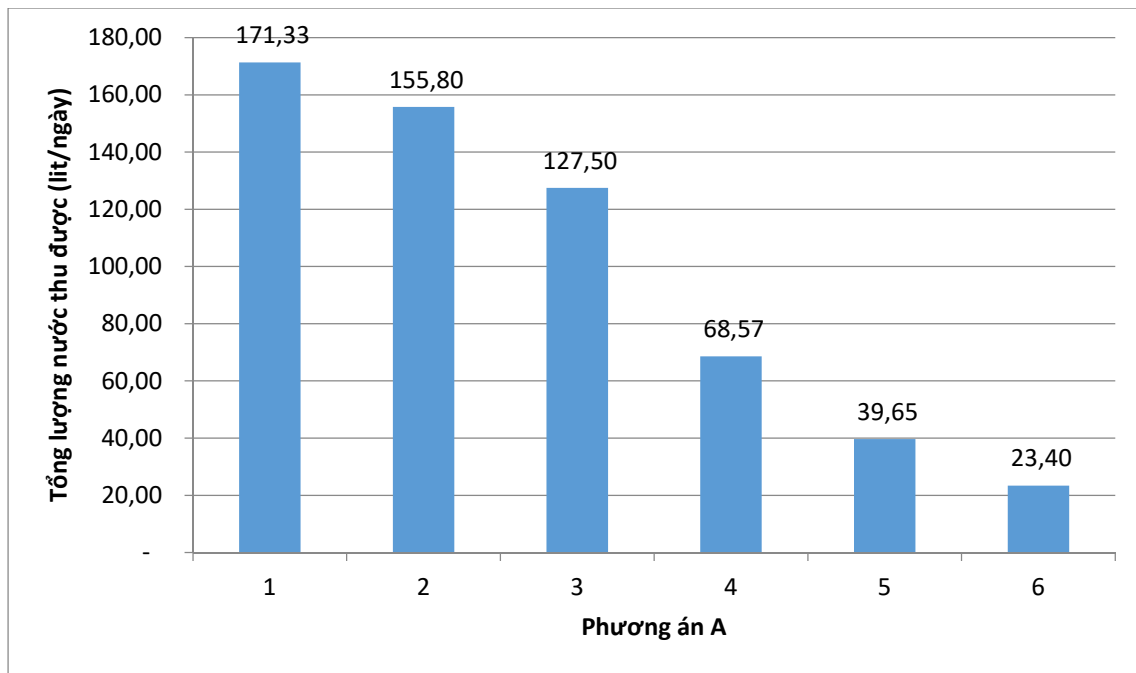
Phương án B5	120	25
Phương án B6	120	30

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo lượng nước thu được và thống kê trong bảng 3.5

Bảng 3.5: Kết quả vận hành hệ thống theo các phương án khác nhau

STT	Phương án	Tổng thời gian hoạt động (phút)	Tổng lượng nước thu được (lit/ngày)	Năng suất hữu ích (lit/h)
1	A1	445	171,33	23,1
2	A2	410	155,80	22,8
3	A3	375	127,50	20,4
4	A4	340	68,57	12,1
5	A5	305	39,65	7,8
6	A6	270	23,40	5,2
7	B1	465	212,35	27,4
8	B2	450	204,00	27,2
9	B3	435	199,38	27,5
10	B4	420	156,10	22,3
11	B5	405	95,18	14,1
12	B6	390	66,30	10,2

Kết quả cho thấy, khi hệ thống vận hành theo phương án A (tức là cứ mỗi trong 60 phút, hệ thống sẽ được nghỉ với các khoảng thời gian lần lượt từ 5 đến 30 phút), tổng lượng nước thu được trong ngày đạt 171,33 lít cho trường hợp nghỉ 5 phút và giảm dần xuống còn 23,4 lít cho trường hợp nghỉ 30 phút (xem hình 3.77). Nhìn chung, hệ thống chưa đáp ứng được công suất yêu cầu của thiết bị là 200 L/ngày.

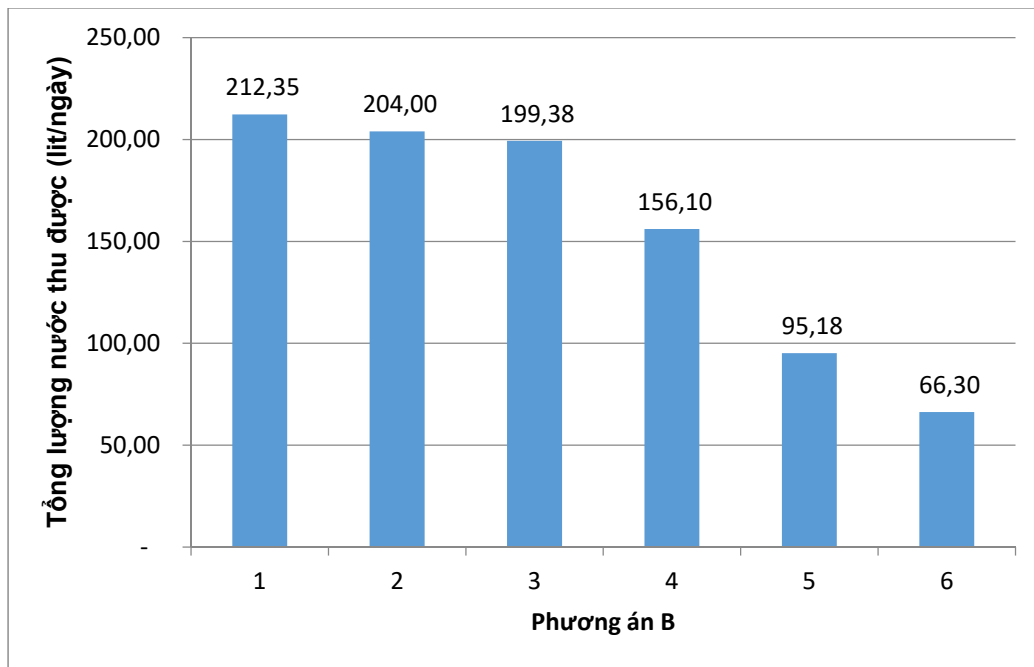


Hình 3.77: Tổng lượng nước thu được khi vận hành hệ thống theo phương án A

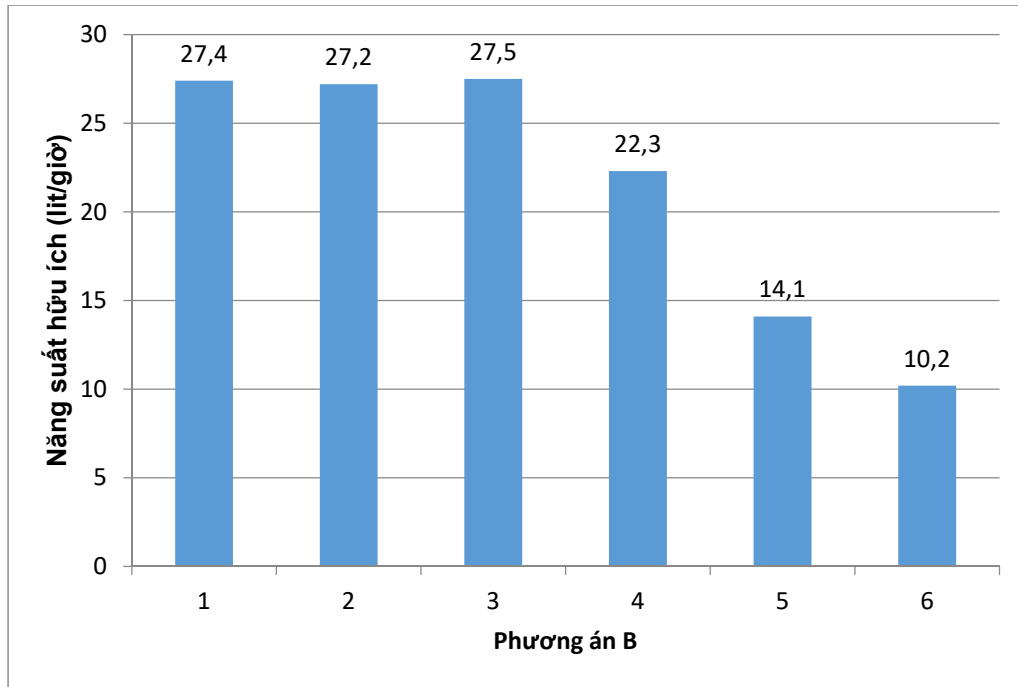
Trong khi đó, nếu vận hành hệ thống theo phương án B (tức là hệ thống sẽ lần lượt nghỉ từ 5 đến 30 phút cho mỗi 2 giờ hoạt động), tổng lượng nước thu được có thể đạt hơn 200 lít trong trường hợp nghỉ ít hơn 15 phút (xem hình 3.78). Khi cho hệ thống nghỉ nhiều hơn 15 phút, tổng lượng nước thu được giảm đáng kể, đó là vì khi hệ thống nghỉ quá lâu, nhiệt độ trong giàn lạnh sẽ tăng lên cao, và như vậy hệ thống sẽ tốn nhiều thời gian hơn để làm lạnh cho nhiệt độ giảm xuống thấp hơn nhiệt độ điểm sương để nước có thể ngưng tụ.

Kết quả cũng cho thấy rằng khi hệ thống nghỉ 5 phút, tổng lượng nước thu được là nhiều nhất và đạt 212,35 lít, và giảm dần cho trường hợp nghỉ 10 và 15 phút. Tuy nhiên, mức

giảm ở đây không nhiều. Ở đây, chúng ta có thể xem xét năng suất hữu ích của hệ thống bằng cách lấy tổng lượng nước thu được chia cho tổng thời gian hệ thống hoạt động; kết quả được trình bày trong hình 3.79 cho thấy rằng mặc dù phương án B3 (ngủ 15 phút) có tổng lượng nước thấp hơn nhưng năng suất hữu ích lại có phần cao hơn 1 tí so với phương án B1 (ngủ 5 phút).



Hình 3.78: Tổng lượng nước thu được khi vận hành hệ thống theo phương án B



Hình 3.79: Năng suất hữu ích khi vận hành hệ thống theo phương án B

Như vậy, với mục tiêu giảm tải cho máy nén của hệ thống được nghỉ và đảm bảo tổng lượng nước vẫn đáp ứng nhu cầu thiết kế, phương án B3 tương đối phù hợp trong điều kiện vận hành của hệ thống.

Thiết bị định giờ đã được lắp đặt để đảm bảo hệ thống ngừng sử dụng từ 16h đến 8h sáng ngày hôm sau. Ngoài ra, trong khoảng thời gian hệ thống hoạt động từ 8h30 đến 16h30 là thời gian có nắng tốt, để tăng độ bền cho thiết bị, hệ thống được cho tạm ngưng 15 phút sau mỗi 2 tiếng vận hành.

3.7.2.2. Bổ sung bình chứa nước sau khi lọc

Để thuận tiện cho học sinh sử dụng đồng loạt sau giờ ra chơi, hệ thống được bổ sung bồn chứa nước sạch để nhà trường có thể bổ sung nước đến từng lớp học (xem hình 3.80).



Hình 3.80: Hệ thống làm lạnh tách ẩm 200 L/ngày có trang bị bình chứa nước sạch

3.8. Làm sạch và khử trùng nước

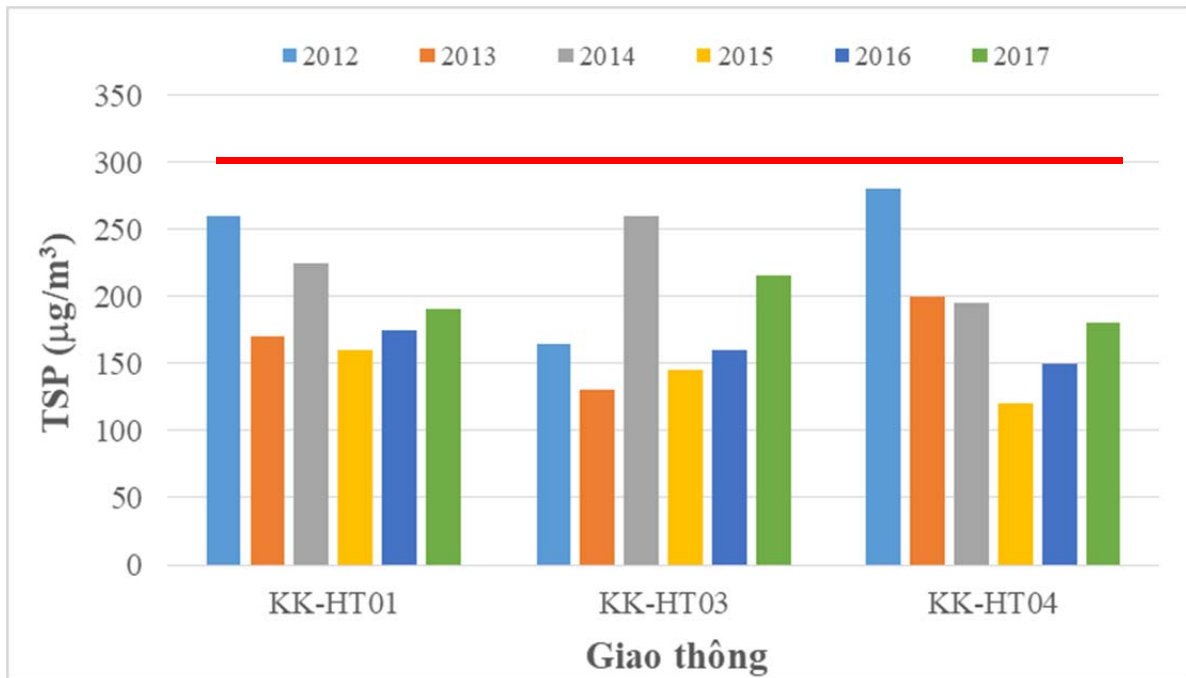
3.8.1. Nồng độ bụi và các chất ô nhiễm trong không khí vùng Ninh Thuận

Hiện nay, hoạt động quan trắc môi trường không khí tại Ninh Thuận được thực hiện chủ yếu ở các khu vực thành phố Phan Rang - Tháp Chàm, huyện, thị trấn nơi tập trung dân cư trong tỉnh, các KCN, CCN, một số cơ sở chế biến làng nghề, các khu vực khai thác khoáng sản, khu du lịch, bệnh viện, các khu xử lý chất thải và trục đường giao thông chính nên báo cáo này chủ yếu đánh giá chất lượng không khí tại các khu vực trên và không có thông tin về hiện trạng môi trường không khí trong nhà.

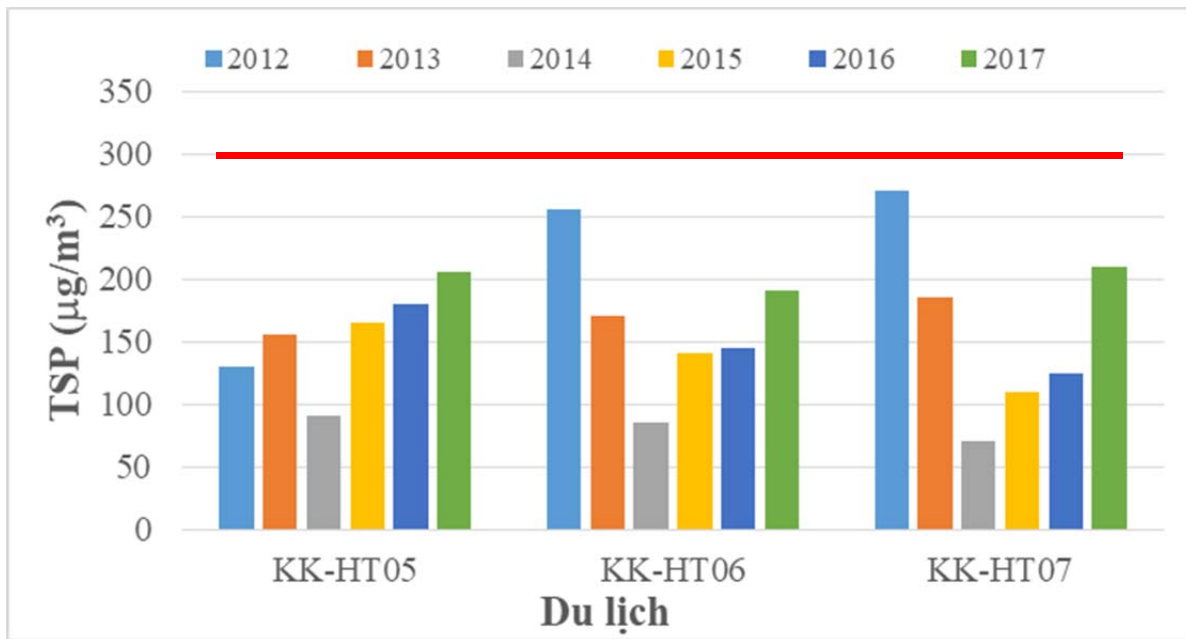
Qua kết quả quan trắc không khí tại các vị trí, khu vực đặc trưng, trọng điểm trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận giai đoạn 2012-2015, hầu hết các thông số ô nhiễm đều đạt quy chuẩn cho phép; chỉ có một số thông số: Độ ồn, bụi lơ lửng, và CO là vượt quy chuẩn tại một số vị trí quan trắc nhưng không đáng kể. Như vậy, chất lượng không khí tại các khu vực quan trắc nói riêng và trên địa bàn toàn tỉnh nói chung còn khá tốt, chưa có dấu hiệu ô nhiễm không khí do các hoạt động giao thông, công nghiệp, nông nghiệp, các khu du lịch, cảng cá.

