

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP CHIẾU SÁNG HIỆU QUẢ, TIẾT KIỆM CHO PHÒNG HỌC TRONG HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Nguyễn Thị Huyền Thanh

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: nththanh@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 08.03.2016

Ngày chấp nhận: 10.06.2016

TÓM TẮT

Hiện nay, chiếu sáng hiệu quả và tiết kiệm đang được ngày càng có nhiều ngành trong xã hội quan tâm. Để tiết kiệm điện năng có rất nhiều các giải pháp khác nhau. Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên đánh giá hiện trạng hệ thống chiếu sáng trong các phòng học giảng đường của Học viện Nông nghiệp Việt Nam, từ đó đưa ra các giải pháp thiết kế chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm cho phòng học trong Học viện và lựa chọn phương án tối ưu.

Từ khóa: Chiếu sáng hiệu quả, giảng đường, phòng học, tiết kiệm.

Assessment and Choices Efficient, Saving Lighting Solution for Classroom in Vietnam National University of Agriculture

ABSTRACT

At present, effective lighting and energy saving are of great concern by society. There are many methods to save electrical energy. This study assessed the current state of the lighting system in the class rooms and the auditorium of the Viet Nam National University of Agriculture and proposed solutions for efficient lighting system, saving energy and selection of optimal scheme.

Keywords: Classrooms, efficient lighting, lecture halls, LED, saving electricity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, vấn đề thiết kế chiếu sáng hiệu quả và tiết kiệm đang rất được nhiều ngành, nhiều người quan tâm. Tại hội thảo “Tiết kiệm năng lượng gắn với kinh tế xanh trong ngành chiếu sáng” do phòng Thương mại và Công nghiệp Việt Nam (VCCI) phối hợp với Ban Kinh tế Trung ương, Bộ Công Thương tổ chức ngày 22/4/2015 tại Hà Nội, ông Đặng Huy Đông – Phó trưởng Ban Kinh tế Trung ương, Thứ trưởng Bộ Kế hoạch và Đầu tư cho biết “Theo số liệu thống kê hiện nay, điện năng tiêu thụ cho chiếu sáng chiếm 35% tổng điện năng tiêu thụ của cả nước ... Việc sử dụng thiết bị chiếu sáng giảm 30% lượng điện năng tiêu thụ thì với công suất điện

hiện nay vào khoảng 33964 MW, Việt Nam sẽ giảm được 3566 MW, bằng 3,5 lần công suất của Nhà máy Nhiệt điện Phả Lại”.

Hiện nay, tổng số đèn huỳnh quang được sử dụng trong các giảng đường của Học viện là 2.570 bóng T10 và T8, mỗi bóng có công suất 40W, dài 1,2m dùng chấn lưu sắt từ công suất 8W (Nguyễn Thị Duyên và cộng sự, 2013). Do đó, tổng điện năng tiêu thụ cho chiếu sáng trong 1 giờ là 123,36 kWh. Thời gian thắp sáng 1 ngày từ (12 - 14 giờ). Vậy trong một tháng, điện năng tiêu thụ riêng cho chiếu sáng của Học viện khá lớn, khoảng 45.000 đến 50.000 kWh.

Ngoài ra, việc bố trí đèn sát trần, gần với quạt trần gây bóng xuống bàn học (Hình 1a), hoặc việc bố trí đèn phụ thuộc vào thanh dầm

ngang trên trần tạo sáng không đều trong không gian phòng và trên mặt bàn (Hình 1b), hoặc việc bố trí đèn theo nhiều hướng khác nhau tạo ra nhiều hướng chiếu sáng không đồng nhất (Hình 1c) hay việc bố trí đèn ngang với hướng nhìn lên bảng gây chói mắt cho sinh viên khi theo dõi bài (Hình 1b, d).

Tuy rằng hệ thống đèn T10 đang dần được thay thế bằng đèn T8 tiết kiệm điện hơn nhưng bản chất vẫn là đèn huỳnh quang chứa thủy ngân nên đây được coi là nguồn sáng không thân thiện với môi trường.

Với những lý do trên, vấn đề chiếu sáng hiệu quả và tiết kiệm ở giảng đường của Học viện rất cần được quan tâm đúng mức.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Hệ thống chiếu sáng hiện tại ở các giảng đường trong Học viện.

- Một số loại đèn dùng cho lớp học cho hiệu quả sáng cao hiện nay như: đèn huỳnh quang T5, đèn LED tuýp, đèn LED panel.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Kết hợp nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm, thừa kế các kết quả nghiên cứu triển khai và các thành tựu khoa học công nghệ trong lựa chọn giải pháp chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm cho phòng học trong Học viện.

Kiểm tra đặc điểm, đo đạc với hệ thống chiếu sáng hiện tại trên mỗi giảng đường. Tìm hiểu hiệu quả chiếu sáng của một số loại đèn dùng cho phòng học. Tìm hiểu quá trình học của sinh viên và giảng dạy của giảng viên trên lớp học. Dùng phần mềm Dialux 4.12 thiết kế hệ thống chiếu sáng tối ưu nhất và tiết kiệm điện nhất có thể. Đưa ra các phương án thiết kế và lựa chọn phương án chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm cho phòng học trong Học viện.



