

NÂNG CAO CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ BỀN VỮNG CHO ĐỒ ÁN SINH VIÊN KIẾN TRÚC BẰNG PHẦN MỀM PHÂN TÍCH MÔI TRƯỜNG ECOTECT

IMPROVING SUSTAINABLE DESIGN PRINCIPLES FOR STUDENTS' ARCHITECTURAL PROJECTS BY THE ENVIRONMENTAL ANALYSIS SOFTWARE ECOTECT

Lê Thanh Hòa

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; Email: letharch123@gmail.com

Tóm tắt - Chương trình đào tạo kiến trúc theo xu thế thiết kế bền vững có vai trò quan trọng nhằm hình thành đội ngũ các nhà thiết kế có trình độ và kỹ năng thực hành công trình xanh. Tuy nhiên, sinh viên chưa được trang bị đầy đủ các kiến thức và công cụ phân tích hiệu năng công trình như Ecotect, EnergyPlus, GBS,... để đánh giá hiệu quả các giải pháp thiết kế sinh thái, tiết kiệm năng lượng. Bài viết giới thiệu sự cần thiết ứng dụng khoa học môi trường và vai trò của các công cụ phân tích hiệu năng công trình. Một ví dụ ứng dụng Ecotect trong quá trình thiết kế sẽ được giới thiệu bao gồm 4 bước: Các công việc chuẩn bị; Thiết lập các thông số tính toán; Phân tích các kết quả tính toán; Kiểm tra các giải pháp thiết kế nâng cao. Phần mềm Ecotect giúp cho sinh viên hiểu sâu về đặc tính công trình và tính hiệu quả của các giải pháp thiết kế, nâng cao kỹ năng và tư duy về công trình bền vững.

Từ khóa - kiến trúc bền vững; đào tạo kiến trúc; đồ án thiết kế; hiệu năng công trình; ecotect.

1. Đào tạo kiến trúc tiếp cận xu thế thiết kế tiết kiệm năng lượng

Trước những thiệt hại to lớn do biến đổi khí hậu gây ra, vấn đề phát triển bền vững và bảo vệ môi trường đang là mối quan tâm hàng đầu ở nhiều quốc gia. Các khái niệm về kiến trúc xanh, kiến trúc bền vững, kiến trúc sinh thái, thiết kế thụ động,... nhằm tạo ra các công trình tiết kiệm năng lượng đang dần trở thành trào lưu mới. Việt Nam được đánh giá là một trong những nước sẽ chịu ảnh hưởng nhiều nhất do biến đổi khí hậu và hiện tượng mực nước biển dâng. Nhiều chính sách phát triển bền vững gắn liền với bảo vệ môi trường, chống biến đổi khí hậu là ưu tiên hàng đầu trong việc phát triển kinh tế hiện nay của đất nước. Hội kiến trúc sư Việt Nam đã xác định kiến trúc xanh là mục tiêu hướng đến trong tương lai và kêu gọi giới kiến trúc nghiên cứu, thực hành các công trình xanh. Chúng ta cần phải nỗ lực để thu hẹp khoảng cách với các nước phát triển trong việc ứng dụng các công nghệ thiết kế. Bên cạnh việc phát triển các nghiên cứu, ban hành các tiêu chuẩn thiết kế, công cụ đánh giá công trình xanh, tổ chức các cuộc thi, giải thưởng kiến trúc xanh,... thì công tác đào tạo kiến trúc tiếp cận xu thế tiết kiệm năng lượng cần được quan tâm, vì làm tốt công tác này chúng ta sẽ có một đội ngũ những nhà thiết kế tương lai am hiểu các nguyên lý thiết kế và phương pháp thực hành công trình xanh.