3.8.1.1. Diễn biến ô nhiễm tổng bụi lơ lửng

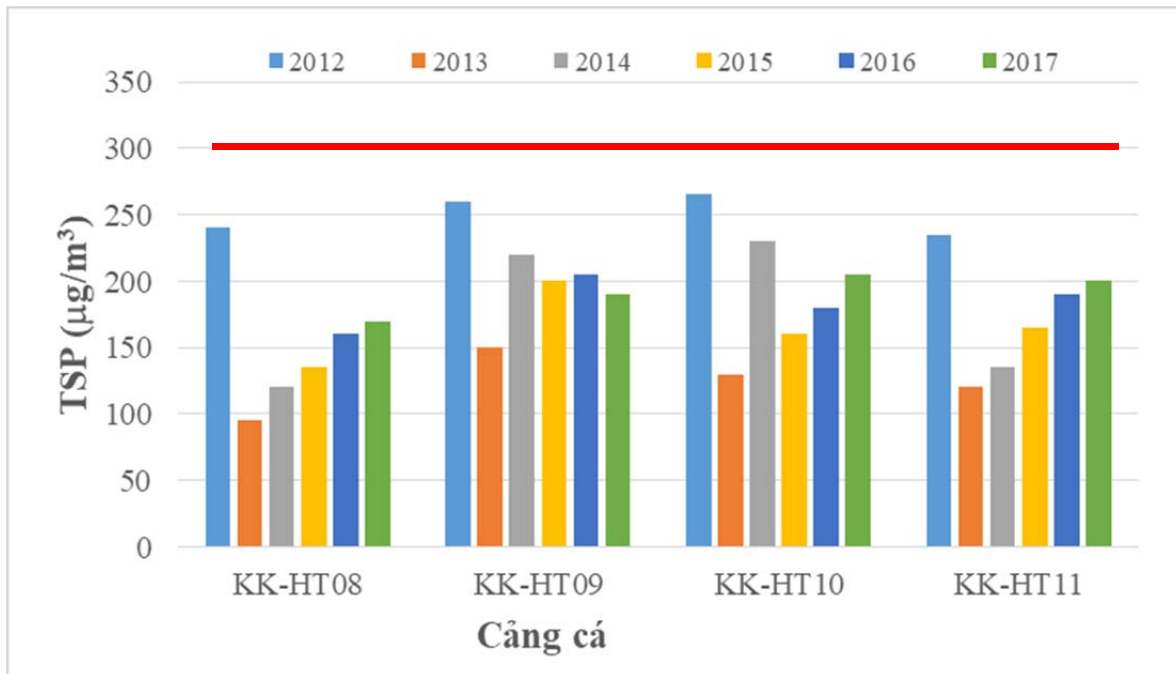
Qua các năm, tại hầu hết kết quả quan trắc không khí trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận, hàm lượng bụi lơ lửng đều nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả quan trắc cũng cho thấy hàm lượng bụi lơ lửng thay đổi tùy thuộc vào từng lĩnh vực ngành nghề, từng vị trí khu vực, nhìn chung hàm lượng bụi cao nhất vào năm 2012 và có xu hướng giảm dần giai đoạn năm 2012 - 2017, thể hiện trong các biểu đồ sau:



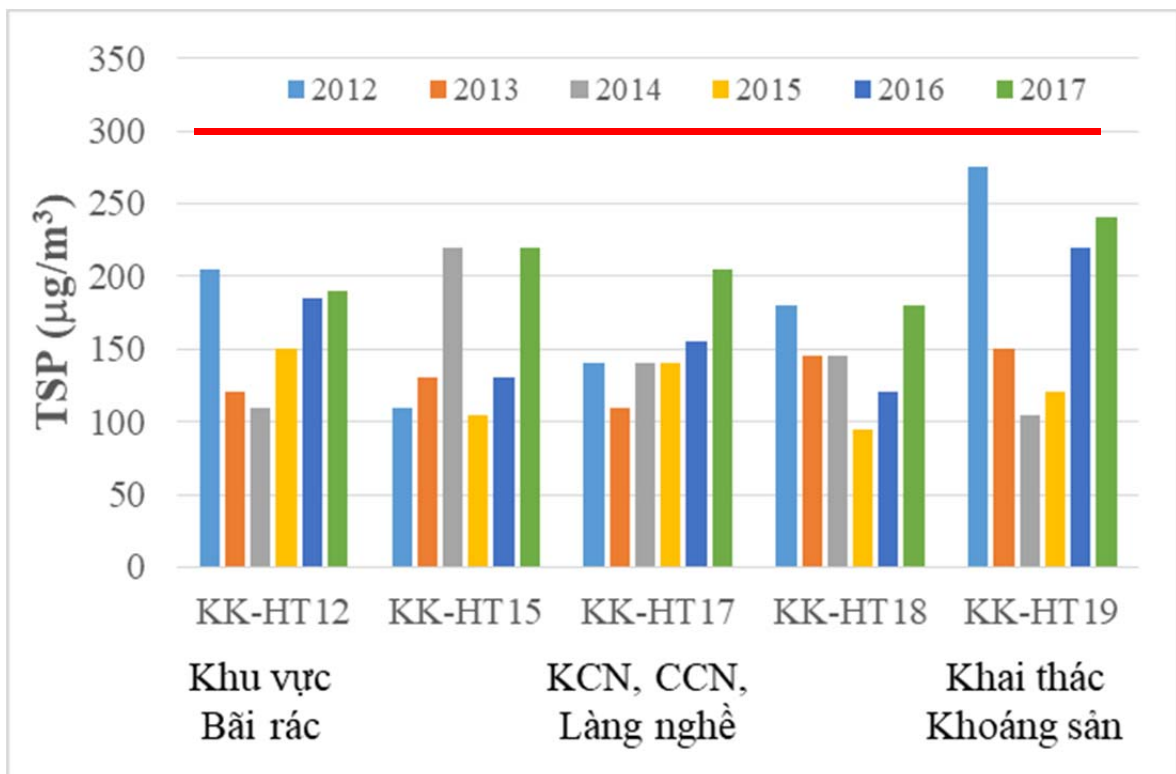
Hình 3.81: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí giao thông giai đoạn 2012 - 2017



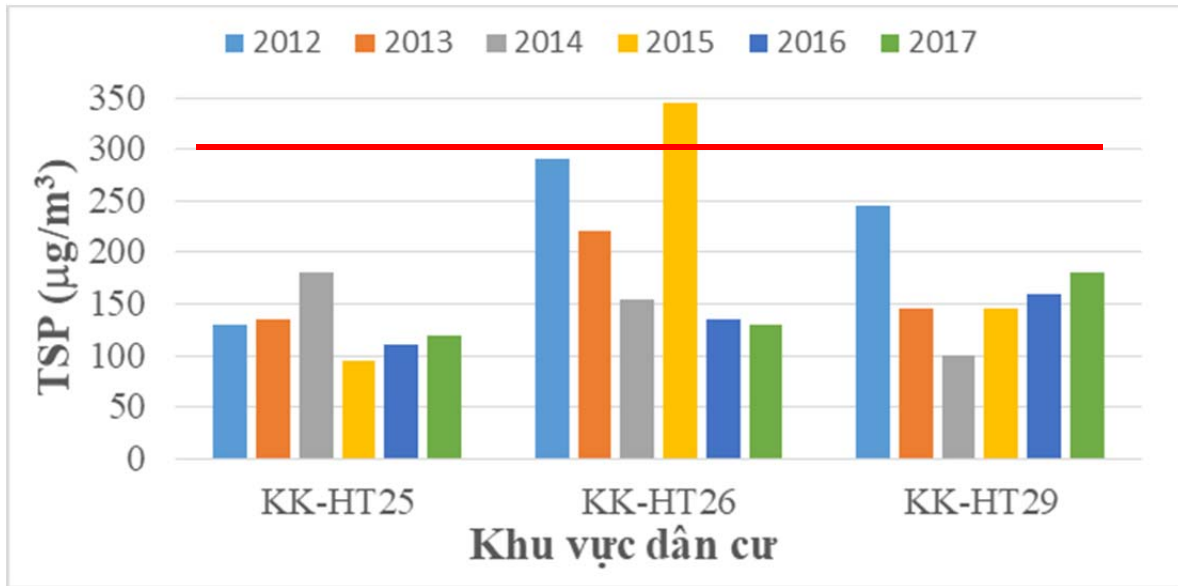
Hình 3.82: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí du lịch giai đoạn 2012 - 2017



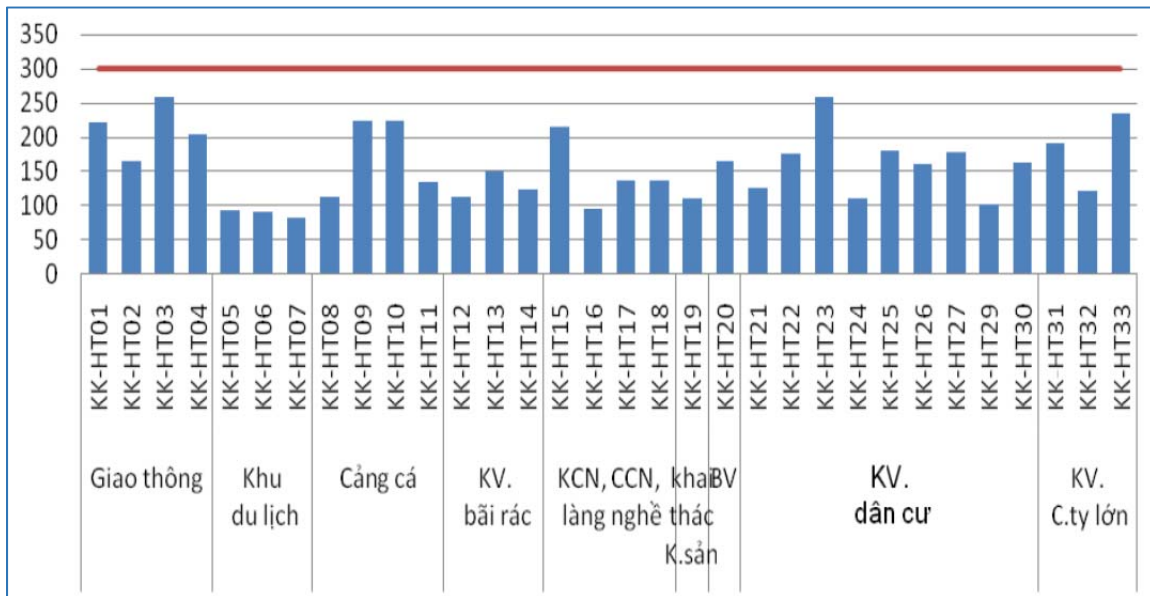
Hình 3.83: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các khu vực cảng cá giai đoạn 2012 - 2017



Hình 3.84: Hàm lượng bụi lơ lửng khu vực khai thác, sản xuất, bãi rác giai đoạn 2012 - 2017



Hình 3.85: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các khu vực dân cư giai đoạn 2012 - 2017



Hình 3.86: Hàm lượng tổng bụi lơ lửng tại các vị trí quan trắc trong năm 2017

Kết quả quan trắc trong năm 2015 cho thấy, hàm lượng bụi lơ lửng tại chợ Phan Rang cao đột biến và vượt quy chuẩn cho phép 1,14 lần.

Hàm lượng tổng bụi lơ lửng năm 2017 cho thấy, nồng độ bụi cao tại các khu vực giao thông, khu dân cư, khu vực các công ty lớn, khai thác khoáng sản, và thấp tại các khu du lịch, nơi ít tác nhân gây ô nhiễm về bụi, cụ thể:

- *Tại các khu vực giao thông:* Nồng độ TSP tại các khu vực giao thông dao động từ 165 - 285 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu du lịch:* Nồng độ TSP tại các khu du lịch dao động từ 83 - 265 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu vực cảng cá:* Nồng độ bụi TSP tại các cảng cá dao động từ 96 – 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu vực xử lý chất thải, bãi rác:* Nồng độ TSP tại các khu vực xử lý chất thải dao động từ 114 – 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu công nghiệp, cụm công nghiệp và làng nghề:* Nồng độ TSP tại các khu công nghiệp, cụm công nghiệp và làng nghề dao động từ 96 – 215 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu vực khai thác khoáng sản:* Nồng độ TSP tại khu vực khai thác khoáng sản Titan xã Phước Dinh huyện Thuận Nam, nồng độ bụi có giảm năm 2014 còn 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- *Khu vực bệnh viện:* Nồng độ TSP tại khu vực bệnh viện tỉnh 165,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và đạt quy chuẩn cho phép.
- *Khu dân cư:* Nồng độ TSP tại các khu vực dân cư dao động từ 102 – 258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, đạt quy chuẩn cho phép, và có thay đổi tùy từng khu vực.
- *Khu vực các công ty lớn:* Nồng độ TSP tại các khu vực các công ty lớn dao động từ 122 - 233,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và các vị trí quan trắc đạt quy chuẩn cho phép.

3.8.1.2. Các nguồn gây ô nhiễm không khí

Nguồn gây ô nhiễm môi trường không khí rất đa dạng. Đối với môi trường không khí tại thành phố, huyện, thị trấn thuộc tỉnh Ninh Thuận, áp lực ô nhiễm chủ yếu do hoạt động giao thông vận tải, hoạt động xây dựng, hoạt động công nghiệp, sinh hoạt của dân cư, làng nghề và xử lý chất thải.

A. Ô nhiễm không khí từ hoạt động công nghiệp

Bên cạnh những lợi ích kinh tế to lớn, hiện nay các hoạt động tại các cụm khu công nghiệp, khu khai thác chế biến khoáng sản, vật liệu xây dựng, nhà máy sản xuất giai đoạn 2011 -2015 là nguồn ô nhiễm môi trường không khí chủ yếu, cụ thể:

a) Nguồn ô nhiễm do hoạt động của các cụm khu công nghiệp

Kết quả điều tra tình hình quản lý môi trường khí thải các cụm và khu CN

trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận của Trung tâm Quan trắc Môi trường Ninh Thuận

như sau:

• **KCN Thành Hải**

– Nguồn và lượng phát sinh: Khí thải phát sinh từ hoạt động sản xuất của nhà máy trong cụm công nghiệp, được các nhà máy xử lý trước khi thải ra môi trường.

– Mức độ ô nhiễm môi trường: nhẹ

– Phương pháp xử lý:

• Xử lý khí thải do đốt dầu F.O: Sử dụng phương pháp hấp thụ.

• Xử lý khí thải chứa bụi: Sử dụng thiết bị lọc bụi với một cấp lọc (sử dụng túi lọc vải để lọc tinh).

• **KCN Phước Nam**

KCN Phước Nam có diện tích khoảng 369,92 ha, hiện nay có 02 nhà máy đang hoạt động trong KCN, bao gồm: Nhà máy sản xuất gạch ống không nung - gạch polyme (Công ty TNHH XD và trang trí nội thất Vạn Gia) và Nhà máy sản xuất than Thảo Mộc (Công ty TNHH MTV Long Kim Phát). Đặc thù của 02 nhà máy này ít phát sinh khí thải nên không gây ảnh hưởng đến môi trường xung quanh.