(a) Hệ thống đèn giảng đường A104



(b) Hệ thống đèn giảng đường C105



(c) Hệ thống đèn giảng đường C106



(d) Hệ thống đèn giảng đường CD106

Hình 1. Hệ thống đèn hiện tại của một số giảng đường trong Học viện Nông nghiệp Việt Nam

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tiêu chuẩn đánh giá hệ thống chiếu sáng phòng học theo TCVN 7114:2008

- Độ rọi E_{tb} (lux): $E_{tb} = 500$ Lux (Tại mặt bàn và mặt bàn)

- Đảm bảo ánh sáng chiếu đồng đều, không gây bóng trên toàn bộ phần diện tích bàn học sinh không dưới 0,7 (nếu xét đến khu vực không làm việc (phía bức giảng) không dưới 0,5).

- Nguồn sáng phải đảm bảo: Hiệu quả sáng H (lm/W) cao; Đường cong phân bố cường độ sáng thuộc loại hỗn hợp; Chỉ số màu tối thiểu $Ra = 80$; Nhiệt độ màu $T = 3500 \div 6500$ (°K); Tuổi thọ càng cao càng tốt; không nhấp nháy ảnh hưởng đến thị lực của sinh viên, thân thiện với môi trường, hệ thống cấp điện cho các đèn phải hợp lý khi sử dụng.

3.2. Đánh giá hệ thống chiếu sáng của các giảng đường

Thực hiện đo đạc bằng thiết bị Digital Light Meter ở các giảng đường, kết quả sau khi xử lý được ghi trong bảng 1.

Số liệu thống kê tại bảng 1 cho thấy:

So với tiêu chuẩn, độ rọi ở các giảng đường đều rất thấp, không đạt chuẩn.

Tại một số giảng đường: T01, A101, A102, A104, C103, C106, B104, TY01, NH01 độ đồng đều về ánh sáng E_{min}/E_{max} đảm bảo theo tiêu chuẩn, các giảng đường còn lại không đảm bảo do ảnh hưởng của các thanh dầm ngang trên trần nhà hay vị trí quạt.

Đặc điểm về nguồn sáng: Trong các đèn này có nhiều thủy ngân, chịu tổn thất trên chấn lưu điện từ.

Bảng 1. Bảng độ rọi đo được ở các giảng đường của Học viện^(*)

Tên giảng đường	$E_{bảng}$, Lux	E_{tb} , Lux	E_{max} , Lux	E_{min} , Lux	E_{min}/E_{max}
CD0	127	146	162	89	0,55
CD01	101	125	148	69	0,47
CD05	153	149	178	95	0,53
T01	45	71	79	59	0,75
TR01	121	147	157	52	0,33
TR02	101	155	166	56	0,34
TR06	132	152	162	51	0,31
ND101	196	315	326	212	0,65
ND308	150	205	223	142	0,64
A101	115	155	161	120	0,75
A102	152	152	162	141	0,87
A104	133	163	171	141	0,82
C103	109	149	157	119	0,76
C104	158	238	271	156	0,58
C106	156	158	166	143	0,86
B104	45	62	67	47	0,70
B201	145	163	187	121	0,65
TY01	121	126	132	110	0,83
CN202	157	168	195	124	0,64
CN311	143	158	174	114	0,66
NH01	125	121	143	107	0,75

Ghi chú: (*): Độ lệch điện áp của lưới điện trong Học viện nằm trong giới hạn cho phép (Nguyễn Thị Duyên và cộng sự, 2013) nên nếu có sự dao động điện áp thì lượng ánh sáng đèn huỳnh quang phát ra sẽ thay đổi không đáng kể

Do các đèn đều có chiều dài 1,2m nên về nguyên tắc để tránh gây chói, nhức mắt đến người học khi quan sát trên bảng, các đèn phải được đặt dọc theo hướng nhìn và trên trần nhà. Nhưng hiện nay, đa số các giảng đường đều đặt đèn ngang hoặc hỗn hợp cả ngang cả dọc và đặt trên tường, chỉ có một số ít giảng đường đặt dọc hoàn toàn như: giảng đường A101, giảng đường C103.

Chiều cao treo đèn: Còn khá cao. Điều này làm lượng ánh sáng xuống mặt bàn ít, độ rọi nhỏ, số lượng bóng tăng, chưa kinh tế và tiết kiệm điện.

Vì những vấn đề trên, hệ thống chiếu sáng tại các giảng đường trong Học viện cần được cải tạo, thiết kế lại.

3.3. Các giải pháp cho hệ thống chiếu sáng

3.3.1. Chọn công cụ thiết kế

Sử dụng phần mềm Dialux 4.12 để thiết kế hệ thống chiếu sáng của giảng đường. Tuy nhiên, để kiểm tra tính chính xác kết quả thiết kế của

phần mềm, nghiên cứu đã chọn phòng thực tập sửa chữa của Bộ môn Hệ thống điện, khoa Cơ - Điện để thiết kế và lắp đặt thử. Sau đó, dùng thiết bị Digital Light Meter để đo độ rọi tại một số vị trí có tọa độ tương ứng như trong phần mềm đưa ra. Kết quả ghi lại trong bảng 2 và bảng 3.