Tuy nhiên, chương trình đào tạo kiến trúc hiện nay chưa dành nhiều thời lượng cho các môn học về thiết kế bền vững, tiết kiệm năng lượng, mô phỏng tính toán môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu. Một số môn học như: giáo dục môi trường, vật lý kiến trúc, thông gió,... chỉ dừng lại ở mức cung cấp các kiến thức chung. Một số nghiên cứu về chương trình đào tạo kiến trúc tại các nước châu Âu cho thấy quá trình đào tạo được tổ chức theo từng giai đoạn, sau 2 – 3 năm học các kiến thức chung về kiến trúc và quy

Abstract - The architecture academic syllabus in terms of sustainable design plays an important role in training new designers who are qualified in knowledge and practical skills to design green buildings. However, students have not been provided with knowledge and building performance analysis tools such as Ecotect, EnergyPlus, GBS,... to effectively assess ecological design principles to save energy. This study aims at introducing the necessity for applying the science of reproduction and the role of building performance analysis tools. An example using Ecotect will be introduced by 4 steps: Preparation, Setting Calculation Values, Data Analysis and Improving Design Principles. Ecotect software helps students to understand deeply the characteristics of buildings and efficiency of design principles, improving design skills and thoughts about sustainable construction works.

Key words - sustainable architecture; architectural education; design project; building performance; ecotect.

hoạch, tùy theo khả năng và sở thích, sinh viên lựa chọn các lĩnh vực chuyên môn để học chuyên sâu và học thêm các môn học liên quan để hỗ trợ cho ngành học [1]. Phần lớn nhu cầu xây dựng cơ bản ở các nước phát triển đã bão hòa, nên các lĩnh vực nghiên cứu thường hướng đến vấn đề năng lượng tái tạo, phát triển bền vững, trùng tu di sản, bảo vệ môi trường. Tại các nước châu Á có nền giáo dục phát triển như Nhật Bản, Hàn Quốc, Singapore, Đài Loan,... chương trình đào tạo kiến trúc cũng hướng sinh viên tập trung vào các vấn đề phát triển bền vững với các môn học có tính ứng dụng cao. Đồ án sinh viên đề cao tính thực tiễn, nhấn mạnh mối liên hệ với môi trường xung quanh. Quá trình lựa chọn khu đất thực tế và phân tích rất khoa học, nêu bật được những vấn đề cần giải quyết. Các mô hình nghiên cứu được thực hiện ngay trong giai đoạn đầu của đồ án. Quy mô đồ án vừa phải, tạo điều kiện cho sinh viên nghiên cứu kỹ vấn đề cần thiết kế.

2. Vấn đề phân tích hiện trạng khu đất trong quá trình làm đồ án của sinh viên

Môn học đồ án là nội dung quan trọng nhất của các ngành kỹ thuật, đặc biệt là ngành kiến trúc. Môn học này rèn luyện và phát triển tư duy thiết kế cho sinh viên theo từng thể loại công trình, giúp sinh viên thực hành đầy đủ quá trình thiết kế một công trình tương tự với những công việc sau khi ra trường. Thông thường quá trình thiết kế một dự án thường trải qua các bước như: *Xác định nhiệm vụ thiết kế* (điều tra, phân tích các nhu cầu, biến nhu cầu thành số liệu cụ thể, sơ đồ công năng, quy mô công trình); *Phác thảo ý đồ kiến trúc* (Quy hoạch tổng thể mặt bằng, thiết kế sơ bộ không gian, hình khối); *Thiết kế kỹ thuật* (hoàn chỉnh thiết kế sơ bộ, đi sâu phối hợp với các bộ môn kỹ thuật: kết cấu, điện nước, kinh tế) [2]. Tuy nhiên, có một sự đứt đoạn trong quá trình làm đồ án của sinh viên, từ bước phân tích hiện trạng đến

phần đưa ra các giải pháp thiết kế. Nhiều giải pháp không cho thấy mối liên hệ với môi trường xung quanh.

Nguyên lý thiết kế bền vững đòi hỏi người thiết kế phải xem xét mối quan hệ giữa công trình với môi trường xung quanh. Do đó, phần phân tích hiện trạng rất quan trọng, là cơ sở để tác giả đưa ra các giải pháp thiết kế nhằm khắc phục những bất lợi và tận dụng những lợi thế từ vị trí xây dựng. Khi giao đề tài, giáo viên yêu cầu sinh viên phải đi khảo sát và phân tích khu đất. Tuy nhiên, hầu hết sinh viên chỉ xem đây là công việc đối phó. Một số đồ án cố gắng phân tích hướng mặt trời, hướng gió, các điều kiện khí hậu, địa hình để nêu trong phần đầu đồ án. Nhưng tất cả mới chỉ dừng lại ở mức đánh giá và những số liệu thống kê chung. Nguyên nhân là do sinh viên chưa được trang bị đầy đủ các phương pháp và công cụ xây dựng mô hình tính toán môi trường. Việc kiểm tra các thông số về che nắng, chiếu sáng, thông gió, truyền nhiệt bằng các phần mềm mô phỏng đang là vấn đề mới cho hầu hết sinh viên và ngay cả các công ty thiết kế hiện nay.

