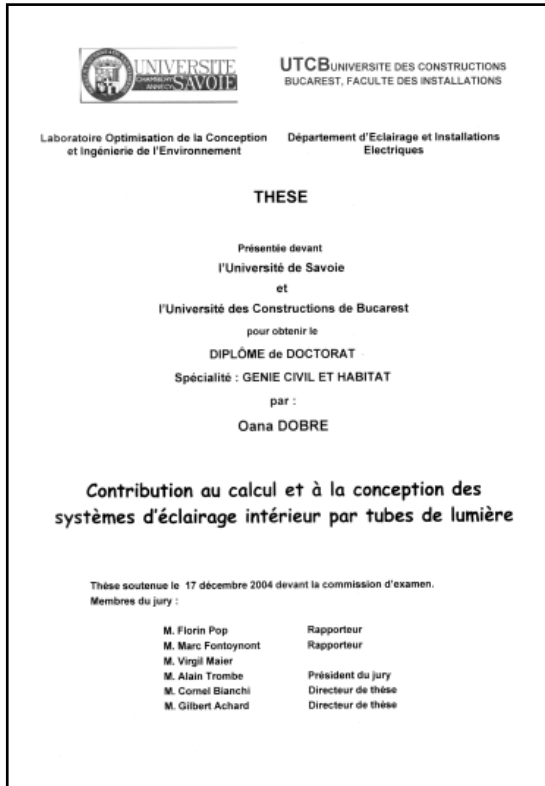


CONTRIBUTION TO THE CALCULATION AND DESIGN OF THE INTERIOR LIGHTING SYSTEMS BY LIGHT PIPES

Oana DOBRE

Université de Savoie



characterization of the diffusing prismatic light pipes, starting from a bibliography, the third proposes two calculation models (analytical or matric) making possible to determine the efficiency of a prismatic light pipe. Finally the two final chapters propose optical simulations of diffusing light pipes using a optics software (Apilux), then of a lighting software (Visual Ergonomics).

In chapter II, we describe the optical phenomena occurring in a light pipe by proposing the role of the specular factor of reflexion of the walls and phenomena of total internal reflexion, then we describes the prismatic light pipes, and the techniques allowing the guidance of the light (total internal reflexion) and the extraction along th light pipe by the presence of a extraction system. We propose finally a review of the systems available on the market and the concepts proposed. Work is exhaustive and detailed.

The following chapter (III) proposes an experimental study of the prismatic light pipes. It is a question of determining the flows provided to space surrounding all along light pipes diffusing, according to the type of source of light used, the technology of the light pipe and the type of extractor of light employed. The metrological techniques suggested have recourse to apparatuses such as the lux-meters and brightness-meters portable. The found levels of prove to be modest in absolute value (approximately 30%) in comparison with optics standards used with the techniques of fluorescent traditional lighting. It is obviously the price to be paid for this technique of offset of the contributions of luminous flow since the sources.

The following chapter (IV) proposes a certain number of models intended to simulate the optical behavior of a prismatic light pipe, lit either by two projectors HQI, or by a projector with LEDs. Thus we takes into account the indicatrix of the intensities of the source of light to know incidental

The Ph D Thesis is a “cotutelle” thesis framed by two readers.

The thesis consists of a principal body of 244 pages organized in 7 chapters of which first is represented by the “Introduction” and the last by “Conclusions and Prospects”. Five appendices covering 85 pages supplement the principal body usefully. The work suggested by the author proposes a whole of studies relating to the performances of techniques of lighting using light pipes. They are pipes made up of reflective, opaque or translucent materials, intended to lead the light (natural or electric light) and to distribute it either starting from the end, or along the light pipe.

The study starts with a first chapter of description of the light pipes, the second proposes a photometric

illuminations, before reflexion, on the whole of the walls of the light pipe and the portion of this luminous energy which strikes the element located in end of light pipe. We defines then a parameter which is the average number of reflexions (specular) of the luminous rays on the internal walls. This number of reflexions, in a light pipe or a portion of light pipe determines the level of reduction of luminous flow. The model thus integrate well the role of the number of reflexions on the walls of the light pipe. The model presupposes that the efficiency of the different compwents (definite as the ratios of the luminous flows transmitted on received flows) is independents the ones of the others and can be combined in series.

The study proposes then an original matric model, intended to take into account luminous flows being propagated in the two directions inside the light pipe. We notes also, that the behavior of the reflectors in end of light pipe considerably will affect the distribution of outgoing flows.

The following chapter (V) proposes an approach based on the use of a software of optics of trade (APILUX). We proposes to simulate the extraction of light of the light pipes by a succession of semi-transparent mirrors (with variable transmission), diffusing the reflected light in the room, using their concavity. We model thus each section of light pipe by a series of 20 mirrors. The analytical results appear in agreement with the results obtained with the preceding model and the experimental results found in chapter III.

The chapter which follows (VI) relates to simulation, using a second software (Visual Ergonomics) of the lighting of we part using a light pipe. In the study we lead the first simplified calculation based on the method of the zonal cavity to integrate the multiple reflexions in the room.

This method, rather traditional, makes it possible to evaluate illuminations on the various plans of the part considered. The software Visual Ergonomics requires indicatrixes of light intensity distributed on the surface of the light pipe. The luminous effects on the ground of the room are overall similar, but we observes some local differences on the level of the effects obtained at the time of simulation with the Apilux software, compared to reality.

The chapter of conclusion recalls the whole of the results obtained during the thesis. It is noted that the values of the total efficiency of the light pipe used as reference vary from 0.305 to 0.383 according to the method, what appears very reasonable being given the number of uncertainties and approximations used in the methods, in particular on the level of the integration of the light intensities to obtain flows.