Kết quả bảng 2 và 3 cho thấy:

Độ rọi đo được trên thực tế và lý thuyết là gần tương đương nhau. Có điểm sáng hơn, những điểm đo thường gần cửa chính hoặc cửa sổ khe cửa không kín, ánh sáng tự nhiên vẫn lọt vào.

Như vậy sự sai lệch về độ rọi nhận được trên bề mặt bàn học theo thiết kế bằng phần mềm Dialux là chấp nhận được và chọn phần mềm này để thiết kế chiếu sáng cho giảng đường.

3.3.2. Thiết kế chiếu sáng cho giảng đường

Theo quan sát, các giảng đường hiện tại của Học viện đều sử dụng quạt trần. Do đó, có 3 phương án:

Bảng 2. Giá trị độ rọi theo thiết kế

E, Lux	0,5	1,1	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9
6,48	368	396	418	442	452	451	441	431	396	368
5,63	432	470	504	522	530	530	521	504	470	432
4,78	474	512	552	572	580	579	572	551	512	474
3,93	490	529	569	591	599	599	581	569	529	490
3,08	466	531	571	593	601	601	593	571	531	492
2,23	484	523	564	585	593	593	585	564	523	484
1,38	444	483	518	537	546	545	537	518	483	444
0,53	401	429	463	479	487	487	479	463	429	400

Bảng 3. Giá trị độ rọi thực tế đo được

E, Lux	0,5	1,1	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9
6,48	371	401	421	437	453	452	434	425	388	387
5,63	434	475	507	521	535	536	521	501	478	438
4,78	472	515	553	576	586	578	572	554	522	476
3,93	485	526	565	589	595	590	585	574	538	498
3,08	462	527	570	591	591	592	599	573	538	493
2,23	485	521	566	587	589	592	598	561	527	481
1,38	445	485	519	539	548	544	536	516	485	448
0,53	403	432	464	473	478	485	476	461	432	409

- Phương án 1: Cải tạo hệ thống chiếu sáng hiện tại bằng cách sử dụng bộ đèn chuyên dụng cho chiếu sáng học đường hoặc thay hết các bóng T10, T8 hiện nay bằng bộ đôi bóng T5, đảm bảo đủ ánh sáng theo TCVN 7114: 2008.

- Phương án 2: Giữ nguyên đặc điểm trần, vị trí quạt, thay mới hoàn toàn hệ thống chiếu sáng.

- Phương án 3: Thiết kế mới hoàn toàn trong đó có cả thay đổi đặc điểm hệ thống quạt và trần.

Để đơn giản, các phương án thiết kế hệ thống mới sẽ được áp dụng với giăng đường CD06. Các giăng đường khác cách làm tương tự.

Dữ liệu cần có:

- Kích thước phòng: dài \times rộng \times cao = 10 \times 9 \times 4m

- Cửa sổ: rộng \times cao = 1,8 \times 2,1m và cách sàn 1,0m

- Cửa chính: rộng \times cao = 1,4 \times 3 (kể cả ô kính ở trên cao 0,5m)

- Bàn: Mỗi bàn cao 0,73m, dài 1,2m, rộng 0,4m. Các bàn học tập trung phía dưới lớp, cách bảng 2,5m.

Các giả thiết khi thiết kế:

- Không có ánh sáng tự nhiên vì còn học tối

- Đặc điểm của trần, tường và nền các giăng đường đều gần giống nhau nên lấy: 0,7/0,5/0,3

a. Phương án 1 (PA1)

Dùng phần mềm Dialux 4.12 thiết kế với hai trường hợp: Trường hợp 1 (Hình 2) sử dụng bộ đèn chuyên dụng cho lớp học FS 40/36 \times 2



a. Bộ đèn FS 40/36x2 CM1 cho lớp học

CM1 và FS 40/36 \times 1 CM1*EH của Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông, 2014 với quang thông lần lượt là 6200lm và 3100lm; Trường hợp 2 sử dụng bộ đôi đèn huỳnh quang T5 của Osrams có quang thông 2 \times 2700lm. Cả hai trường hợp trên, bộ đèn đều được treo cách trần 0,65m (quạt trần cách trần 0,45m).

Bằng phần mềm Dialux, kết quả thiết kế được mô tả trên hình 3 và hình 4.

Nhìn cách bố trí đèn trong 2 trường hợp trên, nhận thấy trường hợp thứ hai để ánh sáng được đồng đều khắp phòng, đèn phải bố trí vào những vị trí trùng với vị trí của quạt trần nên trong phương án này chỉ nên sử dụng bộ đèn FS 40/36 \times 2 CM1 của Rạng Đông.

b. Phương án 2 (PA2)

Dùng bộ đèn panel D P01 15 \times 120/28W-1750lm (Hình 5a) hoặc đèn led Tube 01 120/22W-2200lm (Hình 5b) của Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông, 2014. Đèn treo cách trần 0,65m. Kết quả thiết kế như trong hình 6 và hình 7.

Nhận xét:

Về độ rọi: Sử dụng bộ đôi đèn Led Tube 01 120/22W cho kết quả sáng hơn.