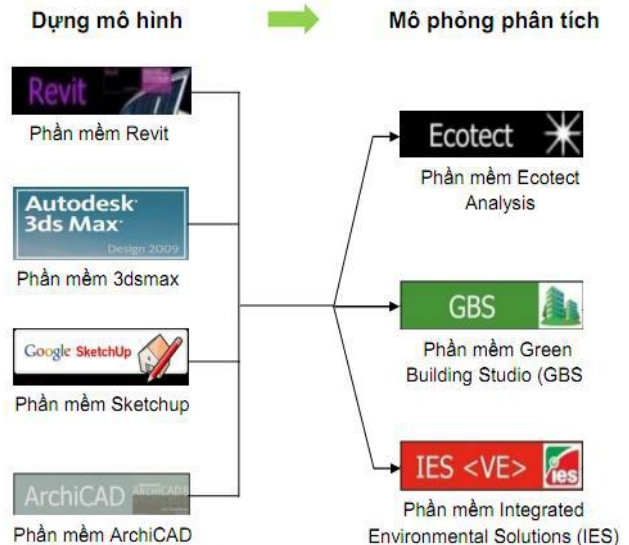
Do đó, rất cần thiết để đưa các công cụ phân tích hiệu năng công trình vào trong chương trình đào tạo. Trong quá trình làm đồ án, sinh viên phải đánh giá các giải pháp thiết kế môi trường thông qua việc nộp các báo cáo tính toán. Các báo cáo này sẽ là những bài tập thực hành cho sinh viên kết hợp với quá trình tìm ý tưởng và thiết kế kỹ thuật. Mục đích của việc này giúp sinh viên hiểu rằng phân tích hiệu năng công trình không phải chỉ làm trong giai đoạn cuối mà phải được tiến hành trong suốt quá trình làm đồ án. Sinh viên có thể chọn một khu vực hoặc một phòng nhỏ để phân tích về che nắng, chiếu sáng, thông gió, âm thanh, năng lượng sử dụng. Việc làm mô hình cho đồ án cũng rất quan trọng. Sinh viên cần xây dựng các mô hình nghiên cứu thực tế hoặc mô hình trên máy. Việc mô phỏng hiệu năng công trình sẽ được nghiên cứu và tính toán trên những mô hình này.

3. Phân tích công trình bằng các công cụ mô phỏng và tính toán môi trường

Theo từ điển bách khoa toàn thư tiếng Anh “*The New Encyclopedia Britannica*” 1994 có thể hiểu tóm tắt khái niệm mô phỏng là sự bắt chước, phỏng theo một hiện tượng, sự vật hay quá trình nào đó bằng cách xây dựng những mô hình động, xử lý chúng trong tác động qua lại nhằm nghiên cứu các hiện tượng, sự vật, quá trình đó trên những mô hình này [3]. Các công cụ mô phỏng hiệu năng công trình đã mở ra một kỷ nguyên mới trong khoa học thiết kế và đã trở thành công cụ hữu hiệu trong vòng 20 năm trở lại đây. Mô phỏng hiệu năng công trình không phải là một môn học thông thường mà là một ngành học, với nhiều kỹ năng phức tạp và cao cấp, giúp người thiết kế kiểm soát toàn diện công trình tác phẩm của mình [4].