• **CCN Tháp Chàm:**

– Nguồn và lượng phát sinh: Nguồn và lượng phát sinh: Cụm công nghiệp hoàn thành việc xây dựng cơ sở hạ tầng, hiện tại có 08 nhà máy trong cụm công nghiệp.

– Mức độ ô nhiễm môi trường: nhẹ

– Công trình xử lý khí thải: đang hoạt động.

– Hiệu quả xử lý: tốt

• **CCN Quảng Sơn:**

CCN Quảng Sơn có quy mô diện tích 50,28 ha. Hiện nay, CCN Quảng Sơn chưa thực hiện đầu tư hạ tầng kỹ thuật, tuy nhiên có 03 doanh nghiệp đăng ký xây dựng và đã đi vào hoạt động, đó là Công ty TNHH-TM Quảng Thuận (Dự án gạch Tuynen), Công ty TNHH Quảng Phát, Công ty TNHH xây dựng và khai thác chế biến lâm sản Sông Trà. Tính đến tháng 6/2015, chưa có vấn đề ô nhiễm môi trường từ các nhà máy này.

Nhìn chung môi trường chất lượng không khí xung quanh các CCN, KCN và một số cơ sở sản xuất kinh doanh tương đối tốt. Tính đến thời điểm hiện tại thì KCN, CCN vẫn chưa phải là yếu tố gây ô nhiễm môi trường không khí xung quanh trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.

b) Nguồn ô nhiễm do hoạt động của các nhà máy sản xuất, chế biến quy mô vừa

Trên địa bàn tỉnh, một số cơ sở sản xuất công nghiệp quy mô vừa có khả năng gây ô nhiễm môi trường không khí chính, cụ thể: nhà máy xi măng Phương Hải, nhà máy gạch men Du Long, nhà máy gạch men Phước Nam, Xí nghiệp Chế biến thạch cao Mỹ Đức, Nhà máy đường Tháp Chàm, Nhà máy tinh bột mì Ninh Sơn (Công ty Fococev), Nhà máy chế biến hạt điều (Công ty Sản xuất Nông sản Ninh Thuận). Mỗi năm các nhà máy này sử dụng nhiên liệu là dầu, than đá, củi, bã mía với tổng khối lượng:

– Than cám: 5657 tấn/năm.

– Dầu: 991 tấn / năm.

– Củi: 569 tấn /năm.

– Bã mía: 18000 tấn /năm.

– Vỏ hạt điều: 5000 tấn/năm.

Với lượng nhiên liệu làm nguyên liệu đốt như trên, hàng năm hoạt động sản xuất công nghiệp trên phát sinh một lượng chất khí như Bảng 3.6.

Bảng 3.6: Chất ô nhiễm không khí của một số cơ sở sản xuất chính tại Ninh Thuận

Chất ô nhiễm	Đơn vị tính	Lượng phát sinh
CO	Tấn/năm	77,4
NO _x	Tấn/năm	163
SO ₂	Tấn/năm	83,1
Bụi	Tấn/năm	174,7
VOC	Tấn/năm	4,8

c) Nguồn gây ô nhiễm không khí do hoạt động khai thác khoáng sản

Đặc thù của ngành công nghiệp khai thác khoáng sản và sản xuất vật liệu xây dựng phát sinh rất nhiều bụi và khí thải, trong đó khai thác đá xây dựng tại các cụm mỏ như: mỏ đá Lạc Tiến, mỏ đá Mavieck, mỏ đá Hòn Giài, mỏ đá Cô Lô đã gây tác động tổng hợp do bụi và khí thải của các doanh nghiệp khai thác, chế biến đá đã gây ảnh hưởng cho chính công nhân làm việc tại các cụm mỏ và cộng đồng dân cư sống xung quanh.

B. Ô nhiễm không khí từ hoạt động xây dựng và giao thông

a) Hoạt động giao thông

Bên cạnh các hoạt động công nghiệp thì hoạt động giao thông vận tải cũng là một trong những nguyên nhân chính gây ô nhiễm không khí, cụ thể ở lượng khói, bụi, tiếng ồn phát sinh của các phương tiện giao thông trong quá trình di chuyển lưu thông.

Theo thống kê của Phòng cảnh sát giao thông Công an tỉnh Ninh Thuận và Cục thống kê tỉnh Ninh Thuận, giai đoạn 2011- 2017 số lượng mô tô và ô tô cụ thể như sau:

- Mô tô, xe máy: > 110.000 chiếc.
- Ô tô: 4460 chiếc, trong đó:
- Ô tô chở hàng: 2180 chiếc
- Ô tô chở khách: 1128 chiếc
- Xe bus: 24 chiếc
- Tính toán dựa vào hệ số ô nhiễm phát sinh của tổ chức y tế thế giới WHO
- Năm 1992, với một lưu lượng xe như kể trên, tải lượng khí thải phát sinh từ hoạt động giao thông như bảng sau:

Bảng 3.7: Tải lượng ô nhiễm do hoạt động giao thông

Phương tiện	Tải lượng ô nhiễm (Tấn/km)				
	TSP	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Xe máy	-	42	33	2.200	330
Ô tô	0.3122	4.1255	11.1946	70.1558	9.9458

b) Hoạt động xây dựng

Giai đoạn 2011 -2017, Ninh Thuận không có các hoạt động xây dựng quy mô lớn như xây dựng nhà cao tầng, đường cao tốc, đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng cho các khu đô thị mới. Hoạt động xây dựng hầu hết là xây dựng các công trình dân dụng, đường giao thông nông thôn và đô thị nên các nguồn gây ô nhiễm do khí thải, bụi từ hoạt động xây dựng là không nhiều.

C. Ô nhiễm không khí từ quá trình đốt các dạng nhiên liệu

Dựa trên các cơ sở hệ số ô nhiễm của WHO về việc sử dụng các loại nhiên liệu đốt như: củi, gas, dầu,... và tình hình sử dụng chất đốt tại các hộ dân cư trên địa bàn các khu đô thị Ninh Thuận, tải lượng ô nhiễm không khí do quá trình sử dụng nhiên liệu đốt tại các khu đô thị tỉnh Ninh Thuận như sau:

Bảng 3.8: Kết quả tính toán hệ số ô nhiễm không khí do sinh hoạt

Loại nhiên liệu sử dụng	Hệ số ô nhiễm (kg/người/ngày)				
	Bụi	SO ₂	NO _x	CO	THC
Gas	1,50 x 10 ⁻⁶	1,83 x 10 ⁻⁷	5,16 x 10 ⁻⁵	1,06 x 10 ⁻⁵	4,26 x 10 ⁻⁶
Dầu	5,18 x 10 ⁻⁶	1,64 x 10 ⁻⁴	7,06 x 10 ⁻⁵	1,61 x 10 ⁻⁵	5,81 x 10 ⁻⁶
Than	4,44 x 10 ⁻⁵	1,73 x 10 ⁻⁴	7,97 x 10 ⁻⁵	2,66 x 10 ⁻⁶	4,80 x 10 ⁻⁷
Củi	7,56 x 10 ⁻⁵	1,07 x 10 ⁻⁵	9,17 x 10 ⁻⁶	4,58 x 10 ⁻⁴	2,32 x 10 ⁻⁴
Trung bình	3,17 x 10 ⁻⁵	8,69 x 10 ⁻⁵	5,18 x 10 ⁻⁵	1,22 x 10 ⁻⁴	6,06 x 10 ⁻⁵

Từ hệ số trên có thể xác định tải lượng ô nhiễm do quá trình sử dụng nhiên liệu đốt tại các khu đô thị tỉnh Ninh Thuận.

Bảng 3.9: Tải lượng ô nhiễm không khí do sinh hoạt các đô thị Ninh Thuận

Đô thị	Tải lượng ô nhiễm (tấn/năm)					
	Dân số	Bụi	SO ₂	NO _x	CO	THC
TP.PR-TC	133.800	1,54	4,24	2,52	5,95	2,96
TT.Phước Dân	25.200	0,29	0,80	0,47	1,12	0,55
TT.Khánh Hải	15.600	0,18	0,49	0,29	0,69	0,34
TT.Tân Sơn	12.000	0,13	0,38	0,22	0,53	0,26
Tổng cộng	186.600	2,36	5,92	3,52	8,30	4,12

Như vậy, thông qua tải lượng ô nhiễm được xác định như trên thì lượng thải CO là cao nhất, kế đến là SO₂. Thành phố Phan Rang - Tháp Chàm có lượng thải lớn nhất, kế đến là thị trấn Phước Dân và Khánh Hải.

3.8.2. Lựa chọn phương pháp làm sạch không khí và làm sạch nước

- Để làm sạch không khí khỏi bụi và các hạt lơ lửng, chúng tôi áp dụng tấm lọc xốp để lọc không khí trước khi dẫn vào máy.
- Với các hạt bị kéo theo, bồn chứa nước thô sẽ làm nhiệm vụ của thiết bị lắng gạn để tách cặn lơ lửng trước khi bơm qua hệ thống lọc nước.
- Để lọc nước, đề tài lựa chọn các phương pháp lọc đã được phát triển và phổ biến trên thị trường để thuận tiện cho người sử dụng trong quá trình thay thế, sửa chữa như lọc RO, hấp phụ bằng than hoạt tính, khoáng hóa nhờ ống gốm,....

3.8.3. Thiết kế hệ thống, chế tạo, lắp đặt thiết bị làm sạch nước quy mô pilot.

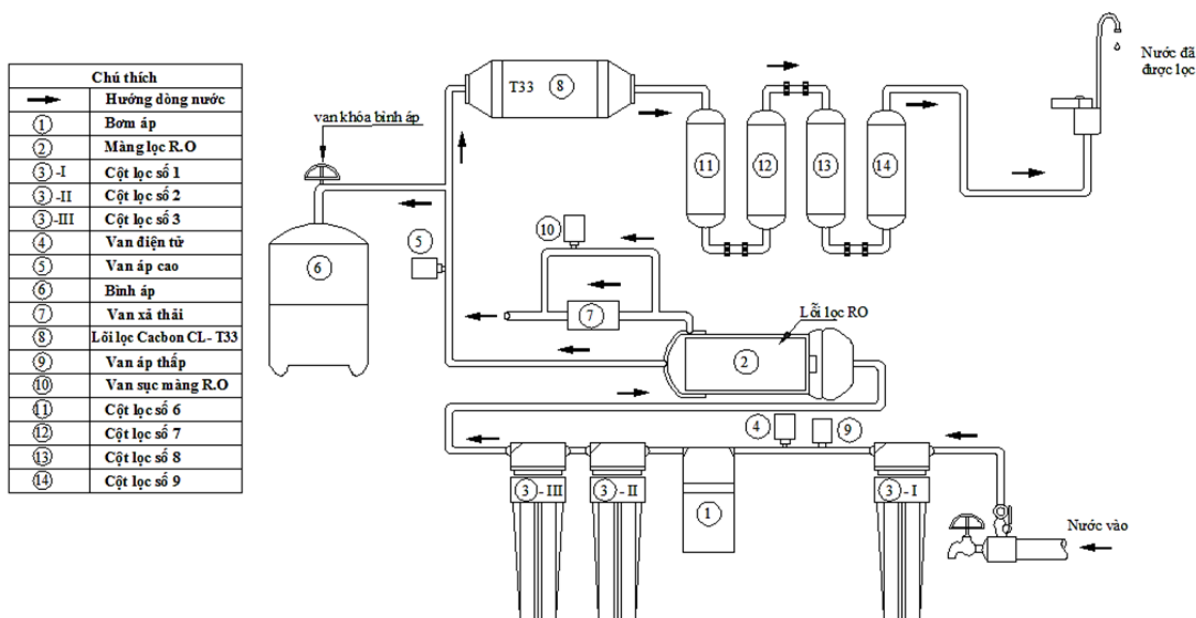
3.8.3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống lọc nước

Đầu tiên nước từ dàn lạnh của máy tách ẩm được cung cấp vào máy sẽ đi qua cột lọc số 1. Lõi lọc này được làm từ sợi thô PP (polypropylen), có công dụng ngăn chặn chất bẩn, bùn đất rỉ sét.

Sau đó nước sẽ được hút từ cột lọc số 1 sang cột lọc số 2. Trong cột lọc số 2 có chứa than hoạt tính có tác dụng hấp thụ chất hữu cơ, chứa thành phần cation khử độ cứng của nước bảo vệ màng R.O mang lại nguồn nước trong lành và có vị ngọt tự nhiên.

Tiếp theo nước sẽ được hút sang cột lọc số 3. Với nguyên liệu là than hoạt tính ép (CTO) cột lọc số 3 làm nhiệm vụ hấp thụ mùi vị chất hữu cơ, thuốc trừ sâu, chất diệt côn trùng, kim loại nặng, clorin trong nước. Ngoài ra còn có chức năng ngăn chặn bùn đất rỉ sét có kích thước > 5 micro.

Nước được lọc qua cột lọc số 3 sẽ tiếp tục được đẩy sang màng lọc R.O. Tại đây nước được tách thành 2 phần là nước tinh khiết sẽ được đi qua màng R.O còn lại sẽ được dẫn qua van thải và thải ra ngoài.



Hình 3.87: Máy lọc nước.

Màng lọc R.O được sản xuất tại Mỹ hoạt động theo cơ chế thẩm thấu ngược, chịu được áp lực cao và có khe hở cực nhỏ (0,0001 micro) có công dụng loại bỏ hoàn toàn các chất rắn, khí hòa tan trong nước, các ion kim loại, kim loại nặng, vi sinh vật, vi khuẩn, các chất hữu cơ làm cho nước trở lên hoàn toàn tinh khiết nhưng không làm thay đổi tính chất lý hóa của nước. Do đó, nó được coi là thành phần quan trọng nhất của cả hệ thống.

Nước tinh khiết từ màng lọc R.O sẽ được dẫn tới lõi lọc than hoạt tính T33. Trong lõi lọc này chứa thành phần Cacbon có tác dụng diệt khuẩn, hấp thụ màu, làm mềm, cân bằng độ pH cho nước tinh khiết hơn.

Trải qua 5 cấp lọc, nước trở nên tinh khiết hơn. Nhưng chúng ta có thể tăng thêm 4 lõi lọc nữa để tăng độ khoáng cho nước, cũng như diệt các vi khuẩn lọt qua khe hở của màng R.O.

Tiếp theo nước từ cột lọc T33 sẽ được dẫn đến lõi lọc cung cấp nồng độ oxy cũng như độ thoáng cho nước – lõi bóng gốm.

Sau đó nước tiếp tục dẫn qua lõi lọc Alkaline chức năng chính tăng pH, tạo nước kiềm tính, trung hòa axit dư thừa trong cơ thể. Rồi đến việc cung cấp các khoáng chất có lợi cho sức khỏe nhờ đá khoáng Maifan tại lõi số 8, và công đoạn cuối cùng là tiệt trùng nước nhờ vào tia hồng ngoại xa từ những hạt sứ có khả năng hấp thụ các tia này, công đoạn này giúp diệt 100 % vi khuẩn tồn tại trong nước.

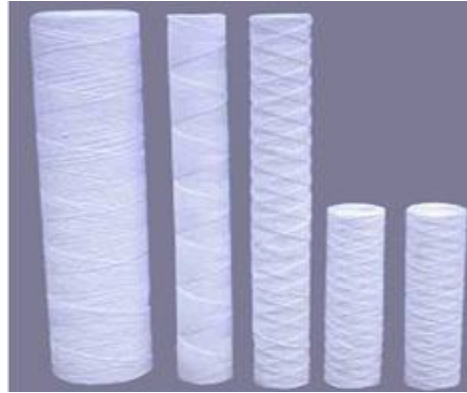
Trải qua 9 lõi lọc trên, nguồn nước chúng ta thu được tại vòi ra đảm bảo vệ sinh và an toàn khi sử dụng.

3.8.3.2. Lựa chọn và đề xuất hệ thống lọc RO phù hợp với hệ thống tách ẩm

a) Lõi lọc tinh (lõi polypropylen)

Cột lọc tinh bao gồm vỏ bồn lọc tinh bằng inox và các lõi lọc tinh 5 μ m chứa bên trong có tác dụng loại bỏ các tạp chất lơ lửng có trong nước. Lõi lọc tinh được cấu tạo từ polypropylene được nén ép với áp suất cao để tạo thành hệ thống lọc có kích thước mao quản 5 μ m. Nước được đưa vào bồn lọc tinh và đi vào các lõi lọc theo các mao quản theo hướng từ ngoài vào.