Về tiêu thụ năng lượng: Hệ thống sử dụng bộ đôi đèn Led Tube 01 120/22W dùng hết 880W ít hơn so với hệ thống dùng đèn D P01 15 \times 120/28W hết 1176W.

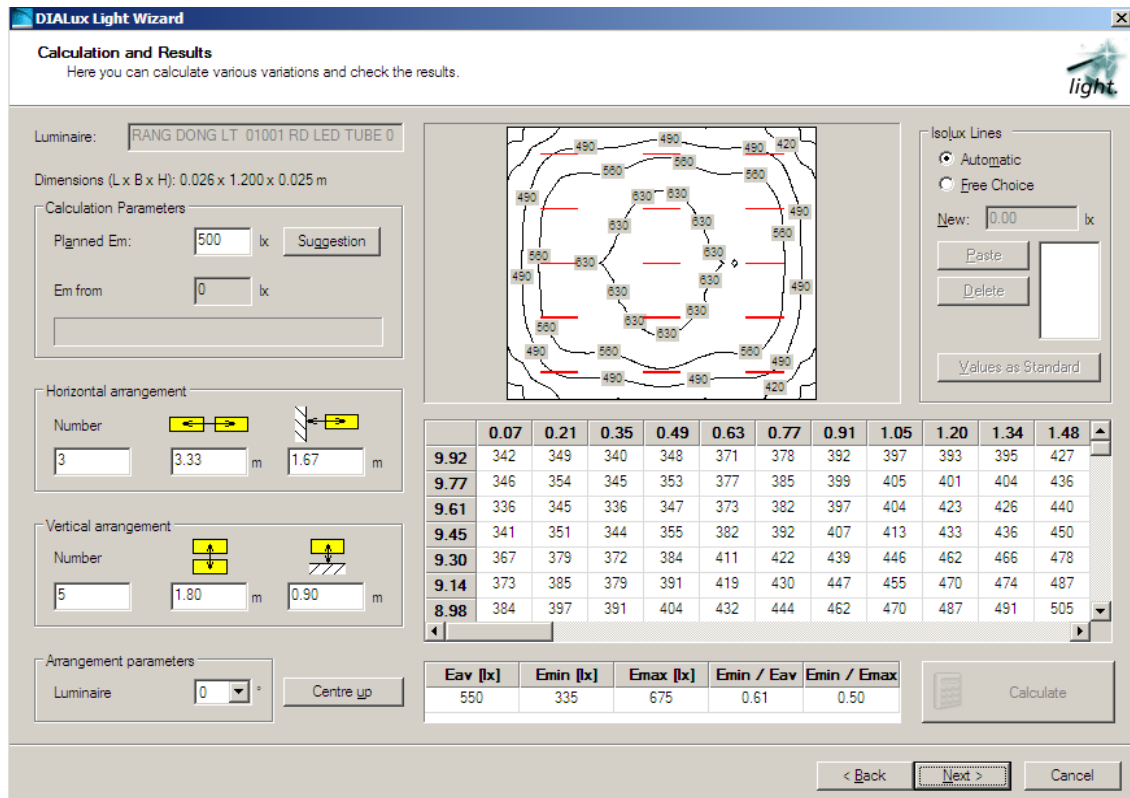
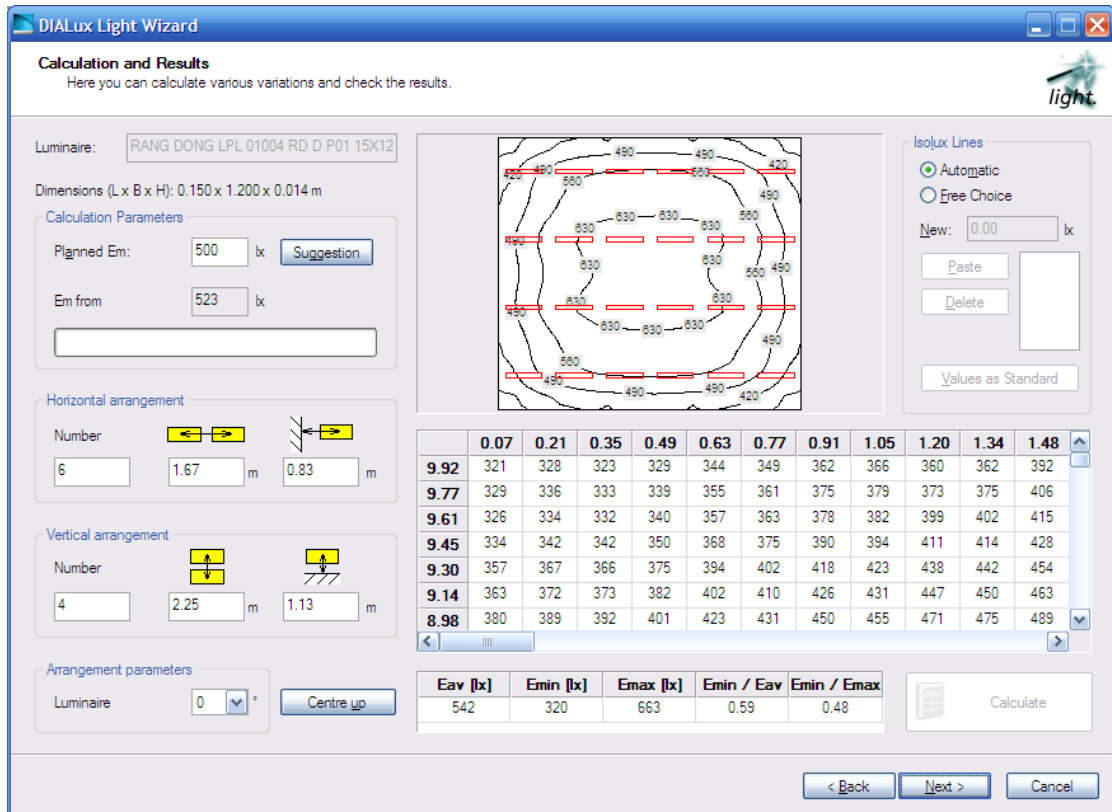
Về vị trí đèn so với quạt: đèn D P01 15 \times 120/28W bị vướng khi quạt quay.