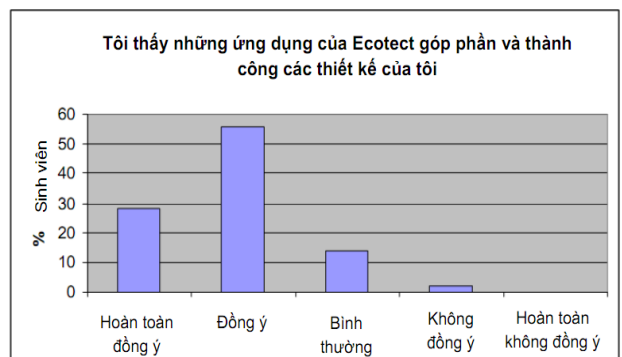
Khoa học mô phỏng môi trường giúp kiểm tra, phân tích và đánh giá hiệu quả các giải pháp thiết kế bền vững, trong đó có nguyên lý thiết kế thụ động (passive design). Nguyên lý này dựa trên việc phân tích các điều kiện hiện trạng của khu đất như hướng nắng, địa hình, khí hậu,... để đưa ra các giải pháp thiết kế che nắng, cách nhiệt, thông gió và chiếu sáng tự nhiên, nhằm mang lại môi trường sống tiện nghi trong khi hạn chế tối đa việc sử dụng các nguồn năng lượng [5].

Muốn thực hiện mô phỏng một công trình trước hết cần phải tạo ra mô hình của công trình đó. Mô hình này sẽ đại diện cho các đặc điểm thực tế của công trình và môi trường xung quanh. Việc mô phỏng môi trường sẽ giúp chúng ta hiểu được quá trình vận hành công trình, dự đoán được những tác động và ảnh hưởng tới môi trường xung quanh, từ đó điều chỉnh các giải pháp thiết kế ban đầu cho phù hợp.



Hình 1. Các công cụ dựng hình và mô phỏng môi trường (theo Holder Construction Company, Atlanta, GA) [6].

Các công cụ mô phỏng hiệu năng công trình hiện nay rất đa dạng, được phát triển và ngày càng hoàn thiện các tính năng. Một số công cụ phổ biến hiện nay như: Ecotect, EnergyPlus, Green Building Studio (GBS), Integrated Environmental Solutions (IES),... (xem hình 1). Trong đó phần mềm Ecotect với ưu điểm giao diện đơn giản, trực quan, dễ sử dụng đã được nhiều đối tượng lựa chọn trong đó có sinh viên kiến trúc. Một nghiên cứu trong giới người dùng là sinh viên, cho thấy trên 85% người dùng là đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý khi cho rằng Ecotect góp phần rất nhiều vào công việc thiết kế của họ. Một số người được hỏi cho ý kiến trung dung trong khi rất ít sinh viên phủ nhận những hiệu quả do Ecotect mang lại (xem hình 2). Bên cạnh vẫn còn nhiều ý kiến cho rằng Ecotect hạn chế trong việc tạo khối công trình, ví dụ tạo dựng các hình khối đường cong [7]. Tuy nhiên, hạn chế này có thể khắc phục vì có thể xuất hình khối công trình sang Ecotect từ các phần mềm dựng hình khác như Revit, 3Dsmax, đây là những phần mềm giúp chúng ta dựng hình dễ dàng và đúng ý đồ thiết kế.



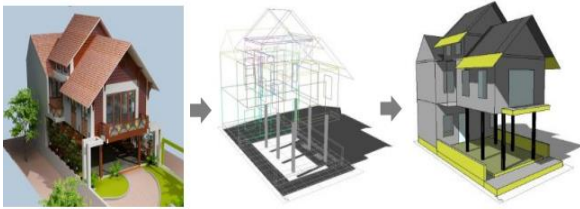
Hình 2. Khảo sát sự hài lòng của sinh viên về phần mềm Ecotect [7].