Chức năng: lọc các tạp chất có kích thước > 5 μ m như các chất huyền phù, các dạng rỉ sét, bùn đất hay các vật chất lơ lửng trong nước, đồng thời cũng ngăn cản bớt các yếu tố vi sinh tràn vào bên trong hệ thống. Các chất bẩn này được giữ lại trên bề mặt vật liệu lọc, nước sạch sau khi đi vào trung tâm của lõi lọc sẽ được tập trung tại đáy bồn và đưa ra ngoài.



Hình 3.88: Lõi lọc tinh.

Thay thế: lõi lọc tinh được sử dụng liên tục không hoàn nguyên. Tuổi thọ của lõi lọc tinh khoảng từ 6 tháng đến 1 năm tùy theo hãng sản xuất và chất lượng nước cấp vào. Vì vậy, sau 6 tháng hoặc 1 năm ta nên thay lõi lọc tinh 1 lần.

b) Lõi lọc số 2: Than hoạt tính GAC (Granule Activated Carbon)

Lõi được cấu tạo bởi một vỏ nhựa, chứa bên trong là than gáo dừa được hoạt hóa. Than hoạt tính có tính có cấu trúc xốp rỗng. Các vết rỗng – nứt vi mạch, đều có tính hấp thụ rất mạnh.

Chức năng: than hoạt tính có khả năng hấp thụ mạnh các loại chất nhờn, mùi và hữu cơ hòa tan, có tính “ưa nhờn ghét nước”. Than hoạt tính còn chứng tỏ được hiệu quả trong việc xử lý chất phóng xạ, asen và amoni.



Hình 3.89: Lõi than hoạt tính.

Thay thế: việc rửa lõi than hoạt tính trên thực tế chỉ giúp làm sạch vỏ nhựa chứa than, gần như không có tác dụng làm tái tạo các lớp xốp rỗng. Thời gian thay thế đề xuất là không quá 10 tháng.

c) Lõi lọc số 3: Lõi than hoạt tính ép (CTO)

Để tăng hiệu quả hấp thụ tối đa của than hoạt tính, người ta nghiền than hoạt tính thành dạng bột nhỏ, sau đó ép thành khối, nhằm làm tăng diện tích bề mặt tiếp xúc với nước, do đó làm tăng hiệu quả xử lý. Lõi than ép thường có hiệu quả hơn so với lõi than dạng hạt.

Chức năng: than hoạt tính có khả năng hấp thụ mạnh các loại chất nhờn, mùi và hữu cơ hòa tan, có tính “ưa nhờn ghét nước”. Than hoạt tính còn chứng tỏ được hiệu quả trong việc xử lý chất phóng xạ, asen và amoni.



Hình 3.90: Lõi than hoạt tính ép (CTO).

Thay thế: việc rửa lõi than hoạt tính trên thực tế chỉ giúp làm sạch vỏ nhựa chứa than, gần như không có tác dụng làm tái tạo các lớp xốp rỗng. Thời gian thay thế đề xuất là không quá 10 tháng.

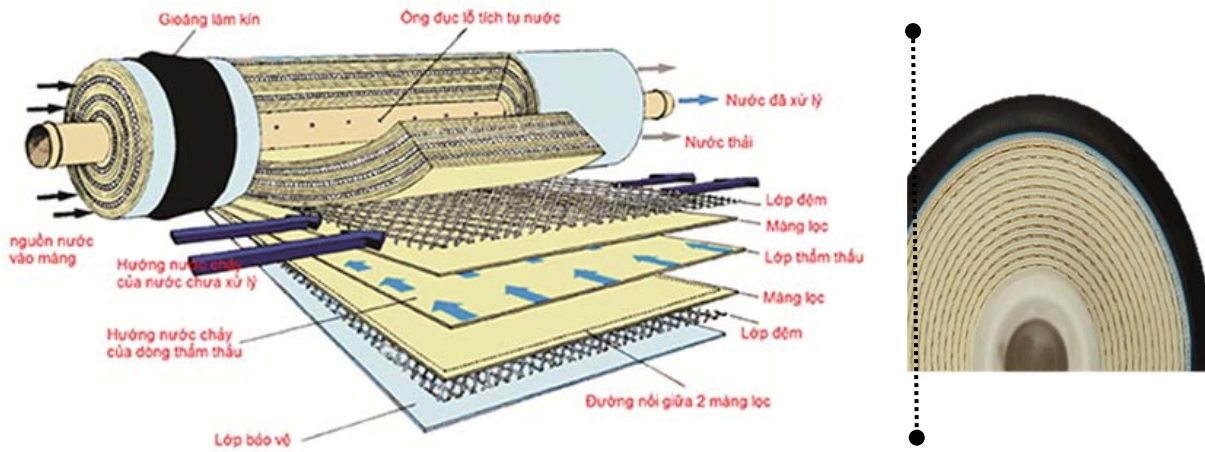
d) Lõi lọc số 4: Màng thẩm thấu ngược R.O

Lõi lọc được nhập khẩu từ USA.

Màng R.O được cấu tạo bởi sợi tổng hợp polyamid, về bản chất rất khó phân hủy trong tự nhiên. Với khe lọc siêu nhỏ 0.0001 micron, nhỏ hơn hàng trăm lần vi khuẩn, màng R.O lọc và loại bỏ hoàn toàn tạp chất có kích thước siêu nhỏ như chất rắn, khí hoàn toàn trong nước, các ion kim loại nặng, vi sinh vật, vi khuẩn, siêu vi khuẩn, các chất hữu cơ làm cho nước trở nên hoàn toàn tinh khiết nhưng không làm thay đổi tính lý – hoá của nó (hiệu suất loại bỏ của nó lên đến trên 90%)

Nếu sử dụng nước giếng khoan hoặc nguồn nước nông, để màng được sử dụng lâu dài nên lắp thêm các cột lọc thô trước hệ thống, nhằm làm giảm các chất cặn lắng, có thể bịt vào không gian bên trong màng R.O, làm giảm công suất lọc.

Màng R.O có thể xử lý được không chỉ nguồn nước ngầm mà còn có cả nước lợ hay cả nước biển.



Hình 3.91: Màng lọc R.O.

Thay thế – bảo dưỡng: Màng R.O nên được rửa bề mặt (với van xả tay) khoảng 1 tháng 1 lần. Thông thường, sau khoảng 24 tháng sử dụng, màng R.O bắt đầu giảm công suất lọc. Nếu thay lõi lọc thô đúng kỳ hạn, tuổi thọ trung bình của R.O là ~3năm. Đối với một số nguồn nước tốt, có thể sử dụng đến 5 năm.

e) Lõi lọc số 5: Than hoạt tính T33 (còn gọi là lõi carbon tăng cường)

Đây là lõi với than hoạt tính chất lượng cao nhất, nhằm bảo đảm tối đa chất lượng nước đầu ra, góp phần nâng pH, và tạo cảm giác trong mát khi uống.



Hình 3.92: Lõi than hoạt tính T33.

Thay thế: mặc dù được sử dụng ở phần nước đã tinh khiết, các chuyên gia khuyến cáo không nên dùng lõi T33 quá 1 năm.

Đây là 5 loại lõi chính có nhiệm vụ làm sạch nước. Những lõi khác lắp thêm vào hoàn toàn không có tác dụng lọc sạch thêm nước mà chỉ là những lõi bổ sung.

Các loại lõi chức năng bổ sung khác

f) **Lõi lọc số 6: Bóng gốm**

Các hạt bóng gốm được làm bằng các chất vô cơ, kim loại đá khoáng tự nhiên. Mỗi hạt bóng gốm lại được sản xuất bằng cách pha trộn theo tỷ lệ cân bằng. Hạt gốm có cấu trúc dày đặc, xốp và hoạt động trên mặt nước khi nước dâng.

Khi nước đi qua, các hạt gốm này hấp thụ các chất bẩn, kim loại độc hại, tăng cường nồng độ oxy cho nước, bổ sung thêm khoáng chất, ion cần thiết...



Hình 3.93: Lõi bóng gốm.



Hình 3.94: Hạt bóng gốm.

g) **Lõi lọc số 7: Lõi tạo nước điện giải – Alkaline**

Có chức năng chính là nâng pH của nước lên cao.

Tạo nước kiềm tính, trung hòa axit dư thừa trong cơ thể.

Thay thế: lõi tạo kiềm thường có tác dụng trong khoảng 12 tháng.



Hình 3.95: Lõi lọc Alkaline.

h) Lõi lọc số 8: Đá khoáng Maifan

Bổ sung đến trên 45 khoáng chất có lợi cho cơ thể.

Lõi tạo khoáng: lõi chứa các hạt gốm sinh học tự nhiên, chứa một lượng nhỏ các nguyên tố vi lượng magie, natri, canxi và một số loại khoáng chất thiên nhiên...



Hình 3.96: Lõi đá khoáng Maifan.

Thay thế: lõi tạo khoáng có tác dụng trong khoảng 24 tháng.

i) Lõi số 9: Lõi hồng ngoại xa

Lõi sử dụng các hạt sứ có khả năng hấp thụ năng lượng nhiệt bên ngoài để phát ra các tia hồng ngoại xa, tăng độ hoạt hóa của nước làm cho nước dễ hấp thụ vào máu.

Tiêu diệt các loại vi sinh độc hại như: khuẩn trùng mũ xanh, ecolly, Amip ăn não người...



Hình 3.97: Lõi hồng ngoại.

j) Khử trùng bằng ozôn

Để đảm bảo khử trùng tuyệt đối cho nước uống, hệ thống được trang bị máy phát ozôn công suất trung bình, có khả năng cung cấp 4g/h (đủ để xử lý 2 m³ không khí/phút hoặc 20 L nước/h).

3.8.3.3. Tính chọn màng lọc R.O

Màng được chọn dựa trên khả năng xử lý TDS, khả năng gây bẩn màng, tỉ lệ thải muối cũng như năng lượng vận hành cần thiết. Màng em chọn là màng FM của hãng DOW

Nguồn nước vào có TDS < 2000 ppm.

Số màng (element) $n > 2$.

Áp suất vận hành cao (high, pressure).

Suy ra chọn màng TW30 – 4014. [21].

Bảng 3.10: Thông số kỹ thuật màng FILMTEC

Tên màng	Diện tích bề mặt hoạt động ft² (m²)	Tốc độ dòng thấm gpd (m³/d)	Tỉ lệ loại muối ổn định %
TW30-4014	20 (1,9)	525 (1,99)	99,5

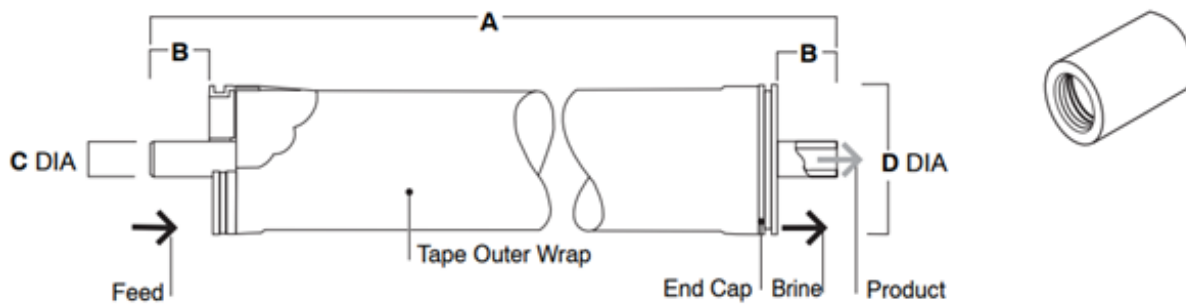
Bảng 3.11: Các thông số giới hạn hoạt động của màng

Thông số	Giá trị
Loại màng	TW30-4014
Nhiệt độ vận hành tối đa	113°F (45°C)
Áp suất vận hành tối đa	600 psig (41 bar)
Tốc độ dòng chảy tối đa	14 gpm (3,2 m ³ /h)
Độ giảm áp suất cực đại	13 psig (0,9 bar)
pH vận hành	2 – 11
pH rửa dung dịch (trong 30 phút)	1 – 13
Clo dư tối đa	< 0,1 ppm
SDI	5
Tỉ lệ nước sạch qua element	15%
Tỉ lệ thu hồi nước sạch qua cả hệ thống	60%

Bảng 3.12: Kích thước màng

Loại màng	Kích thước inch (mm)
------------------	-----------------------------

TW30-4014	A	B	C	D
	14 (356)	1,05 (27)	0,75 (19)	3,9 (99)



Product Specifications

Product	Part Number	Active Area ft ² (m ²)	Applied Pressure psig (bar)	Permeate Flow Rate gpd (m ³ /d)	Stabilized Salt Rejection (%)
TW30-2026	80635	7 (0.7)	225 (15.5)	220 (0.83)	99.5
TW30-2514	80639	7 (0.7)	225 (15.5)	200 (0.76)	99.5
TW30-2521	80641	13 (1.2)	225 (15.5)	325 (1.23)	99.5
XLE-2521	154530	13 (1.2)	100 (6.9)	365 (1.38)	99.0
TW30-4014	80605	20 (1.9)	225 (15.5)	525 (1.99)	99.5
TW30-4021	80608	36 (3.3)	225 (15.5)	900 (3.41)	99.5
XLE-4021	154540	36 (3.3)	100 (6.9)	1,025 (3.88)	99.0

Hình 3.98: Thông số kỹ thuật của màng TW30 – 4014.

Chọn loại module: như ta đã biết có nhiều dạng module lọc. Tuy nhiên trên thị trường Việt Nam phổ biến nhất hiện nay là dạng module cuộn. Nên ta chọn dạng này thiết kế cho hệ thống R.O của mình.

Chế tạo module bằng cách, đặt tấm xếp mềm giữa 2 tấm màng phẳng, gắn kín 3 viền mép, viền thứ 4 còn lại gắn với ống góp. Nhiều cặp như vậy xếp chồng lên nhau qua tấm đệm mềm, sau đó cuộn lại thành ống. Nước đem đi lọc vào khe của tấm đệm với tốc độ đủ lớn, từ khe thấm qua màng lọc tập trung vào tấm rỗng và thu gom về ống góp. Đường kính mỗi cuộn đến 105 mm, chiều dài 1060 mm. Module này gắn chặt và có tổn thất áp lực thấp hơn dạng module tấm.

Tỷ lệ nước sạch (% dòng thấm) cho toàn hệ thống $R_c = 50 - 70\%$

=> chọn $R_c = 60\%$.

Lưu lượng dòng thấm qua hệ thống: $Q = 0,017 \text{ m}^3/\text{h} \times 60 \% = 0,01 \text{ m}^3/\text{h}$.

Số màng TW30 – 4014 trong hệ thống $n = \frac{10}{1,99} = 5,03$ màng.

Chọn $n = 5$ màng.

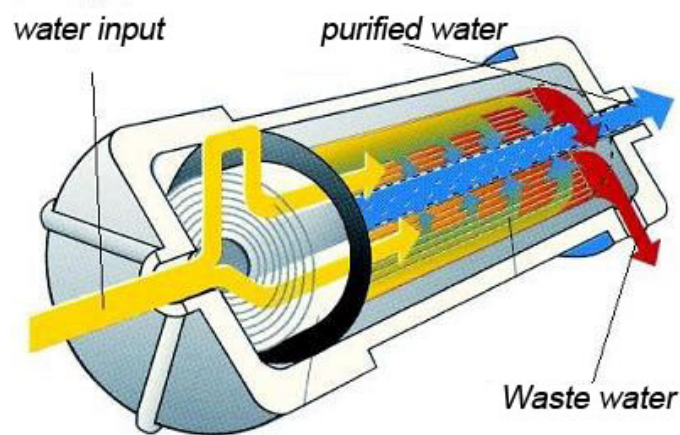
Lắp đặt 5 màng vào 1 vỏ áp lực.



Hình 3.99: Thông số kỹ thuật của màng TW30 – 4014.

Tóm lại, hệ thống R.O có:

- Lưu lượng dòng vào $0,017 \text{ m}^3/\text{h}$ và dòng thấm (dòng sản phẩm) là $0,01 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Tỷ lệ thu hồi nước sạch là 60 %.
- Loại màng TW30 – 4014, dạng module cuộn.
- Số lượng màng: 5 màng (element).



Hình 3.100: Hướng đi của nước trong màng R.O.

Hệ thống lọc nước có 9 lõi lọc.

Kích thước của lõi R.O: đường kính 99 mm, chiều dài 356 mm.

Công suất điện tiêu thụ: 24 W

Điện áp đầu vào: 220 V – 50 Hz.