Như vậy, chọn thiết kế với 36 bộ đôi bóng đèn Led Tube 01 120/22W là hợp lý.



b. Bộ đèn FS 40/36x1 CM1*EH cho bảng

Hình 2. Bộ đèn chiếu sáng hiệu quả cho lớp học dùng đèn T8



Đánh giá hiện trạng và lựa chọn giải pháp chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm cho phòng học trong Học viện Nông nghiệp Việt Nam

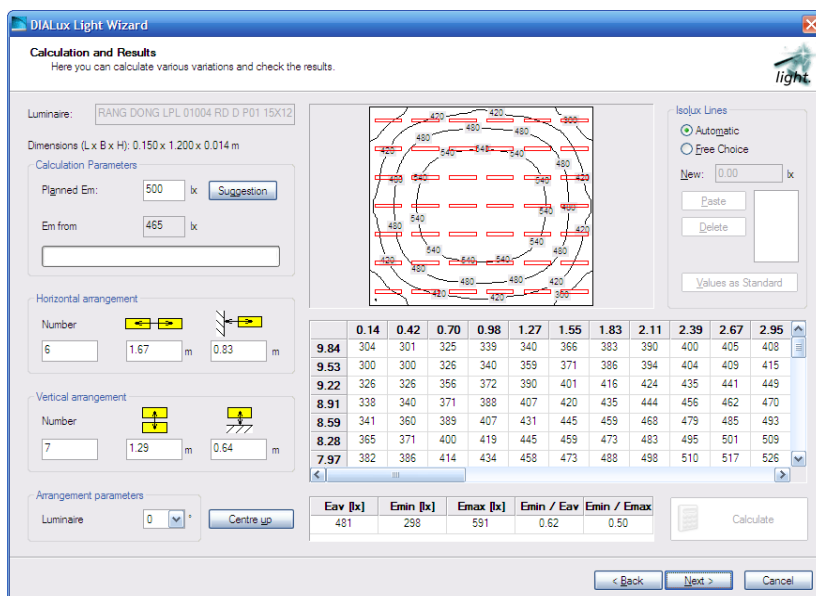


a. Đèn D P01 15x120/28W

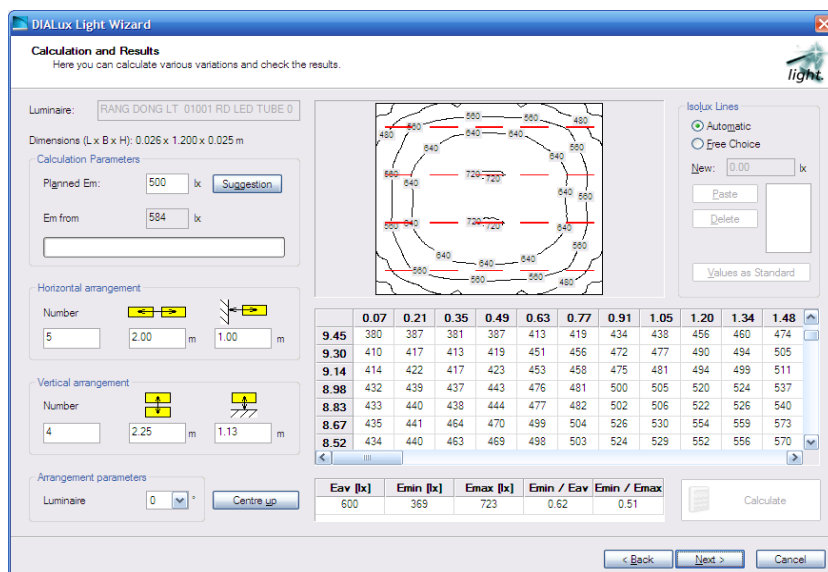


b. Đèn Tube 01 120/22W

Hình 5. Hình dáng đèn theo phương án 2



Hình 6. Bố trí đèn panel D P01 15x120/28W trong phòng CD06



Hình 7. Bố trí đèn tuýp led Tube 01 120/22W trong phòng CD06

c. Phương án 3 (PA3)

Theo phương án này, dùng các đèn panel lắp chìm trong trần cao 3m so với sàn nhà. Các đèn panel D P01 30x120/50W-4400lm, D P01 30x30/14W-1050lm và D P01 30x60/28W-2000lm được lựa chọn (Hình 8) của Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông, 2014. Kết quả thiết kế với từng loại đèn được thể hiện trên hình 9, hình 10 và hình 11.