3.1. Ứng dụng phần mềm Ecotect để phân tích hiệu năng công trình

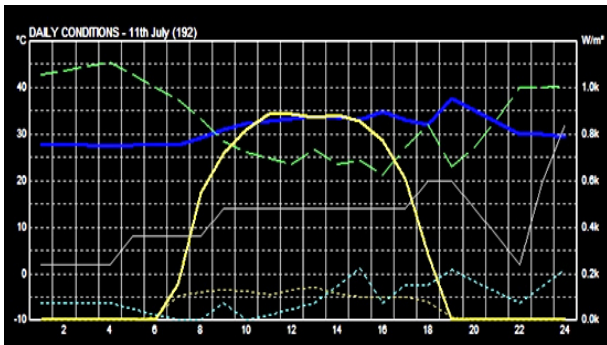
Ecotect là công cụ phân tích hiệu năng công trình khá đặc trưng, được sử dụng trong hầu hết quá trình làm đồ án. Phần mềm này có giao diện đơn giản, dễ dựng mô hình 3D và nhiều công cụ phân tích như: bóng đổ công trình, biểu đồ mặt trời, giải pháp che nắng, tiện nghi nhiệt, cường độ sáng tự nhiên và nhân tạo, âm thanh, giá thành công trình và tác động môi trường. Phần mềm này cho phép người dùng kiểm tra tính hiệu quả của việc chọn vật liệu xây dựng, thiết kế các bề mặt thoáng của công trình. Quá trình sử dụng Ecotect được thực hiện thông qua các giai đoạn: *Xây dựng mô hình công trình; Thiết lập dữ liệu tính toán, và Xuất kết quả phân tích*. Để kết quả tính toán cho độ chính xác cao, đòi hỏi người sử dụng phải cài đặt đầy đủ các thông tin, số liệu của công trình. Lưu ý các đặc tính này phải giống với thực tế.

Bài viết này giới thiệu một ví dụ sử dụng Ecotect trong việc tính toán môi trường cho một công trình nhà ở. Công trình này được xây dựng tại Hà Nội, xoay về hướng Nam, gồm có 3 tầng và 8 phòng, theo phong cách kiến trúc truyền thống đồng bào miền núi. Nội dung tính toán môi trường bằng Ecotect được thực hiện theo 4 bước: Các công việc chuẩn bị; Thiết lập các thông số tính toán; Phân tích các kết quả tính toán; Kiểm tra các giải pháp thiết kế nâng cao.

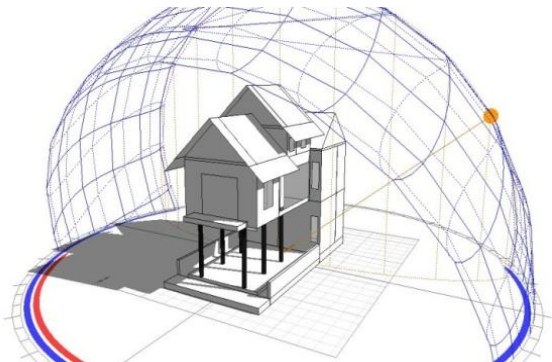
3.2. Các công việc chuẩn bị



Hình 3. Quá trình dựng mô hình tính toán



Hình 4. Biểu đồ khí hậu khu vực Hà Nội



Hình 5. Biểu đồ mặt trời ảnh hưởng lên công trình

Công việc đầu tiên là xây dựng mô hình tính toán cho công trình theo đúng kích thước thiết kế (xem hình 3).

Nhập dữ liệu thời tiết của khu vực Hà Nội bằng file thời tiết: *VNM_Hanoi.488200_IWEC.epw*. Sử dụng các công cụ phân tích về nhiệt độ khu vực, hướng gió, biểu đồ mặt trời,... (xem hình 4,5)

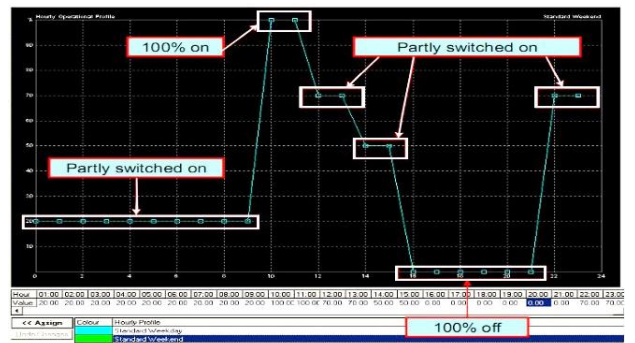
3.3. Thiết lập các thông số tính toán

Thiết lập các thông số vật liệu cho từng bộ phận trong công trình

Bảng 1. Thiết lập các thông số vật liệu cho công trình

Num	Name	Thickness (mm)	U-value (W/m2.K)	Solar abs (0 - 1)	Ther Lag (hrs)	Weight (Kg)
1	Ground floor	1615	0.47	0.475	0.63	2359
2	Tile floor	120	3.01	0.322	12	422.2
3	Timber floor	125	1.65	0.322	5.62	397.3
4	Roof floor	120	3	0.322	12	421.9
5	Outer wall	220	1.98	0.418	7.45	425
6	Party wall	120	2.74	0.418	3.82	225
7	Tile roof	190	1.05	0.625	12	205.5
8	Door	42	2.71	0.547	0.42	27.6
9	Window	42	2.71	0.547	0.42	27.6

Thiết lập thời gian hoạt động cho các khu vực tính toán, bao gồm giả định số người sử dụng từng phòng, các hoạt động của con người, thời gian sử dụng thiết bị,... theo 02 mốc thời gian: trong tuần và cuối tuần (xem hình 6).