Ass. Eng. Oana DOBRE,
Université de Savoie, Laboratoire
Optimisation de la Conception et
Ingénierie de l'Environnement
73376 le Bourget du Lac Cedex,
France
Tel.: (33) 609 84 31 16
e-Mail: oana.dobre@univ-savoie.fr

Received 28 December 2004

CONTRIBUȚII LA CALCULUL ȘI CONCEPȚIA SISTEMELOR DE ILUMINAT INTERIOR PRIN TUBURI DE LUMINĂ

Teza este constituită dintr-un corp principal de 244 pagini organizat în 7 capitole dintre care primul este reprezentat de «Introducere» și ultimul de «Concluzii și Perspective» și cinci anexe pe 85 pagini. Autoarea propune un ansamblu de studii despre performanțele tehnicilor de iluminat utilizând tuburi de lumină. Este vorba de tuburi constituite din materiale reflectorizante, opace sau translucide, destinate să conducă lumina (naturală sau electrică) și să o distribuie, fie începând de la o extremitate, fie de-a lungul tubului.

Studiul începe printr-un capitol descriptiv despre tuburile de lumină, al doilea capitol propune o caracterizare fotometrică a tuburilor prismatice difuzante pe baza literaturii de specialitate, al treilea propune două modele de calcul (analitic sau matricial) permițând determinarea eficacității unui tub de lumină prismatic. Ultimele două capitole propun simulări optice de tuburi difuzante cu ajutorul unui program de calcul de optică (Apilux) și a unui program de calcul de iluminat (Visual Ergonomics).

În capitolul II sunt descrise fenomenele optice care au loc într-un tub de lumină punând accentul pe rolul coeficientului de reflexie speculară pe pereții interiori ai tubului și pe fenomenele de reflexie internă totală, apoi se descriu tuburile prismatice și tehnicile permițând ghidajul luminii (reflexie internă totală) și extracția ei de-a lungul acestor tuburi prin prezența unui sistem specific. Se face o trecere în revistă a sistemelor disponibile pe piață și a conceptelor propuse. Munca depusă este exhaustivă și detaliată.

Capitolul următor (III) propune un studiu experimental al tuburilor prismatice. Este vorba de determinarea fluxurilor emise în spațiul înconjurător de-a lungul tuburilor difuzante, în funcție de tipul surselor luminoase utilizate, tehnologiei tubului și tipului de extractor de lumină utilizat. Tehnicile metrologice propuse recurg la aparate portabile (luxmetru și luminanțmetru). Nivelurile de eficacitate găsite se dovedesc modeste în valoare absolută (în jur de 30%) datorită opticilor standard utilizate cu tehnicile de iluminat tradițional fluorescent. Este prețul plătit pentru aceste tehnici de deplasare a aporturilor de flux luminos emis de surse.

Capitolul următor (IV) propune un anumit număr de modele destinate simulării comportamentului optic al unui tub de lumină prismatic, alimentat fie prin două proiectoare HQI, fie printr-un proiector cu LED-uri. Astfel se iau în considerare curbele de distribuție a intensității surselor de lumină pentru a cunoaște iluminările incidente, înainte de reflexie, pe ansamblul pereților interiori ai tubului și fracțiunea de energie luminoasă care întâlnește elementul situat în capătul tubului. Se definește un parametru care este numărul mediu de reflexii (speculare) ale razelor de lumină pe pereții interiori. Acest număr de reflexii, într-un tub sau într-un tronson de tub determină nivelul de reducere a fluxului luminos. Modelul integrează bine rolul numărului de reflexii pe pereții tubului. Modelul presupune ca eficacitățile diverselor componente (definite prin raportul dintre fluxul

luminos transmis și fluxul primit) sunt independente unele față de altele și pot fi combinate în serie.

Studiul propune apoi un model matricial original, destinat să ia în considerare fluxurile luminoase care se propaga în cele două sensuri la interiorul tubului. Aici, de asemenea, notăm comportamentul reflectorului din capătul tubului care va afecta considerabil repartiția fluxurilor emise.

Capitolul următor (V) propune o metodă bazată pe utilizarea unui program de calcul de optica (APILUX) - o simulare a extracției luminii din tuburile de lumină printr-o succesiune de oglinzi semi-transparente (cu transmisie variabilă) care difuzează lumina reflectată în încăpere, datorită concavității lor. Se modelează fiecare tronson de tub de lumină printr-o serie de 20 de oglinzi. Rezultatele analitice apar în concordanță cu rezultatele obținute cu modelul precedent și cu cele experimentale găsite în capitolul III.

Capitolul VI tratează simularea cu ajutorul unui program de calcul a iluminatului unei încăperi (Visual Ergonomics) generat de un tub de lumină. În acest studiu se realizează un calcul de început simplificat, bazat pe metoda cavității zonale pentru a integra reflexiile multiple din încăpere.

Această metodă clasică permite evaluarea iluminărilor pe diferitele planuri ale încăperii considerate. Programul de calcul necesită curbele de intensitate luminoasă repartizate pe suprafața tubului. Efectele luminoase pe podeaua încăperii sunt asemănătoare în totalitate, dar se observă câteva diferențe locale, la nivelul efectelor obținute în timpul simulării cu programul de calcul Apilux.

Capitolul de Concluzii tratează ansamblul rezultatelor obținute în teză. Se poate nota că valorile eficacității globale a tubului de lumină de referință variază de la 0,305 la 0,383 în funcție de metodă, ceea ce pare foarte potrivit ținând cont de numărul de incertitudini și de aproximări utilizate, în particular la nivelul integrării intensităților luminoase pentru obținerea fluxurilor.