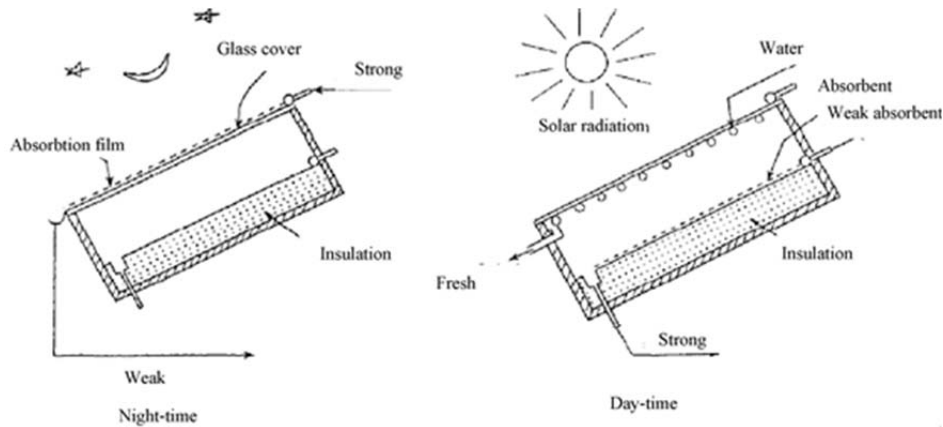
3.9. So sánh, đánh giá hiệu quả và tính khả thi của phương pháp được chọn.

3.9.1. Các phương pháp tách ẩm khác

Phương pháp thứ hai sử dụng công nghệ tách ẩm lấy nước trong không khí (Atmospheric water generation technology – AWG), bằng cách [118] làm lạnh không khí đến dưới điểm sương, sử dụng năng lượng mặt trời để làm khô hoặc tạo áp lực không khí. Hai kỹ thuật chính được sử dụng là tách ẩm bằng ngưng tụ và tách ẩm sử dụng chất hút ẩm. Công nghệ tách ẩm sử dụng khá phổ biến trên thế giới và được xem là một công nghệ thân thiện với môi trường, đóng vai trò chính trong việc phát triển bền vững sinh thái. Công nghệ tách ẩm được xem như là một sự lựa chọn mang tính đột phá cho các hệ thống cung cấp nước ở các khu vực có vấn đề về nguồn nước hay chất lượng nước. Công nghệ tách ẩm có khả năng cung cấp sản lượng nước cao hơn rất nhiều so với phương pháp thu sương thụ động.

Hall đề xuất một hệ thống sản xuất nước từ không khí sử dụng ethylene glycol làm chất hút ẩm và sử dụng năng lượng mặt trời để hoàn nguyên chất hút ẩm. Alayli thì sử dụng vật liệu composite hình chữ S điển hình để hấp thụ hơi ẩm từ không khí và sử dụng năng lượng mặt trời để tái sinh sau đó. Hamed đã kiểm tra hai phương pháp để lấy nước từ không khí bằng năng lượng mặt trời, đầu tiên là làm mát không khí ẩm đến nhiệt độ thấp hơn điểm sương và sử dụng năng lượng mặt trời hệ thống làm mát hấp thụ LiBr-H₂O. Phương pháp thứ hai là dựa trên hấp thụ độ ẩm từ không khí trong khí quyển vào ban đêm bằng cách sử dụng canxi clorua như chất hút ẩm, với việc thu hồi nước thu được trong thời gian ngày. Theo kết quả của nghiên cứu này, phương pháp thứ hai là phù hợp nhất để phục hồi nước từ không khí.

Abualhamayel và Gandhidasan kết hợp thu sương thụ động bằng bức xạ mặt trời (Hình 3.100)



Hình 3.101: Hệ thống ngưng tụ nước từ không khí thông qua năng lượng mặt trời.

Hệ thống này bao gồm bề mặt bị nghiêng và được phủ bởi một tấm kính đơn với một khoảng cách không khí khoảng 45 cm, phần dưới của lớp kính được cách điện tốt. Vào ban đêm, chất hấp thụ mạnh chảy xuống dưới dạng một màng mỏng trên lớp vỏ kính khi tiếp xúc với không khí xung quanh. Nếu áp suất hơi của chất hút ẩm mạnh hơn mức áp suất hơi của nước trong không khí trong bầu khí quyển, việc truyền khối lượng diễn ra từ bầu khí quyển tới chất hấp thụ. Do sự hấp thụ độ ẩm từ không khí xung quanh vào ban đêm, chất hấp thụ sẽ bị pha loãng. Chất hấp thụ giàu nước phải được làm nóng vào ban ngày để lấy nước khỏi chất hấp thụ yếu.

Đối với nguyên lý tách ẩm sử dụng chất hút ẩm, khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt chất hút ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ được hấp phụ vào chất hút ẩm. Chất hút ẩm có 2 dạng là dạng lỏng (LiCl, Trietylenglycol) hoặc dạng rắn (than hoạt tính, Silicagel, nhôm hoạt tính và rây phân tử).

a) Chất hút ẩm dạng lỏng

Chất hút ẩm dạng lỏng [40] thường là dung dịch liti clorua (LiCl), trietylen glycol. Khi không khí ẩm tiếp xúc với dung dịch chất hút ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ bị hấp thụ, không khí trở nên khô. Để tăng diện tích tiếp xúc với chất hút ẩm, người ta phun sương dung dịch chất hút ẩm và thổi dòng không khí đi ngược lại. Để hoàn nguyên chất hút ẩm, người ta dùng một tháp hoàn nguyên. Tại đây, dung dịch chất hút ẩm sẽ được phun sương, dòng khí hoàn nguyên với nhiệt độ cao khi tiếp xúc với dung dịch chất hút ẩm sẽ lấy bớt nước ra khỏi dung dịch này, sau đó dung dịch này lại được dùng để hút ẩm không khí.

Nhược điểm của phương pháp này:

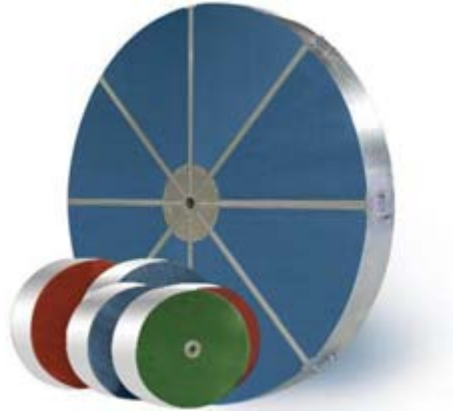
- Tháp hút ẩm có kích thước lớn.
- Lắp đặt khó khăn.
- Giá thành rất cao.
- Nếu dòng khí công tác và dòng khí hoàn nguyên không được lọc sạch thì sau một thời gian vận hành, dung dịch chất hút ẩm sẽ bị nhiễm bẩn.
- Sau một thời gian sử dụng phải định kỳ súc rửa tháp hút ẩm, điều này sẽ làm gián đoạn sản xuất.



Hình 3.102: Tháp hút ẩm dạng hấp thụ.

b) Chất hút ẩm dạng rắn

Chất hút ẩm dạng rắn gồm 3 loại chính: LiCl, Silicagel và rây phân tử (molecular sieve). Trong kỹ thuật điều hòa không khí, Silicagel là được sử dụng nhiều nhất, khi dòng không khí ẩm tiếp xúc với các hạt Silicagel, nước trong không khí bị hấp thụ và không khí trở nên khô hơn. Trong công nghiệp chất hút ẩm dạng rắn được sử dụng nhiều, bởi lợi thế diện tích bề mặt lớn, giá thành rẻ. Để tăng diện tích tiếp xúc với chất hút ẩm, người ta sử dụng rotor tổ ong (Hình 3.103).

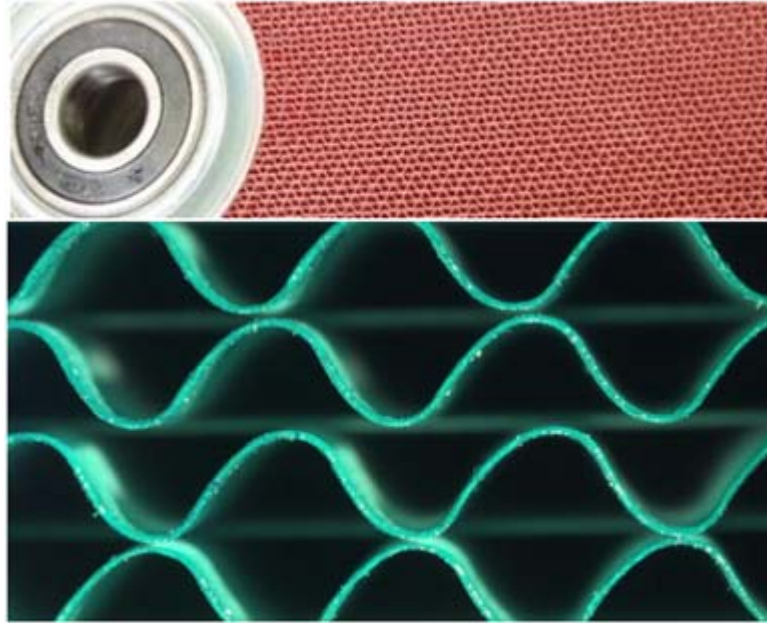


Hình 3.103: Rotor hút ẩm.

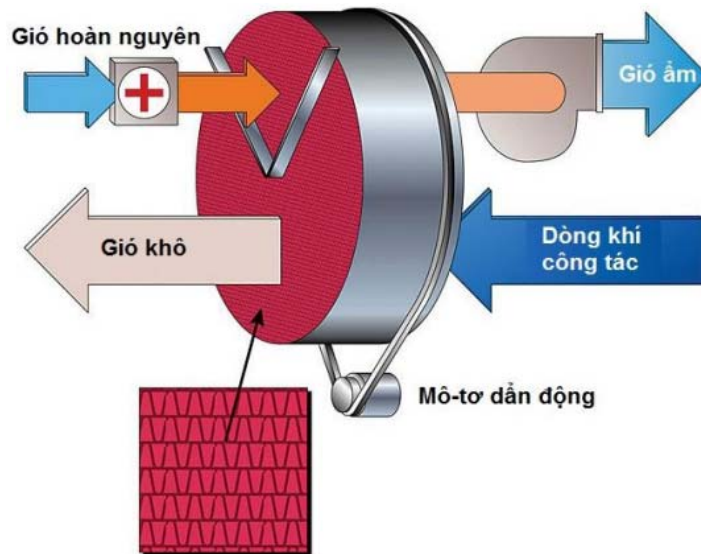
Vật liệu mang cấu trúc tổ ong: chất liệu thường là vải bằng sợi thủy tinh, nhựa chịu nhiệt và các chất dính dạng gốm. Các vật liệu mang này được xếp thành các lớp phẳng gợn sóng xen kẽ nhau (Hình 3.104), sau đó được cuộn lại thành dạng tròn, với chiều cao sóng dao động từ 0,85 – 5,2 mm, bề rộng sóng dao động từ 2 – 8,5 mm, diện tích bề mặt công tác dao động từ 900 – 5400 m²/m² rotor. Số lượng các sóng trên 1 cm² từ 15 – 500.

Chất hút ẩm trong rotor không cần thay thế trong suốt quá trình sử dụng do độ bền cao, tuổi thọ dao động từ 5 – 20 năm, năng suất hút ẩm giảm không đáng kể (15% sau 5 năm). Đường kính rotor có thể dao động từ 20 – 300 cm, dày từ 5 – 500 cm.

Ưu điểm của chất hút ẩm dạng rắn là có thể hoạt động ở nhiệt độ động sương thấp (-40 °C), hệ thống vận hành đơn giản (Hình 3.105), có thể loại bỏ các hợp chất hữu cơ trong không khí. Tuy nhiên phương pháp này tốn nhiều năng lượng để hoàn nguyên vật liệu dạng rắn hơn so với dạng lỏng, hệ thống cần được thiết kế lớn để đạt hiệu suất cao và tránh bị rò rỉ khí. Máy hút ẩm dạng rắn thường có công suất hút ẩm nhỏ từ 10 lít/ngày đến 50 lít/ngày.



Hình 3.104: Cấu tạo dạng tổ ong của rotor hút ẩm.



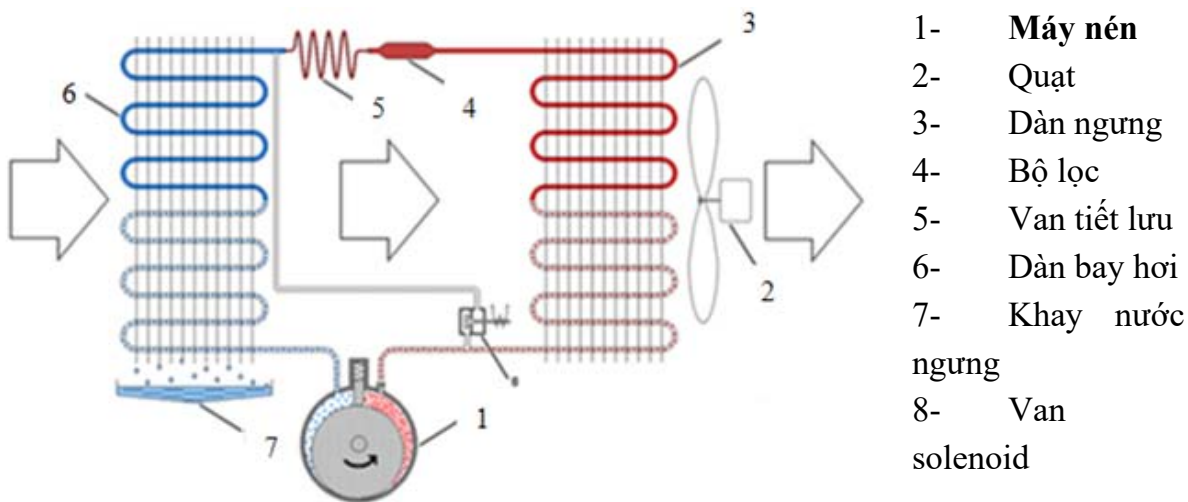
Hình 3.105: Hoạt động của rotor.

Tháng 10/2016 công ty SunToWater của Mỹ chế tạo thành công thiết bị sản xuất nước sạch từ không khí, thiết bị này có tên gọi là [120] SunToWater hoạt động gồm ba bước hấp thụ, tách nước và bù khoáng. Nước có thể dùng làm nước tưới cho cây hay cho chảy vào hồ bơi, ngoài ra nó có thể được dùng làm nước uống nếu được bù khoáng chất vào. Thiết bị này để sản xuất bốn lít nước thì cần 0,51 kWh, phụ thuộc vào sức nóng và độ ẩm trong môi trường. Hơi ẩm từ bên ngoài không khí sẽ được hấp thụ nhờ vào thiết bị chứa

muối, sau đó, muối được ngâm nước sẽ được nung nóng bằng thiết bị quang năng và không khí nóng, khiến nước tách khỏi muối. Hơi nước sau đó sẽ ngưng tụ và dẫn đến thùng chứa.

c) So sánh các phương pháp tách ẩm

Trong nguyên lý tách ẩm bằng làm lạnh ngưng tụ, khi không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đọng sương của không khí ẩm, nước trong không khí ẩm sẽ ngưng tụ trên bề mặt đó. Hiện tượng này thường hay xảy ra khi dòng không khí đi qua dàn lạnh. Không khí ẩm được đưa vào máy sấy khí và được làm lạnh đi trong thiết bị trao đổi nhiệt bằng không khí lạnh đi ra khỏi dàn lạnh của máy sấy khí. Quá trình làm lạnh sâu hơn sẽ được thực hiện ở dàn lạnh của chu trình lạnh (Hình 3.106), thông thường từ 3 – 5°C. Nước ngưng tụ được tách ra khỏi khí nén nhờ hệ thống máy sấy khí và chảy ra bồn chứa.



Hình 3.106: Dàn lạnh.

Bên cạnh sự phát triển của công nghệ tách ẩm, Wahlgren [121] đã phân tích những điểm mạnh cũng như những hạn chế về tính thực tiễn của các hệ thống này (Bảng 3.13.). Các yếu tố chính để so sánh cân nhắc giữa hai hệ thống này là: độ ẩm cần điều khiển, tỷ lệ nhiệt - ẩm, lưu lượng khí khô, độ sạch của khí khô và hiệu quả kinh tế năng lượng.