Hình 6. Thiết lập thời gian sử dụng các phòng trong công trình

Thiết lập các thông số tính toán cho hệ thống bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, vận tốc gió, cường độ ánh sáng,... Các thông số này giúp xác định tiện nghi nhiệt, tính toán chiếu sáng, sự chuyển động của các dòng không khí bên trong và bên ngoài. Từng khu vực (phòng) trong công trình sẽ được cài đặt với từng thông số riêng. Hình 7 giới thiệu việc cài đặt các thông số cho phòng ăn, khu vực liền kề với bếp nên chịu ảnh hưởng bởi các tác nhân tăng nhiệt lớn (Sensible Gain: 49W/m2):

Hình 7. Thiết lập các thông số cho phòng ăn

3.4. Phân tích các kết quả tính toán

Nhiệt độ bên trong theo từng giờ được tổng hợp trong bảng 2. Ví dụ phòng ăn và bếp có nhiệt độ cao nhất thời điểm 1 (lúc 11h) và thời điểm 2 (lúc 18h). Vì lúc này các hoạt động nấu bếp tạo ra lượng nhiệt lớn. Thời điểm 3 lúc mọi người thức giấc và có những hoạt động chuẩn bị cho ngày mới, nhiệt độ tăng lên so với thời điểm 4 mọi người đi ngủ. Lưu ý nhiệt độ này được đo trong điều kiện toàn bộ cửa được đóng kín.

Bảng 2. Nhiệt độ bên trong các phòng theo từng giờ

HOURS (o'clock)	INSIDE TEMPERATURE OF ZONES					OUTSIDE (C)
	LIV-KIT (C)	BATH 1 (C)	CHILD (C)	PARENT (C)	FAMILY (C)	
0	32.6	30.1	30.6	29.2	28.2	27.8
1	32.4	30.1	30.4	29	28	27.7
2	32.2	30	30	28.6	27.8	27.5
3	32.1	30	29.9	28.5	27.7	27.4
4	32	29.9	29.9	28.5	27.6	27.5
5	32.1	30.5	29.9	28.5	27.6	27.5
6	37.2	31.1	31.9	31.5	30.9	27.6
7	38.3	30.8	31.3	30.9	30.5	29
8	33	30.7	31	30.4	30.1	31
9	33	30.6	31	30.5	30.1	32.1
10	35.4	30.4	32.2	31.5	30.6	32.7
11	46.1	30.4	32.9	32.2	31	33.2
12	40.7	30.4	32	30.9	30.4	33.8
13	34.9	30.4	31.9	30.8	30.8	33.4
14	34.9	30.5	32.2	30.9	31.3	33
15	33.1	30.8	33.4	32	32.1	34.7
16	32.9	30.9	30.5	29.8	30.4	33
17	32.3	30.9	30.4	29.8	30	32
18	51	30.9	31.1	31	30.5	37.5
19	40.1	32	30.8	30.6	30.3	35
20	34.6	30.6	30.2	29.9	29.5	32.5
21	34.2	30.5	30.2	31.8	29.5	30
22	32.7	30.7	36.1	32.5	31.2	29.8
23	33.3	31.1	35.4	32.4	31.5	29.5

So sánh các tác nhân tăng nhiệt qua các thông số: HVAC (Heating – hệ thống sưởi ấm; Ventilation – hệ thống thông gió; Air Condition – hệ thống điều hòa không khí), Fabric, Solar, Vent., Intern, Zonal (xem bảng 3).