Nhận xét:

Về độ rọi: Đèn D P01 30 x 120/50W cho kết quả sáng nhất.

Về điện năng tiêu thụ: Đèn D P01 30 x 120/50W cũng cho tổng lượng điện năng tiêu thụ ít nhất là 750W, so với 980W của đèn D P01 30 x 60/28W và 1008W của đèn D P01 30 x 30/14W.

Với phương án 3, chọn đèn D P01 30 x 120/50W cho hệ thống chiếu sáng phòng CD06 là hợp lý.

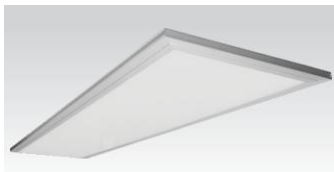
d. So sánh tính kinh tế các phương án

Giả thiết, phần dây dẫn, công tác, hệ thống treo đèn, công lắp đặt,... tương đương nhau chỉ

so sánh về vốn đầu tư cho bộ đèn sao cho tổn hao điện năng ít, tiết kiệm tiền điện. Thời gian xét so sánh lấy bằng tuổi thọ của đèn có tuổi thọ lớn nhất, xét với thời gian là 24.000 giờ. Giá thành nguồn sáng được lấy từ bảng báo giá của Rạng Đông (Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông, 2014).

Nhận xét:

Như vậy, xét về tính kinh tế, dù PA1 vốn đầu tư ít nhưng trong quá trình sử dụng tiêu tốn nhiều điện năng nên kém kinh tế nhất. PA3 cần vốn đầu tư khá nhiều, mặc dù đây là phương án tiết kiệm điện năng nhất trong quá trình sử dụng nhưng vẫn không bù được vốn đầu tư ban đầu. Hơn nữa, theo phương án, còn phải thay toàn bộ quạt trần bằng quạt tường (chưa được tính ở đây (mặc dù số này có thể kết hợp với đèn để thanh lý)). PA2 là phương án hiệu quả nhất nếu xét về mặt kinh tế. Ngoài ra, PA1 dùng đèn huỳnh quang, không thân thiện với môi trường, làm hệ số cos φ lưới kéo xuống thấp.