Bảng 3.13: Ưu điểm và hạn chế của các công nghệ tách ẩm tạo ra nước từ không khí (AWG)

Công nghệ	Ưu điểm	Hạn chế
-----------	---------	---------

<p>Ngưng tụ bằng dàn lạnh</p>	<p>Công nghệ cơ điện lạnh được nghiên cứu và phát triển rộng rãi, sử dụng cho tủ lạnh, máy lạnh và máy khử ẩm.</p> <p>Đạt hiệu suất tốt khi nhiệt độ khí ngưng tụ thấp và nhiệt độ dàn lạnh cao, độ ẩm cao.</p> <p>Chi phí ban đầu thấp.</p> <p>Quy trình vận hành và bảo trì hệ thống dễ dàng.</p> <p>Quá trình truyền nhiệt bị hạn chế.</p> <p>Có thể đạt được công suất rất lớn, phục vụ cho nhiều nhu cầu khác nhau.</p>	<p>Quy trình làm mát có thể làm đóng băng hơi nước ngưng tụ.</p> <p>Lưu lượng khí có thể bị giảm khi thiết bị bị đóng băng, cần thiết kế đặc biệt khi nhiệt độ đọng sương dưới 4,5°C.</p> <p>Không khí cần được lọc trước khi tách ẩm và bộ lọc cần thay thế thường xuyên.</p> <p>Năng lượng sử dụng cao để vận hành hệ thống làm lạnh.</p>
<p>Chất hút ẩm</p>	<p>Ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp tách ẩm từ không khí.</p> <p>Có thể hoạt động khi độ ẩm tương đối thấp và nhiệt độ đọng sương thấp.</p> <p>Nhu cầu năng lượng thấp.</p> <p>Được sử dụng nhiều cho phòng thí nghiệm hoặc các ứng dụng cần độ chính xác cao.</p> <p>Công suất hút ẩm nhỏ từ 10 l/ngày đến 50 l/ngày, phù hợp cho phục vụ sinh hoạt.</p>	<p>Hiệu suất không phù hợp cho nhu cầu tưới tiêu phục vụ nông nghiệp và sản xuất.</p> <p>Chi phí chế tạo các vật liệu nano hút ẩm khá cao.</p> <p>Cần hệ thống hoàn nguyên chất hút ẩm và thay thế sau một thời gian định kỳ.</p> <p>Nhu cầu năng lượng cao khi ứng dụng khử mặn từ nước biển nhằm chế tạo nước sạch.</p> <p>Chất hấp thụ lỏng gây ô nhiễm môi trường.</p> <p>Chất ô nhiễm trong không khí có thể làm giảm hiệu suất của chất hút ẩm.</p>

Mặc dù công nghệ tách ẩm bằng phương pháp làm lạnh ngưng tụ còn nhiều hạn chế, nhưng vẫn thích hợp nhất so với công nghệ sử dụng chất hút ẩm, có thể ứng dụng tại nhiều khu vực có đặc tính khí hậu khác nhau và có nhiều triển vọng tối ưu hóa thiết kế nhằm khắc phục các thiếu sót và nâng cao năng suất. Bên cạnh đó, vấn đề hiệu quả kinh tế năng lượng cũng được giải quyết bằng cách sử dụng các nguồn năng lượng thay thế như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, giúp nâng cao hiệu quả ứng dụng tại các khu vực thiếu điện hay hải đảo, đáp ứng nhu cầu nước sinh hoạt và đảm bảo chất lượng nước cho người dân.

3.9.2. Tính toán hiệu quả kinh tế, môi trường, tính khả thi của giải pháp được chọn, làm cơ sở cho bài toán đầu tư.

3.9.2.1. Chi phí vật tư chế tạo thiết bị

Vật tư chế tạo hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200 L/ngày bao gồm: hệ thống dàn nóng, hệ thống dàn lạnh, máy nén, quạt, hệ thống pin năng lượng mặt trời, hệ thống điều khiển và bộ hòa lưới điện. Chi phí sơ bộ được tổng hợp, thống kê và trình bày trong bảng 3.14.

Bảng 3.14: Bảng tính chi phí vật tư chế tạo thiết bị

STT	TÊN THIẾT BỊ	THÔNG SỐ KỸ THUẬT	ĐVT	SỐ LƯỢNG	ĐƠN GIÁ (VNĐ)	THÀNH TIỀN (VNĐ)
1	Dàn lạnh	Công suất: 5,0 kW	Cái	01	19.000.000	19.000.000
2	Dàn nóng	Công suất làm lạnh: 5,0 kW	Cái	01	23.400.000	23.400.000
3	Thiết bị lọc nước	Công suất lọc: 15 lit/h	Hệ thống	01	6.750.000	6.750.000
4	Hệ thống pin năng lượng mặt trời 100 W	Công suất: 6,0 kW	Tám	60	4.200.000	252.000.000
5	Bồn chứa nước	Chất liệu: SU304 Thể tích: 1m ³ Độ dày: 960 mm	Cái	01	2.845.000	2.845.000

6	Quạt làm mát Leipole	Nhà sản xuất: LEIPOLE Model: F2E – 120S – 230 Kích thước: 120 mm x 120 mm x 38 mm	Cái	01	11,5\$ (tương đương 276.000 VNĐ)	276.000
7	Máy nén khí	Công suất: 5,0 kW	Cái	01	15.050.000	15.050.000
8	Tủ điện điều khiển		Cái	01	4.000.000	4.000.000
9	Biến tần	Điện áp vào: 1 pha 220V±15% Tần số vào: 45Hz ~ 65Hz Điện áp ra: 3 pha 380V Tần số ra: 0.00Hz ~ 400.00Hz Công suất: 1Hp ~ 60Hp Vận hành liên tục, ổn định.	Cái	01	2.500.000	2.500.000
10	Đồng hồ điện tử		Cái	01	250.000	250.000
11	Bộ hòa lưới điện năng lượng mặt trời	Công suất: 5kW	Cái	03	10.000.000	30.000.000
12	Khung thiết bị		Hệ	01	8.000.000	8.000.000
TỔNG CỘNG						364.071.000

3.9.2.2. Chi phí xây dựng và lắp đặt hệ thống

Chi phí xây dựng và lắp đặt hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200 L/ngày được trình bày trong bảng 3.15.

Bảng 3.15: Bảng tính chi phí xây dựng

STT	HẠNG MỤC	SỐ LƯỢNG	ĐƠN GIÁ (VNĐ)	THÀNH TIỀN (VNĐ)
1	Bộ chứa hệ thống tách ẩm	01	2.500.000	2.500.000
2	Hệ thống đường ống nước và dây điện	01	1.000.000	1.000.000
TỔNG CỘNG				3.500.000

3.9.2.3. Chi phí khấu hao và bảo trì, sửa chữa

Chi phí xây dựng cơ bản được khấu hao trong 20 năm, chi phí máy móc thiết bị được khấu hao trong 10 năm:

$$T_{kh} = \frac{T_{xd}}{20} + \frac{T_{tb}}{10} = \frac{3.500.000}{20} + \frac{364.071.000}{10} = 36.582.100 \text{ (VNĐ/năm)}$$

Như vậy, suất đầu tư cho 1 lít nước bằng $36.582.100 / 365 / 200 = 501$ đồng/lít

Chi phí sửa chữa chiếm 2% chi phí khấu hao:

$$T_s = 36.582.100 \times 2\% = 731.642 \text{ (VNĐ/năm)}$$

3.9.2.4. Chi phí vận hành hệ thống thiết bị tách ẩm

Khi hệ thống vận hành, lượng điện năng tiêu thụ của hệ thống chủ yếu do máy nén công suất 5 kW dùng để vận hành dàn nóng và dàn lạnh; và máy bơm công suất 24W dùng trong hệ thống lọc nước RO.

Chi phí vận hành hệ thống thiết bị tách ẩm công suất 200 L/ngày được trình bày trong bảng 3.16.

Bảng 3.16: Bảng tính chi phí tiêu thụ điện năng

STT	TÊN THIẾT BỊ	SỐ LƯỢNG	CÔNG SUẤT (kW)	THỜI GIAN HOẠT ĐỘNG (h/ ngày)	TỔNG ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ (kWh/ngày)
1	Hệ thống tách ẩm	01	5,0	8	40
2	Thiết bị lọc nước	01	0,024	5	0,12
TỔNG CỘNG					40,12

Chi phí điện năng sử dụng trong 1 ngày:

$$C_1 = 40,12 \times 1.600 = 64.192 \text{ (VNĐ/ngày)}$$

Chi phí nhân công và bảo dưỡng: Hệ thống tách ẩm từ không khí có thể tự quản lý, không cần đến nhân công, nên chỉ tính chi phí bảo trì – bảo dưỡng thiết bị:

$$\text{Chi phí bảo dưỡng thiết bị: } C_2 = 731.642 \text{ (VNĐ/năm)} = 2004,5 \text{ (VNĐ/ngày)}$$

Vậy tổng chi phí vận hành xử lý 1 lít nước ngọt trong 1 ngày là:

$$C = \frac{C_1 + C_2}{200} = \frac{64.192 + 2004,5}{200} = 331 \text{ (VNĐ/ngày.lit)}$$

Tuy nhiên, nếu hệ thống sử dụng nguồn điện năng từ pin năng lượng mặt trời, chi phí tiêu thụ điện được giảm trừ. Như vậy, chi phí vận hành xử lý nước ngọt chỉ còn là chi phí bảo dưỡng thiết bị, và bằng 10 đồng/lit.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận:

- Đề tài đã nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo thành công thiết bị tách ẩm và làm sạch nước lỏng từ không khí để sản xuất nước uống phục vụ người dân vùng hạn hán trong điều kiện tác động mạnh của biến đổi khí hậu.
- Trên cơ sở đó, một hệ thống thiết bị tách ẩm với công suất 200 L/ngày sử dụng cả 2 nguồn điện (nguồn điện từ lưới điện quốc gia và nguồn điện từ pin năng lượng mặt trời) đã được chế tạo, lắp đặt và vận hành thành công tại tỉnh Ninh Thuận, một trong những địa phương chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của hạn hán trong nhiều năm qua.
 - Với độ ẩm 54,5% và nhiệt độ không khí đầu vào là 29,5⁰C là điều kiện trung bình tại tỉnh Ninh Thuận, thiết bị sản xuất được trung bình khoảng 260 lít nước trong khoảng thời gian một ngày (8h)
 - Nước uống thu được đảm bảo các tiêu chuẩn của Bộ Y Tế.
 - Hệ thống năng lượng mặt trời đã đảm bảo cung cấp đủ điện cho hệ thống hoạt động, với công suất thiết kế 5kW. Trong khoảng 1 ngày vận hành (trung bình 8h), hệ thống tiêu thụ hết 40,8 kWh điện. Ngoài ra hệ thống còn phát điện dư lên lưới điện, mỗi tuần 2 ngày đầy đủ và phát công suất dư lên lưới cho những ngày thiết bị hoạt động, mỗi tháng khoảng 400kWh.
 - Hệ thống pilot đã được xác định có hiệu quả, cung cấp nước uống cho hơn 1000 học sinh cũng như nhân dân vùng hạn hán tại tỉnh Ninh Thuận.
- Hệ thống tách ẩm từ không khí cung cấp nước uống có thể được coi là một lựa chọn tốt cho người dân vùng hạn hán, vùng sâu vùng xa trong điều kiện ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Với mức tiêu thụ điện năng khoảng 0,15 kWh/L, chi phí sản xuất cho nước uống có thể cạnh tranh được với các nguồn cung cấp hiện nay, giúp cho phương án này hoàn toàn có khả năng triển khai trong thực tế, đặc biệt cho các vùng sâu, vùng xa, các vùng chịu ảnh hưởng nặng nề của hạn hán do biến đổi khí hậu.

– Phương pháp tách ẩm từ không khí để sản xuất nước uống đã được nộp đơn đăng ký sở hữu trí tuệ và đã sẵn sàng chuyển giao công nghệ để sản xuất hàng loạt, phục vụ người dân vùng hạn hán. Phương pháp sử dụng điện mặt trời để cung cấp năng lượng cho hệ thống cũng có thể thay thế bằng các phương pháp khác như điện gió, thủy điện nhỏ,...tùy thuộc địa điểm cần triển khai cũng như sự sẵn sàng của các nguồn năng lượng tái tạo này. Ngoài ra, sự triển khai mạnh mẽ chính sách của nhà nước về tiêu thụ năng lượng tái tạo cũng sẽ góp phần cho phương pháp này có cơ sở trở thành hiện thực.

4.2. Kiến nghị

Với kết quả nghiên cứu đạt được, đề tài cũng xin đề xuất một số kiến nghị như sau:

– Các kết quả này mở ra triển vọng cho việc cung cấp nước sạch vùng hạn hán, đặc biệt những vùng bị ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu. Khi có điều kiện, đề tài nên tiếp tục theo hướng thực hiện dự án sản xuất thử nghiệm để đánh giá về giá thành đầu tư, quy mô sản xuất, năng lực cung cấp thực tế để có thể đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dân trong sinh hoạt và sản xuất.

– Cần tiếp tục nghiên cứu để áp dụng các thành quả có được không chỉ cho vùng hạn hán mà cho cả các vùng sâu, vùng xa như biên giới, hải đảo, nơi không có nguồn nước ngọt. Cũng cần nghiên cứu các phương án điện tái tạo khác như điện gió, điện thủy triều, sóng biển cho phù hợp với hoàn cảnh thực tế tại các địa phương, các ngành.

- Để giảm giá thành chế tạo thiết bị, cần xem xét không sử dụng lõi lọc RO tương đối đắt tiền, mà chỉ tập trung xử lý bằng than hoạt tính. Phương pháp này vẫn có khả năng làm sạch và khử trùng nước vì bản chất nước ngưng từ không khí cũng tương đối sạch.

- Khi áp dụng thực tế, có thể xem xét thay thế phương án khử trùng bằng ozôn bằng phương pháp sử dụng tia UV, tùy thuộc khả năng cung cấp thiết bị và khả năng thay thế chi tiết thiết bị tại địa phương.

- Cần lưu ý phương án xử lý môi trường sau nhiều năm hoạt động của hệ thống, đặc biệt đối với hệ thống có sử dụng acquy và tấm pin năng lượng mặt trời

Lời cảm ơn: Đề tài xin được bày tỏ lòng cảm ơn đối với Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, qua Chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ cấp quốc gia BDKH/16-20, đã cung cấp kinh phí cho các nghiên cứu này,

Sự hợp tác của các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp tại Trường Đại học Bách Khoa-ĐHQG TP.HCM, Công ty TTNHH Elecsun, Công ty TNHH Cơ Nhiệt Điện lạnh Bách Khoa, Trường Tiểu học Văn Lâm- Ninh Thuận cũng như của các em sinh viên, nghiên cứu sinh là sự đóng góp quý báu cho việc hoàn thành công trình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hamed AM, Kabeel AE, Zeidan EB, Aly AA (2010) A technical review on the extraction of water from atmospheric air in arid zones. *JP J Heat Mass Transfer* 4(3):213–228
- [2] Gindel I (1965) Irrigation of plants with atmospheric water within the desert. *Nature* 207:1173–1175
- [3] Beysens D (1995) The formation of dew. *Atmos Res* 39:215–237
- [4] Agam N, Berliner PR (2006) Dew formation and water vapor adsorption in semi-arid environments—a review. *J Arid Environ* 65:572–590
- [5] OPUR: “International Organization for Dew Utilization”, (2006)
- [6] Nilsson T., W.E.Vargas, G.A.Niklasson, C.G.Granqvist, (1994), Condensation of water by radiative cooling. *Sol. Energy*, 5(f):310-317
- [7] Nilsson T, (1996). Initial experiments on dew collection in Sweden and Tanzania. *Sol. Energy Mat. Sol. Cells.* 40:23-32.
- [8] Clus O, Ortega P, Muselli M, Milimouk I, Beysens D (2008) Study of dew water collection in humid tropical islands. *J Hydrol* 361:159–171
- [9] Awanou Cossi N. and Hazoume R.P., (1997). Study of natural condensation of atmospheric humidity. *Renewable Energy* 10 (1), 19-34
- [10] Clus, O., P. Ortega, M. Muselli, I. Milimouk, D. Beysens, (2006). Dew formation and collection in a humid tropical climate (French Polynesia). *Journal of hydrology*, submitted
- [11] Clus O, Ouazzani J, Muselli M, Nikolayev VS, Sharan G, Beysens D (2009) Comparison of various radiation-cooled dew condensers using computational fluid dynamics. *Desalination* 249:707–7012
- [12] McCabe WI, Smith JC, Hariott P (1993) Unit operation of chemical engineering, 5th edn. McGraw Hill Chemical Engineering Series