Bảng 3. Các tác nhân gia tăng nhiệt

Total - HOURLY GAINS - Wednesday 11th July (192)						
Zone	HVAC (Wh)	FABRIC (Wh)	SOLAR (Wh)	VENT. (Wh)	INTERN (Wh)	ZONAL (Wh)
1 Living-kitchen room	0	9390	292	73900	50349	-3954
2 Bathroom 1	0	2738	656	294	542	-5947
3 Child's bedroom	0	2688	148	5008	4370	1773
4 Parent's bedroom	0	3462	0	6872	3291	3658
5 Bathroom 2	0	2914	631	271	542	-982
6 Family room	0	9197	5770	0	0	10471
7 Washing machine room	0	1934	1268	0	0	6082

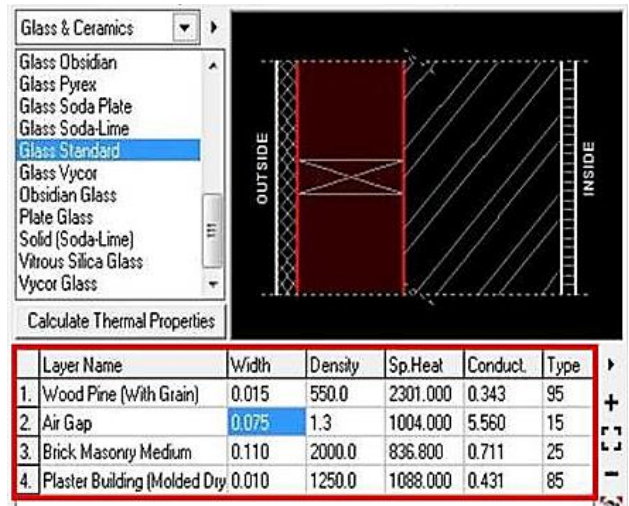
Năng lượng cho việc tạo tiện nghi nhiệt (sưởi ấm và làm mát) bên trong công trình. Bảng 4 cho thấy các giá trị làm mát (Cooling) lớn hơn các giá trị sưởi ấm (Heating). Công trình này cần phải làm mát quanh năm, đặc biệt là những tháng mùa hè. Năng lượng làm mát trên 43,000,000 Wh (= 43,000 kWh) trong một năm cho toàn bộ công trình (giá trị này được tính toán trong điều kiện công trình luôn đóng kín, không áp dụng các giải pháp thông gió và chiếu sáng tự nhiên). Trong khi đó, theo số liệu công bố năm 2012, mức điện năng tiêu thụ bình quân đầu người trong một năm của Việt Nam là 870 kWh [8].

Bảng 4. Năng lượng sử dụng cho sưởi ấm và làm mát công trình

TOTAL - MONTHLY HEATING/COOLING LOADS					
ZONE	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	Max TOTAL (Wh)	PER M ²	FL AREA (m ²)
1 Living-kitchen room	71031	23756054	23827085	320256	74.4
2 Bathroom 1	14390	936622	951013	69927	13.6
3 Child's bedroom	330131	3612640	3942772	165663	23.8
4 Parent's bedroom	603439	3483750	4087189	119859	34.1
5 Bathroom 2	59128	1370976	1430104	105155	13.6
6 Family room	191196	5673852	5865048	91356	64.2
7 Washing machine room	227590	3094492	3322082	225073	14.8
TOTAL	1496905	41928386	43425293	486831	89.2

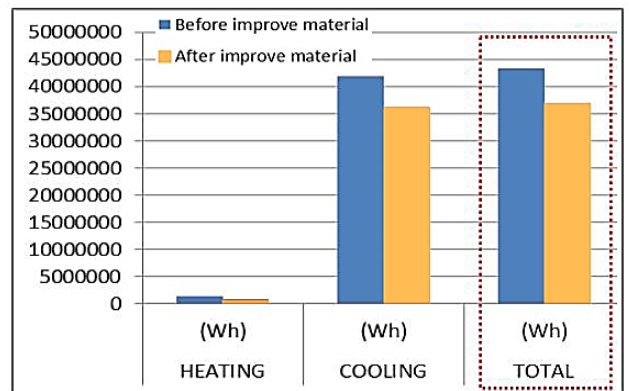
3.5. Kiểm tra các giải pháp thiết kế nâng cao

Kiểm tra khả năng tiết kiệm năng lượng thông qua việc thay đổi vật liệu sử dụng và cấu tạo một số bộ phận như: tường, sàn, mái. Ví dụ thay đổi cấu tạo tường từ: tường gạch đặc thành tường gạch có lớp không khí ở giữa (xem hình 8). Áp dụng sự thay đổi này cho toàn bộ công trình.