a. Đèn D P01 30x120/50W

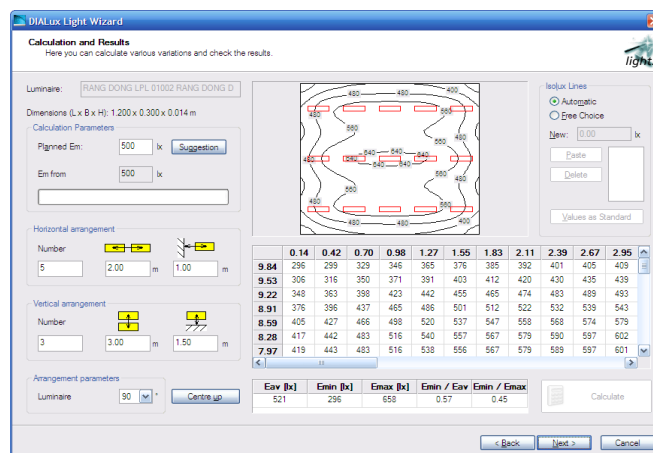


b. Đèn D P01 30x60/28W



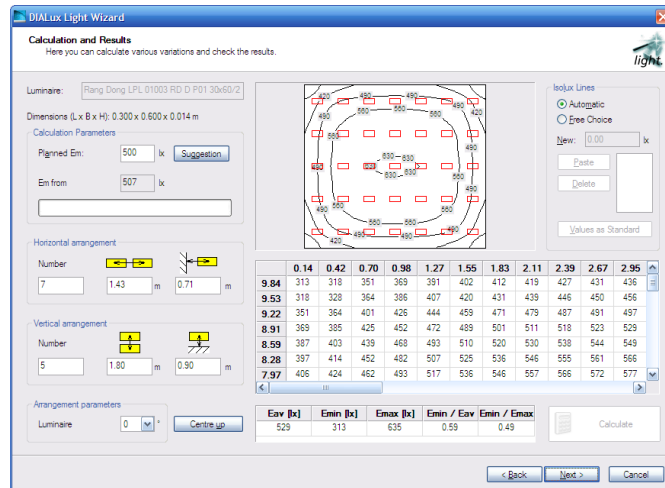
c. Đèn D P01 30x30/14W

Hình 8. Hình dáng thực của đèn led panel của Rạng Đông

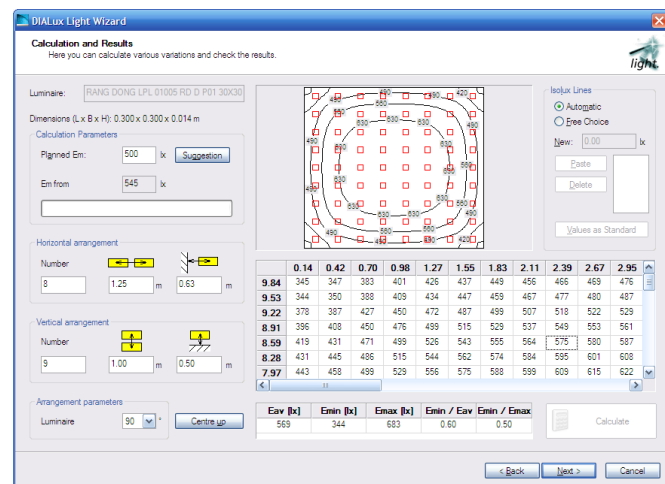


Hình 9. Hệ thống chiếu sáng với đèn panel D P01 30x120/50W

Đánh giá hiện trạng và lựa chọn giải pháp chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm cho phòng học trong Học viện Nông nghiệp Việt Nam



Hình 10. Bố trí đèn D P01 30x60/2W trong phòng CD06



Hình 11. Bố trí đèn D P01 30x30/2W trong phòng CD06

Bảng 4. Bảng so sánh kinh tế 3 phương án

Tiêu chí so sánh	Công thức tính	Đơn vị	PA1	PA2	PA3
Số lượng NS	(1)	Nguồn sáng	24	20	15
Số lượng bóng đèn/1NS	(2)	Bóng	2	2	1
Số lượng chấn lưu cần dùng/1 NS	(3)	Chấn lưu	2	0	0
Công suất tiêu thụ của 1 bóng	(4)	W	36	22	50
Công suất tiêu thụ của 1 chấn lưu	(5)	W	7	0	0
Công suất tiêu thụ của NS	(6)=(2)*(4)+(3)*(5)	W	86	44	50
Tổng công suất tiêu thụ của phòng	(7)=(6)*(1)	W	2.064	880	750
Xét trong 24000 giờ	(8)	Giờ	24.000	24.000	24.000
Tổng điện năng tiêu thụ trong 24000 giờ	(9)=(7)*(8)/1000	kWh	49.536	21.120	18.000
Tiền điện trung bình cho 1kWh	(10)	Đồng	2.000	2.000	2.000
Tổng tiền điện phải trả trong 24.000 giờ	(11) = (9)*(10)	10 ³ Đồng	99.072	42.240	36.000
Giá mua bộ đèn dùng trong 24000 giờ	(12)	10 ³ Đồng	13.974,4	14.300	57.750
Tổng chi phí sau 24.000 giờ sử dụng	(13)=(11)+(12)	10 ³ Đồng	113.046,4	56.540	93.750

3.3.3. Thiết kế mạch điện cho hệ thống chiếu sáng

Để đảm bảo tiêu chí tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng, sử dụng đúng nguồn sáng cần thiết. Khuyến cáo nên áp dụng nguyên tắc sau:

- Mặc dù đèn đặt theo chiều dọc với hướng nhìn nhưng 2 đèn gần bảng (phía trước bảng) cần phải xoay ngang lại và dùng hệ thống thanh treo xuống một đoạn khoảng 0,7 – 0,8m và cho đèn nghiêng hướng thẳng vào bảng để đảm bảo độ rọi trên bảng đạt 500 lux.

- Những đèn ở dãy sát ngoài, gần cửa sổ, đi đường dây cáp điện riêng, để trường hợp nếu trời sáng có thể tắt bớt những đèn ở phía đó.

- Đèn ở phía trên gần màn chiếu đi một đường dây riêng vì khi giáo viên muốn giảng

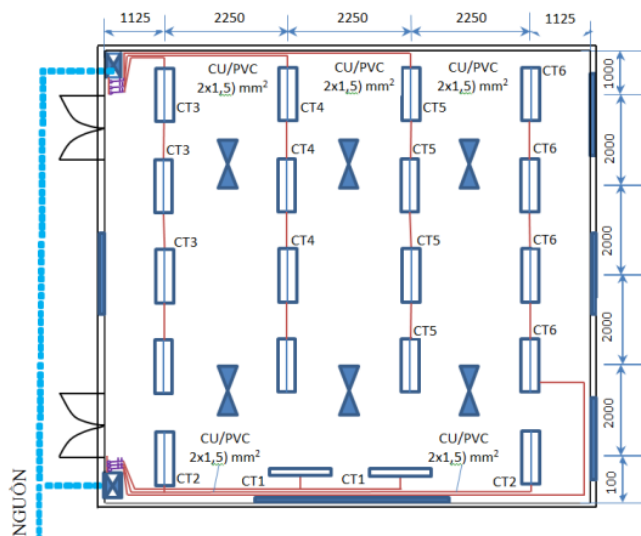
bằng projector, có thể riêng tắt đèn ở phía đó để đỡ gây chói, nhức mắt cho người học.

- Các công tắc đèn chung một cầu dao.
- Tiết diện dây dẫn, aptomat được tính toán theo điều kiện đốt nóng.