- [13] Alnaser WE, Barakat A (2000) Use of condensed water vapour from the atmosphere for irrigation in Bahrain. *Appl Energy* 65:3–18
- [14] Monteith JL, Unsworth MH (1990) Principles of environmental physics, 2nd edn. Routledge Chapman & Hall Inc., New York
- [15] Muselli M, Beyesens D, Milimouk I (2006) A comparative study of two large radiative dew water condensers. *J Arid Environ* 64:54–76
- [16] Maestre-Valero JF, Martinez-Alvarez V, Baille V, Martin-Gorriz B, Gallego-Elvira B (2011) Comparative analysis of two polyethylene foil materials for dew harvesting in a semi-arid climate. *J Hydrol* 410:84–91
- [17] Lekouch I, Lekouch K, Muselli M, Mongruel A, Kabbachi B (2012) Rooftop dew, fog and rain collection in southwest Morocco and predictive dew modeling using neural networks. *J Hydrol* 448–449:60–72
- [18] Jacobs AFG, Heusinkveld BG, Berkowicz SM (2008) Passive dew collection in a grassland area, The Netherlands. *Atmos Res* 87:377–385
- [19] Clus O, Ortega P, Muselli M, Milimouk I, Beysens D (2008) Study of dew water collection in humid tropical islands. *J Hydrol* 361:159–171
- [20] Khalil B, Adamowski J, Ezzeldine M (2015) Dew water collection as non-conventional source of water. Proceedings of the 22nd Canadian hydrotechnical conference, Montreal
- [21] Cereceda P., Larrain H., P.Lázaro P., Osses P., Schemenauer R.S., Boroevic X. (2000). La niebla, agua potable para zonas rurales. *Revista Terra Australis. Chile.* 45 : 143-160.
- [22] Cereceda P., Schemenauer R.S., Suit M. (1992). An alternative water supply for Chilean coastal desert villages. *Water Resources Development.* Vol.8 (1). Geobase, Elsevier. pp. 53-59.
- [23] Cereceda P., Schemenauer R.S., (1998). Fogwater collection at El Tofo, Chile and other coastal sites in South America and Arabia. 1st

- International Conference on Fog and Fog Collection. IDRC, Vancouver, Ottawa, Canada. pp. 409-411.
- [24] Olivier J., De Rautenbach C.J., (2002). The implementation of fog water collection systems in South Africa. *Atmospheric Research*. Elsevier. 64. pp. 227-238.
- [25] L. L. Dodson, (2015), Harvesting Fresh Water from Fog in Rural Morocco: Research and Impact Dar Si Hmad's Fogwater Project in Aït Baamrane, *Procedia Engineering*, (107) 186-193
- [26] UNDP. United Nations Development Programme. Human Development Report. Morocco country profile. (2014).
- [27] Schemenauer RS, Cereceda P (1994a) A proposed standard fog collector for use in high-elevation regions. *J Appl Meteorol* 33:1313–1322
- [28] Lummerich A, Tiedemann K (2009) Fog farming: linking sustainable land management with ecological renaturation in arid areas by means of reforestation. In: Conference on international research on food security, natural resource management and rural development. Hamburg
- [29] Lummerich A, Tiedemann K (2011) Fog harvesting on the verge of economic competitiveness. *Erdkunde* 65:305–306
- [30] Shanyengana ES, Sanderson RD, Seely MK, Schemenauer RS (2003) Testing greenhouse shade nets in collection of fog for water supply. *J Water Supply Res Technol AQUA* 52:237–241
- [31] van Heerden J, Olivier J, Schalkwyk V (2010) Fog water systems in South Africa: In: Proceedings of the 5th international conference on fog, fog collection, and dew. Munster
- [32] K.-C. Park, S. S. Chhatre, G.H. McKinle, (2013), Optimal Design of Permeable Fiber Network Structures for Fog Harvesting, *Langmuir*, 29 (43), 13269–13277

- [33] <http://www.warkawater.org/>
- [34] Wahlgren RV (2000) Atmospheric water vapour processor designs for potable water production: a review. *Water Resour* 35(1):1–22
- [35] V. V. Tygarinov, “An equipment for Collecting Water from Air,” Patent No. 69751, Russia, 1947.
- [36] Reidy, J.J. (1992) Portable air-water generator - USA Patent 5106512. <http://www.freepatentsonline.com/5106512.html>.
- [37] Shrivastava P. , (1995) Environmental technologies and competitive advantage, "Journal of Strategic Management", 16, pp. 20–83
- [38] M. Kobayashi, (1963), “A Method of Obtaining Water in Arid Land,” *Solar Energy*, Vol. 7, pp. 93-99
- [39] Graham CD, Dybvig ES (1946) Refrigerating apparatus. US Patent 2401560, US Patent and Trademark Office, Washington
- [40] A. M. Hamed, (2000) “Absorption-Regeneration Cycle for Production of Water from Air-theoretical Approach,” *Renewable Energy*, Vol. 19, No. 4, , pp. 625-635
- [41] R. C. Hall, (1966) Production of water from the atmosphere by absorption with subsequent recovery in a solar still, *Solar Energy* 10, 42-45.
- [42] Lund B. G. A. (1973) Extracting water from the atmosphere. United States Patent 3,777,456.
- [43] Clarke N. P. (1993) Atmospheric water collection device. United States Patent 5,233,843.
- [44] H. Sofrata, (1981) Non-conventional system for water collection, *Proc. of Solar Desalination Workshop*, 71-87.
- [45] <http://blog.vmacair.com/2016/08/08/most-common-compressed-air-drying-methods/>

- [46] Groth W. and Hussmann P. (1979) Process and system for recovering water from the atmosphere. United States Patent 4,146,372.
- [47] Takeyama T., Azuma K., Ikeda A., Yamamoto T. And Katsurada S. (1982) Water producing apparatus. United States Patent 4,365,979.
- [48] Bennett C. E. (1983) Heat energized vapor adsorbent pump. United States Patent 4,377,398.
- [49] YU. I. aristov, V. N. Parmon, (1999) "New Composite Sorbents for Solar-driven Technology of Fresh Water Production from the Atmosphere," Solar Energy, Vol. 66, No. 2, , pp. 165-168.
- [50] G. Ji, R. Z. Wang and L. X. Li, (2007), "New Composite Adsorbent for Solar-Driven Fresh Water Production from the Atmosphere," Desalination, Vol. 212, No. 1-3, pp. 176-182
- [51] H. I. Abualhamayel, P. Gandhidasan, (1997) "A Method of Obtaining Fresh Water from the Humid Atmosphere," Desalination, Vol. 113, pp. 51-63.
- [52] Klemic J (2005) Atmospheric water absorption and retrieve device. US Patent No. 6869464, US Patent and Trademark Office, Washington
- [53] Wahlgren R. V. (1993) Atmospheric water vapour proces-sing. Waterlines 12(2), 20±22.
- [54] Beysens D. A., Milimouk I. and Nikolayev V. (1998) Dew recovery: old dreams and actual results. In Proceedings: First International Conference on Fog and Fog Collection, Vancouver, Canada, 19±24 July 1998, eds R. S. Scheme- nauer and H. Bridgman, pp. 269±272.
- [55] Gerard R. D. and Worzel J. L. (1972) Atmospheric water extraction over the ocean, Beneficial Modifcations of the Marine Environment. Proceedings of Symposium Sponsored by National Research Council and

Dept. of the Interior, Washington, DC, National Academy of Sciences, 66±84.

- [56] Groth W. and Hussmann P. (1979) Process and system for recovering water from the atmosphere. United States Patent 4,146,372.
- [57] Lund B. G. A. (1973) Extracting water from the atmosphere. United States Patent 3,777,456.
- [58] Harrison L. G. (1996) Water recovery device for reclaiming and re®ltering atmospheric water. United States Patent 5,553,459.
- [59] Poindexter F. (1994) Potable water collection apparatus. United States Patent 5,301,516.
- [60] HellstroÈm B. (1969) Potable water extracted from the air report on laboratory experiments. Journal of Hydrology 9, 1±19.
- [61] ADS (1999) The Rainmaker. Advanced Dryer Systems, Inc. (ADS), Gainesville, Florida, USA. www.advanceddryer.com/rainmaker/rainmake.htm ,
- [62] Peters GM, Blackburn NJ, Armediion M (2013) Environmental assessment of air to water machines—triangulation to manage scope uncertainty. Int J Life Cycle Assess 18:1149–1157
- [63] <http://www.airtowater-africa.com/index.html>
- [64] <http://www.airwaterconcept.com/en/our-products>
- [65] <http://airtowatertech.com/technology/>
- [66] http://www.islandsky.com/index.php?option=com_content&view=article&id=117
- [67] <http://store.ecoloblue-world.com/en/40-eb-30-deluxe-solar-kit.html>
- [68] <http://www.eolewater.com/gb/our-products/range.html>

- [69] Phan Anh Tân, (2012) Đề tài : Xây dựng giải pháp, thiết kế chế tạo hệ thống cung cấp nước uống thu từ không khí có độ ẩm cao, sử dụng năng lượng gió, phục vụ trạm tuần tra biên giới tại vùng cao núi đá Hà Giang, Viện ứng dụng công nghệ,
- [70] Tổng cục thống kê, Niên giám thống kê tỉnh Bình Thuận 2015
- [71] Cổng thông tin điện tử tỉnh Bình Thuận
http://www.binhthuan.gov.vn/wps/portal/binhthuan/chinhquyen/tintuc/BinhThuanbianhhuonghanhannangnhattrong_khu_vuc_nam_trung_bo
- [72] Đài KTTV tỉnh Ninh Thuận, tháng 12//2015, Nhận định tình hình KTTV mùa khô năm 2016 khu vực tỉnh Ninh Thuận.
- [73] Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Ninh Thuận, tháng 11/2015, Báo cáo Kết quả thực hiện nhiệm vụ năm 2015 và kế hoạch phát triển sản xuất, chỉ đạo điều hành Nông nghiệp và PTNT năm 2016.
- [74] Ủy ban nhân dân tỉnh Ninh Thuận, tháng 3/2016, Quyết định Về việc công bố thiên tai (hạn hán) xảy ra từ ngày 01 tháng 3 năm 2016 tại một địa phương trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.
- [75] Ủy ban nhân dân tỉnh Ninh Thuận, tháng 6/2015, Quyết định Về việc công bố thiên tai (hạn hán) xảy ra từ ngày 01/01/2015 trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận
- [76] Đặng Thanh Bình - Phan Hoàn- Quý Minh Trung, Đánh giá tác động của hạn hán thiếu nước đến sản xuất nông nghiệp tại ninh thuận, Báo cáo tham luận tại hội thảo khoa học “nước và việc làm” 2016
- [77] Báo cáo tình hình khô hạn ở Tây Nguyên, tháng 5/2016, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên
- [78] <http://baodaklak.vn/>, Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn

- [79] Quy chuẩn xây dựng Việt Nam Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng 2008
- [80] Ngô Đình Tuấn, 2012: Nghiên cứu ứng dụng đồng bộ các giải pháp khoa học và công nghệ nhằm phát triển bền vững kinh tế - xã hội – môi trường, vùng khan hiếm nước Ninh Thuận và Bình Thuận phòng chống hoang mạc hoá, báo cáo tổng kết đề tài Độc lập cấp Nhà nước. Lưu trữ tại Trung tâm Thông tin Bộ KH&CN, Hà Nội.
- [81] UBND tỉnh Ninh Thuận, 2008: Điều chỉnh, bổ sung quy hoạch thủy lợi tỉnh Ninh Thuận đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020.
- [82] DHI, 2009: MIKE BASIN User Guide.
- [83] Viện Quy hoạch thủy lợi, 2010: Tài liệu bồi dưỡng cán bộ quy hoạch thủy lợi - Mô hình Mike Basin.
- [84] Cục Thống kê Ninh Thuận, Niên giám thống kê năm 2010.
- [85] UBND tỉnh Ninh Thuận, 2011: Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội tỉnh Ninh Thuận đến năm 2020.
- [86] Nghị định số 120/2008/NĐ-CP của Chính phủ: Về quản lý lưu vực sông, Ban hành ngày 01/12/2008.
- [87] Nguyễn Đức Lợi; Phạm Văn Tuyền. Kỹ thuật lạnh cơ sở, NXB Giáo dục.
- [88] Nguyễn Đức Lợi. Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.
- [89] B. Gido, E. Friedler, D.M. Broday, Assessment of atmospheric moisture harvesting by direct cooling, Atmospheric Research 182 (2016) 156-162.
- [90] A.M. Hamed, Absorption-regeneration cycle for production of water from air-theoretical approach, Renewable Energy, Vol. 19, 2000, No. 4, pp. 625-635.
- [91] A.M. Hamed. A technical review on the extraction of water from atmospheric air in air-dried zones, October 2010.
- [92] Võ Chí Chính, Tính toán thiết kế hệ thống điều hòa không khí.

- [93] Võ Chí Chính, Dàn ngưng giải nhiệt bằng không khí.
- [94] Võ Chí Chính, Giáo trình phân tích ưu điểm và nhược điểm của dàn ngưng không khí đối cường bức.
- [95] Trần Thanh Kỳ, Máy Lạnh, Nhà xuất bản đại học quốc gia thành phố hồ chí minh, năm 2004, pp. 139 – 238.
- [96] Nguyễn Duy Long. “Xây dựng hệ thống sử dụng năng lượng mặt trời cho chiếu sáng”. Internet: <http://luanvan.co/luan-van/de-tai-xay-dung-he-thong-su-dung-nang-luong-mat-troi-cho-chieu-sang-60556/>.
- [97] Vũ Phong. “ Cường độ bức xạ năng lượng mặt trời tại các khu vực Việt Nam”. Internet: <https://solarpower.vn/cuong-do-buc-xa-nang-luong-mat-troi-tai-cac-khu-vuc-viet-nam/>. 2009 – 2017.
- [98] Trần Đức Ba. Công nghệ lạnh thủy sản.
- [99] Tập đoàn Điện lực Việt Nam, Biểu giá bán lẻ điện-
<https://www.evn.com.vn/c3/evn-va-khach-hang/Bieu-gia-ban-le-dien-9-79.aspx>
- [100] Lenntech. “Dow Water Solutions FILMTEC™ Membranes Product Information Catalog”. Internet: <https://www.lenntech.com/Data-sheets/Filmtec-Reverse-Osmosis-Product-Catalog-L.pdf>. Form No. 609 – 00204 – 1108.
- [101] Robert A. Nelson, Air wells, fog fences & dew ponds methods for recovery of atmospheric humidity, 2003.
- [102] Jacopo Prisco, CNN. Desert ‘fog catchers’ make water out of thin air, November 18, 2016.
- [103] Renee Cho, The fog collectors: harvesting water from thin air, 3/2011.
- [104] Felipe Abreu and Luiz Felipe Silva Chile. Trapping humidity out of fog in Chile, 17 May 2015.
- [105] Beth Buczynski. MIT develops advanced fog harvesting material that pulls 5x more water from thin air, 17/05/2015.

- [106] David L. Chandler, MIT News Office. How to get fresh water out of thin air, august 30, 2013.
- [107] University of Washington CBE SEFS GH. fog collection basic, 2017.
- [108] Shanyengana ES, Sanderson RD, Seely MK, Schemenauer RS. Testing greenhouse shade nets in collection of fog for water supply. J Water Supply Res Technol AQUA 52:237–241, 2003.
- [109] Van Heerden J, Olivier J, Schalkwyk V. Fog water systems in South Africa: In: Proceedings of the 5th international conference on fog, fog collection, and dew. Munster, 2010.
- [110] Bebecca Paul. DropNet fog collector harvests the mist to create pure drinking water, 19/02/2010.
- [111] Thế giới trẻ. Tương lai con người không lo thiếu nước nhờ phát minh tuyệt diệu này, 02/07/2016.
- [112] Kistof Retezar, Fontus.
- [113] Bnew. Phát minh “máy gặt nước” từ không khí. 17/04/2017.
- [114] Báo Khánh Hòa. Thiết bị biến không khí thành nước sạch có thể dùng ở Việt Nam. 12/10/2016.
- [115] Báo tiền phong. “Lưới lọc nước từ sương mù lớn nhất thế giới”, 23/11/2016.
- [116] Công an Bình Thuận. Thiết bị thu nước từ sương mù mang đến hy vọng cho những nơi thiếu nước, 10/09/2009.
- [117] ClimateTechWiki.org, Fog harvesting.
- [118] Wikipedia.org. Atmospheric water generato. 19 September 2017.
- [119] mayxulyamcongnghep. Lý thuyết về nguyên lý tách ẩm. 08/2016.
- [120] Báo Vnexpress.net. Thiết bị biến không khí thành nước sạch bằng năng lượng mặt trời. 25/10/2016.