Hình 8. Cấu tạo và các thông số của tường hai lớp

Kết quả cho thấy, bằng việc lựa chọn các loại vật liệu hợp lý và thay đổi cấu tạo các bộ phận, chúng ta có thể tiết kiệm khoảng 6,500,000 Wh (= 6,500 kWh) tương đương 15% mỗi năm (xem hình 9).



Hình 9. Hiệu quả tiết kiệm năng lượng của giải pháp thiết kế tường hai lớp

Ngoài ra, Ecotect còn giúp chúng ta tính toán hiệu quả của các giải pháp che nắng, thông gió tự nhiên,... tổng hợp hiệu quả của những giải pháp này, sẽ giúp chúng ta tiết kiệm chi phí sử dụng cho việc làm mát công trình, và kiểm chứng được hiệu quả của các giải pháp thiết kế bền vững.

4. Kết luận

Trong bối cảnh môi quan tâm cho kiến trúc sinh thái đang ngày càng gia tăng, thông qua việc có nhiều công trình sinh thái, tiết kiệm năng lượng ra đời. Chúng ta cần những công cụ phân tích hiệu năng công trình để làm thước đo đánh giá hiệu quả của những giải pháp này. Mô phỏng môi trường cần được nhanh chóng đưa vào giảng dạy trong các chương trình đào tạo kiến trúc. Chúng ta sẽ có những nhà thiết kế am hiểu các nguyên lý và phương pháp thiết kế kiến trúc tiết kiệm năng lượng. Các bản vẽ thiết kế hiện nay sẽ không chỉ có phần: kiến trúc, kết cấu, điện nước, dự toán, mà còn bao gồm phần thiết kế môi trường và năng lượng cho công trình. Với những hiệu quả mang lại, hy vọng phần mềm Ecotect sẽ sớm được sử dụng phổ biến và là bước tiếp cận đầu tiên cho những người sử dụng trong việc làm quen với các phần mềm mô phỏng, tính toán hiệu năng công trình, nắm bắt kịp thời các công nghệ thiết kế bền vững trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] KTS Nguyễn Ngọc Luân, KTS Nguyễn Anh Tuấn. Sắp xếp lại quy trình đào tạo Kiến trúc sư ở một số nước Tây Âu. Tạp chí Kiến trúc, số 11, 2010.
- [2] KTS Hoàng Thúc Hào, KTS Vương Đạo Hoàng. *Tiếp cận phương pháp thiết kế bền vững trong đồ án sinh viên*. Khoa kiến trúc quy hoạch, Đại học Xây dựng Hà Nội, 2012.
- [3] <http://www.pcworld.com.vn/articles/cong-nghe/cong-nghe/2013/07/1234018/cong-nghe-mo-phong>.
- [4] KTS Nguyễn Anh Tuấn. (2012) *Thiết kế kiến trúc xanh với hỗ trợ bởi các công cụ mô phỏng hiệu năng công trình (BPS)*. Tạp chí Kiến trúc, số 05, 2012.
- [5] KTS Lê Thanh Hòa. (2013) *Nghiên cứu các giải pháp thiết kế làm mát thụ động giúp nâng cao điều kiện môi trường bên trong nhà phố ở các vùng khí hậu nhiệt đới Việt Nam*. Luận văn Thạc sĩ, Đại học Văn hóa Trung Hoa, Đài Loan.
- [6] Autodesk, Inc. (2005) *Improving Building Industry Results through Integrated Project Delivery and Building Information Modeling*. Autodesk, Inc. White Paper, Available online at www.autodesk.com.
- [7] Roberts. A., Marsh. A. (2001) *Ecotect: Environmental Prediction in Architectural Education*. Cardiff University, Wales,
- [8] <http://www.pcbinhphuoc.evnspc.vn/usNewsView.aspx?mtt=TT000357>

(BBT nhận bài: 26/02/2014, phản biện xong: 26/03/2014)