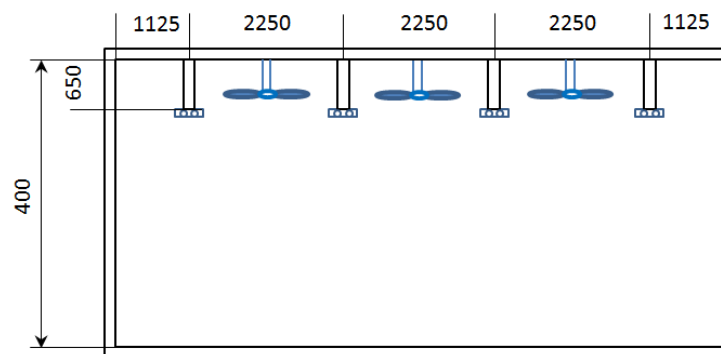
Kết quả được tính với PA2 làm ví dụ được thể hiện trên hình 12, hình 13 và hình 14.

4. KẾT LUẬN

So với TCVN 7114:2008, gần như tất cả các giảng đường của Học viện Nông nghiệp Việt Nam không đủ độ sáng, giảng đường còn thiếu sáng rất nhiều. Các bóng đèn đang được sử dụng đều không thân thiện với môi trường do chứa thủy ngân, cũng như không đảm bảo tiêu chí tiết kiệm điện do sử dụng chấn lưu điện từ.



Hình 12. Sơ đồ mặt bằng đi dây hệ thống đèn phòng CD06 (PA2)



Hình 13. Sơ đồ mặt cắt ngang hệ thống đèn phòng CD06 (PA2)



Hình 14. Sơ đồ một sợi cáp điện cho hệ thống đèn phòng CD06

Nhóm nghiên cứu đã quan sát, đo đạc và chọn một giảng đường điển hình là CD06 để đưa ra 3 phương án cải tạo, thiết kế hệ thống chiếu sáng mới nhờ phần mềm Dialux 4.12 và đèn của Rạng Đông. Tuy PA1 chi phí ít nhất và tận dụng được số đèn T8, T10 hiện có nhưng do tiêu thụ nhiều điện năng nên không được áp dụng. PA3 đảm bảo hệ thống ánh sáng hiệu quả và mỹ quan nhưng với chi phí ban đầu khá lớn, chi phí tiết kiệm điện mang lại không bù được. Tuy nhiên nhìn tổng thể cả hệ thống lưới điện Việt Nam, đây là phương án khả thi. Đứng về phía

người tiêu dùng là Học viện Nông nghiệp Việt Nam, PA2 là khả thi nhất, mặc dù về mặt mỹ quan không đẹp bằng PA3. Bên cạnh đó, việc nghiên cứu kỹ đặc điểm, nhu cầu làm việc trong giảng đường cũng giúp việc thiết kế cung cấp điện hợp lý và tiết kiệm điện năng sử dụng cho Học viện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Khoa học và Công nghệ (2008). TCVN 7114-1:2008 Ergonomi. Chiếu sáng nơi làm việc - Phần 1: Trong nhà.

Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông (2014). Báo giá sản phẩm chiếu sáng Rạng Đông.

Công ty Cổ phần bóng đèn phích nước Rạng Đông (2014). Các sản phẩm chiếu sáng:

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/thiet-bi-chieu-sang/bo-den/den-chieu-sang-lop-hoc-id-12705.aspx>;

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/thiet-bi-chieu-sang/bo-den/den-chieu-sang-lop-hoc-id-12709.aspx>

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/den-chieu-sang-led/den-led-panel/den-led-panel-28w-id-12582.aspx>

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/den-chieu-sang-led/den-bo-den-tube-led/bong-den-led-tube-dau-den-xoay-id-13012.aspx>

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/den-chieu-sang-led/den-led-panel/den-led-panel-50w-id-12585.aspx>

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/den-chieu-sang-led/den-led-panel/den-led-panel-14w-id-12583.aspx>

<http://www.rangdongvn.com/vi/san-pham/den-chieu-sang-led/den-led-panel/den-led-panel-id-2989.aspx>

Nguyễn Thị Duyên, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Ngọc Kính, Vũ Hải Thuận, Đào Xuân Tiến, Ngô Quang Ước (2013). Đánh giá, đề xuất các giải pháp tiết kiệm điện năng và biện pháp nâng cao hiệu quả quản lý vận hành lưới điện trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

Nguyễn Xuân Hiếu, nhóm sinh viên nghiên cứu khoa học (2010). Nghiên cứu và ứng dụng phần mềm Dialux thiết kế chiếu sáng cho dãy phòng thí nghiệm khoa Cơ - Điện.

Trần Quốc Đăng Khoa (2014). Chiếu sáng công cộng – Vấn đề và giải pháp, truy cập tại: <http://ecc-hcm.gov.vn/index.php/vi/news/Tin-Tuc/Chieu-sang-cong-cong-van-de-va-giai-phap-281/>, ngày: 26/11/2004

Văn phòng tiết kiệm năng lượng Vneep (2014). Sử dụng hiệu quả và tiết kiệm điện đối với chiếu sáng, <http://ecchaiphong.gov.vn/Images/Documents/HE%20THONG%20CHIEU%20SANG.pdf>.