- [121] R. V. Wahlgren. “Atmospheric Water Vapour Processor Designs for Potable Water Production: a Review,” *Water Resources Management*, 2001. Vol. 35, No. 1, pp 1-22.
- [122] Lý Cẩm Hùng, Lê Văn Lữ, Phan Đình Tuấn, Lê Hữu Quỳnh Anh, Thiết bị tách ẩm từ không khí công suất 10L/ngày phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân, Báo cáo toàn văn Hội nghị Sơ kết Chương trình KH-CN cấp quốc gia Ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường giai đoạn 2016-2010, Hà Nội, Tháng 12/2018.
- [123] Lý Cẩm Hùng, Lê Văn Lữ, Hoàng Trung Ngôn, Lê Hữu Quỳnh Anh, Phan Đình Tuấn, Phan Đình Tuấn, Cung cấp nước sạch cho vùng hạn hán trong điều kiện biến đổi khí hậu khắc nghiệt bằng công nghệ tách ẩm từ không khí, Tuyển tập Báo cáo toàn văn Kỳ yếu Hội nghị Khoa học công nghệ lần thứ 4 “ Quản lý hiệu quả tài nguyên thiên nhiên và môi trường, thích ứng với biến đổi khí hậu”, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2018.
- [124] Khanh Duong, Water from the air saves dry regions, Vietnam News, <https://vietnamnews.vn/english-through-the-news/466233/water-from-thin-air.html#aTFSvOTTSFcF56sz.97>

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
HỘI ĐỒNG TƯ VẤN ĐÁNH GIÁ,
NGHIỆM THU CẤP QUỐC GIA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 10 tháng 5 năm 2019

**BIÊN BẢN ĐÁNH GIÁ
KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP QUỐC GIA**

I. Những thông tin chung

1. Tên đề tài: “Nghiên cứu thử nghiệm chế tạo thiết bị tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu”

Mã số: BDKH.06/16-20

Thuộc Chương trình Khoa học và công nghệ cấp quốc gia “Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016 - 2020”, mã số BDKH/16-20.

Chủ nhiệm đề tài: PGS.TS. Lê Văn Lữ

Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh, Bộ Tài nguyên và Môi trường

2. Quyết định thành lập Hội đồng và Tổ chuyên gia (nếu có)

Số: 728/QĐ-BTNMT ngày 27/3/2019 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc thành lập Hội đồng và Tổ chuyên gia tư vấn đánh giá nghiệm thu kết quả thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp quốc gia.

3. Địa điểm và thời gian họp Hội đồng:

Thời gian: ngày 10/5/2019

- Bắt đầu: 8 giờ 30 phút

- Kết thúc: 11 giờ 30 phút

Địa điểm: Phòng A1801, trụ sở Bộ Tài nguyên và Môi trường, số 10 Tôn Thất Thuyết, Hà Nội

4. Số thành viên Hội đồng có mặt trên tổng số thành viên: 08/09

Vắng mặt: 01 người, gồm: TS. Lê Văn Chính

5. Khách mời tham dự họp Hội đồng

TT	Đơn vị công tác	Họ và tên
1	Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ TN&MT	TS. Trần Bình Trọng
2	Vụ Kế hoạch – Tài chính, Bộ TN&MT	Ông Nguyễn Đức Cường
3	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh	GS.TS. Phan Đình Tuấn

II. Nội dung làm việc của Hội đồng

Sau khi Ông Nguyễn Anh Dũng đại diện cơ quan nghiệm thu công bố quyết định thành lập hội đồng đánh giá, nghiệm thu, danh sách các thành viên hội đồng và giới thiệu các đại biểu tham dự phiên họp,

1. Chủ tịch điều khiển phiên họp hội đồng:

- Thông qua chương trình làm việc của hội đồng;
- Bầu TS. Lê Thanh Sơn là thư ký khoa học
- Bầu PGS.TS. Trường Ngọc Tuấn, PGS.TS. Nguyễn Việt Dũng, TS. Lê Thanh Sơn là thành viên ban kiểm phiếu;

2. Hội đồng đã nghe Chủ nhiệm nhiệm vụ trình bày báo cáo tóm tắt quá trình tổ chức thực hiện, báo cáo các sản phẩm khoa học và tự đánh giá kết quả thực hiện nhiệm vụ.

3. Hội đồng đã trao đổi nêu câu hỏi đối với chủ nhiệm nhiệm vụ;

4. Chủ nhiệm nhiệm vụ trả lời các câu hỏi của các thành viên Hội đồng; cung cấp thông tin, giải trình và bảo vệ kết quả tự đánh giá kết quả thực hiện nhiệm vụ.

5. Hội đồng họp riêng:

5.1. Hội đồng đã nghe:

- Báo cáo thẩm định của Tổ chuyên gia;
- Phiếu nhận xét của uỷ viên phản biện;
- Phiếu nhận xét của TS. Lê Văn Chính.

5.2. Hội đồng đã trao đổi, thảo luận:

- Hội đồng đã nêu câu hỏi đối với các uỷ viên phản biện và thành viên tổ chuyên gia về từng chỉ tiêu đánh giá đã được quy định.

- Trên cơ sở đã xem xét, nghiên cứu toàn bộ hồ sơ đánh giá và các tài liệu, văn bản liên quan; kết quả đo đạc kiểm định lại những thông số kỹ thuật (nếu có); Hội đồng đã tham khảo Báo cáo thẩm định của Tổ chuyên gia (nếu có) và

các Phiếu nhận xét đánh giá của các uỷ viên phản biện; trao đổi thảo luận, nhận định về các kết quả của nhiệm vụ theo từng nội dung theo quy định; Hội đồng đã thực hiện đánh giá kết quả của nhiệm vụ theo mẫu.

5.3.Hội đồng đã bỏ phiếu đánh giá. Kết quả kiểm phiếu đánh giá được trình bày trong biên bản kiểm phiếu gửi kèm theo.

6. Kết luận của Hội đồng về các nội dung đánh giá:

6.1. Về mức độ đáp ứng được yêu cầu số lượng, khối lượng, chủng loại sản phẩm theo đặt hàng và hợp đồng NCKH của các kết quả thực hiện nhiệm vụ:

a) Về chủng loại sản phẩm so với đặt hàng:

Đáp ứng được yêu cầu về chủng loại sản phẩm theo đặt hàng và Hợp đồng KH&CN.

b) Về số lượng, khối lượng sản phẩm so với đặt hàng:

Đáp ứng được tương đối các yêu cầu về số lượng, khối lượng sản phẩm theo đặt hàng và Hợp đồng KH&CN. Tuy nhiên, còn thiếu 01 bài báo khoa học trong nước; bổ sung minh chứng luận văn có sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài, quyết định công nhận nghiên cứu sinh.

c) Về sản phẩm khoa học đạt vượt hợp đồng; những đóng góp khoa học mới của nhiệm vụ (nếu có):

Không có.

6.2. Về chất lượng sản phẩm và giá trị khoa học, giá trị thực tiễn của các kết quả thực hiện nhiệm vụ

Hầu hết các sản phẩm đã đáp ứng được chất lượng sản phẩm, giá trị khoa học và giá trị thực tiễn. Tuy nhiên, cần hoàn thiện một số nội dung sau:

- Hoàn thiện báo cáo tổng hợp theo mẫu của Chương trình BDKH/16-20; khu trú lại các nội dung cho logic, phù hợp theo ý kiến nhận xét của Hội đồng; mục thiết kế các thiết bị nên đưa vào phụ lục; cập nhật, bổ sung số liệu mới hơn cho phần tổng quan;

- Hoàn thiện bản vẽ thiết kế theo đúng tiêu chuẩn.

6.3. Kết quả đánh giá xếp loại chung của nhiệm vụ:

a) Kết quả đánh giá, xếp loại của Hội đồng ở mức sau (*đánh ✓ vào ô tương ứng*):

Xuất sắc Đạt Không đạt

b) Phần luận giải của hội đồng khoa học về kết quả đánh giá, xếp loại (*chọn ✓ vào ô tương ứng và luận giải*):

Kết quả thực hiện nhiệm vụ được xếp loại “xuất sắc” bởi những lý do cụ thể dưới đây:

Kết quả thực hiện nhiệm vụ được xếp loại “đạt” bởi những lý do cụ thể dưới đây:

Kết quả thực hiện nhiệm vụ được xếp loại “không đạt” bởi những lý do cụ thể dưới đây:

Đề tài đã hoàn thành các sản phẩm đầy đủ theo thuyết minh và đặt hàng của Bộ Tài nguyên và Môi trường (12/13 sản phẩm đạt yêu cầu về số lượng và chất lượng). Đề tài thực hiện đúng tiến độ.

Những nội dung đã thực hiện và chưa thực hiện theo hợp đồng:

- Nội dung đã thực hiện: đã hoàn thiện 12/13 sản phẩm theo thuyết minh.
- Nội dung chưa thực hiện: 01 bài báo khoa học đăng trên tạp chí chuyên ngành trong nước.

6.4. Kiến nghị của Hội đồng:

a) Chủ nhiệm nhiệm vụ điều chỉnh, bổ sung và hoàn thiện Báo cáo tổng hợp kết quả nghiên cứu, báo cáo tóm tắt ở những vấn đề sau:

- Hoàn thiện báo cáo tổng hợp theo mẫu của Chương trình BĐKH/16-20; khu trú lại các nội dung cho logic, phù hợp theo ý kiến nhận xét của Hội đồng; mục thiết kế các thiết bị nên đưa vào phụ lục; cập nhật, bổ sung số liệu mới hơn cho phần tổng quan;
- Sản phẩm sau khi hoàn thiện cần có xác nhận của 02 ủy viên phản biện và Chủ tịch Hội đồng.

b) Bộ chủ trì nhiệm vụ nghiệm thu các sản phẩm dưới đây:

Danh mục sản phẩm khoa học đáp ứng được yêu cầu đặt hàng và hợp đồng:

STT	Tên sản phẩm	Đánh giá		Ghi chú
		Đạt	Không đạt	
1	Báo cáo cơ sở khoa học, thực tiễn phát triển công nghệ và thiết bị tách ẩm từ không khí, cung cấp nước sinh hoạt cho vùng chịu hạn khắc nghiệt dưới tác động của biến đổi khí hậu	x		
2	Bản tiêu chí kỹ thuật, thiết kế, mô tả công nghệ và thiết bị quy mô hộ gia đình/cụm gia đình cung cấp nước hoạt động được trong điều kiện độ ẩm không khí cực thấp ở Ninh Thuận và Tây Nguyên, với giá thành giá thành phù hợp	x		
3	Báo cáo về Phương án được đề xuất về sử dụng năng lượng điện và năng lượng tái tạo (điện gió, điện mặt trời) để tách ẩm từ không khí có hiệu quả	x		
4	Báo cáo về Mô hình thử nghiệm tách ẩm từ không khí quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân tại Ninh Thuận hoặc Tây Nguyên ứng phó với hạn hán do tác động của biến đổi khí hậu	x		
5	Bài báo khoa học trong nước đạt chuẩn công bố trên Tạp chí của Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam hoặc các Tạp chí của Bộ Tài nguyên và Môi trường		x	
6	Bài báo quốc tế đạt tiêu chuẩn công bố trên các tạp chí về năng lượng xanh, năng lượng tái tạo, phát triển bền vững, ứng phó với BĐKH và các lĩnh vực liên quan	x		
7	Thạc sỹ (đào tạo)	x		Cần bổ sung minh chứng luận văn có sử dụng kết quả của đề tài
8	Tiến sỹ (hỗ trợ đào tạo)	x		Bổ sung quyết định nghiên cứu sinh

9	Hệ thống làm lạnh tách ẩm quy mô phòng thí nghiệm năng suất 10L/ngày	x		
10	Hệ thống làm lạnh tách ẩm quy mô hộ gia đình/cụm gia đình năng suất 200L/ngày	x		
11	Đăng ký bảo hộ quyền sở hữu công nghiệp đối với đăng ký thiết kế hoặc kiểu dáng công nghiệp đối với cụm thiết bị làm lạnh tách ẩm hoặc giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo hoặc các sáng kiến khác trong quá trình triển khai thực hiện đề tài	x		
12	Báo cáo tổng hợp	x		Hoàn thiện theo ý kiến Hội đồng
13	Báo cáo tóm tắt	x		

c) Chuyển giao, sử dụng kết quả thực hiện nhiệm vụ:

(Nêu cụ thể cơ quan, địa chỉ áp dụng, sử dụng từng kết quả thực hiện nhiệm vụ)

Hệ thống làm lạnh tách ẩm quy mô phòng thí nghiệm năng suất 10L/ngày chuyển giao cho trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh sử dụng.

Hệ thống làm lạnh tách ẩm quy mô hộ gia đình/cụm gia đình năng suất 200L/ngày chuyển giao cho trường Tiểu học Văn Lâm sử dụng.

d) Công bố, xuất bản kết quả thực hiện nhiệm vụ:

Được Cục Sở hữu trí tuệ công nhận 01 sáng chế: Phương pháp tách ẩm từ không khí để sản xuất nước uống.

Công bố 01 bài báo khoa học trong nước.

Được chấp nhận đăng 01 bài báo khoa học quốc tế

đ) Không công bố, xuất bản kết quả thực hiện nhiệm vụ:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Biên bản họp hội đồng được thông qua với sự thống nhất của các thành viên Hội đồng dự họp vào 11h30 ngày 10 tháng 5 năm 2019

THƯ KÝ KHOA HỌC HỘI ĐỒNG
(Họ, tên và chữ ký)


Lê Thanh Sơn

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG
(Họ, tên và chữ ký)


Phạm Văn Thuận

CHI TIẾT Ý KIẾN CỦA TỪNG THÀNH VIÊN HỘI ĐỒNG KH&CN ĐÁNH GIÁ CẤP QUỐC GIA

1. GS.TS. Phạm Văn Thiêm:

Cần chỉ ra điểm mới của đề tài, những nét mới về mặt kỹ thuật tách ẩm.

2. GS.TS. Mai Trọng Nhuận :

- Chưa thấy được mối liên hệ giữa cách thức vận hành với điều kiện khô hạn ở Ninh Thuận. Điều kiện khô hạn có ảnh hưởng đến cách thức vận hành của thiết bị tách ẩm ?

- Cơ sở lý luận, nền tảng kỹ thuật mới của công nghệ là gì ?

3. PGS.TS. Trương Ngọc Tuấn :

Xem xét dùng năng lượng gió ??

4. ThS. Nguyễn Duy Hùng :

Báo cáo tổng kết chưa theo hướng dẫn của Bộ.

5. PGS.TS. Nguyễn Việt Dũng :

- Đề tài đã hoàn thiện các sản phẩm theo yêu cầu đặt hàng.

- Tuy nhiên, cần hoàn thiện một số nội dung sau về Báo cáo Tổng kết:

Chương 1: Cần chỉ ra được thực trạng thiếu nước của vùng nghiên cứu, từ đó cần cung cấp nước bổ sung ra sao?

Chương 2: Cần sâu chuỗi các tính toán và lý luận; đang có sự nhầm lẫn giữa thứ nguyên và đơn vị (VD. Chi phí năng lượng cho 1L nước phải là Wh không phải W).

Bản vẽ thiết kế cần hoàn thiện theo TCVN.

Hoàn thiện báo cáo tổng kết cần đảm bảo logic giữa các Chương.

- Đề nghị Hội đồng nghiệm thu thông qua sau khi đề tài hoàn thiện, sửa chữa những điểm như đã nhận xét.

6. TS. Lê Thanh Sơn

- Đánh giá cao về hệ thống 2 thiết bị làm lạnh tách ẩm quy mô 10l và quy mô 200l.

- Đề tài đã hoàn thiện các sản phẩm theo yêu cầu nhưng cần hoàn thiện các báo cáo, cụ thể:

+ Báo cáo tổng hợp: Hoàn thiện theo mẫu của Chương trình BĐKH/16-20, cập nhật số liệu thống kê khảo sát, các số liệu cần thể hiện được ảnh hưởng của biến đổi khí hậu; bổ sung các phương pháp tách ẩm hiện nay, từ đó phân

