

ESPr – simulace osvětlení

Datum: 30.1.2012 | Autor: Ing. Stanislav Števo, PhD., Bc. Zoltán Stermenszky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita | Recenzent: Jan Průcha, Insight Home

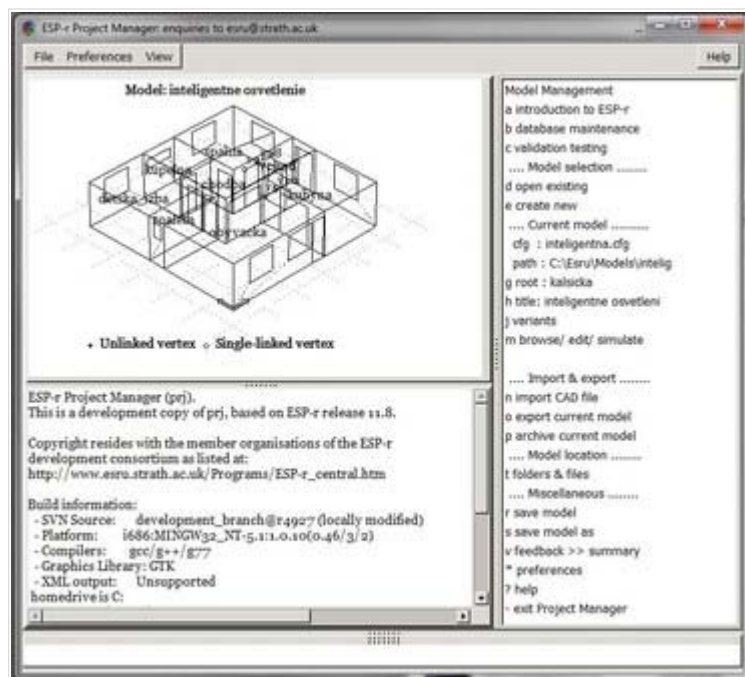
Experiment má za úkol vyhodnotiť vhodnosť jednotlivých algoritmov pro simulaci osvětlení v programu ESP-r a porovnat spotřebu elektrické energie "klasického" a "inteligentního" osvětlení.

Úvod

Výhoda virtuálních modelov spočíva v ich univerzálnosti a finančnej nenáročnosti. Navrhnuté modely môžu byť jednoducho upravované a aktualizované presne podľa užívateľových predstáv, bez toho aby ich boli nenávratne poškodené. Finančnú náročnosť charakterizuje ich SW podstata, investície nesmerujú totiž do materiálov a technológií, ale do vývoja softvéru, teda do duševného vlastníctva, čo zvyšuje atraktivnosť tejto problematiky v informačnej spoločnosti.

Osvetlenie patrí medzi neoddeliteľnú súčasť budovy. Vhodným spôsobom automatizácie môžeme zvýšiť komfort bývania a riadením denného a umelého osvetlenia môžeme významnou mierou prispieť k úsporám elektrickej energie. Práve overenie energetickej náročnosti rôznych variant osvetlenia sledujú experimenty prezentované v tomto článku.

Model pre simuláciu osvetlenia



Obr. č. 1 Model rodinného domu (ESPr – Project manager window)

ktoré budú reprezentovať jednotlivé miestnosti.

Klasické osvetlenie

Spotreba pre „klasické“ osvetlenie (KO) je zadefinovaná pre jednotlivé dni a periódy. Spotreba sa vypočítať podľa želanej alebo odporúčanej svetelnosti v danej zóne (tab. 1). Riadenie nie je potrebné, pretože periódy sú zadefinované tak, akoby obyvatelia zapínali a vypínali svetlá. (ESPr ponúka možnosť simulácie prítomnosti obyvateľa aby bola simulácia bližšie k realite. Pre porovnanie boli implementované obe metódy.)

Prvým krokom je výber softvéru. Open-source program ESP-r je sofistikovaný nástroj, ktorý je vyvíjaný na Univerzite Strathclyde v Glasgowe [1]. ESPr predstavuje simulačné prostredie pre všeobecné použitie, ktoré podporuje hĺbkové posúdenie faktorov, ktoré ovplyvňujú spotrebu energie a ekologickej hospodárnosti budov. Je realistický a drží sa blízko ku skutočným fyzikálnym systémom. Snaží sa simulovať reálny svet tak prísne, ako je to možné a na úrovni, ktorá je v súlade so súčasnou najlepšou praxou.

Bol vytvorený virtuálny model jednoduchého rodinného domu. Pri vytváraní modelu sa zadá poloha modelu a pripojí sa k nej vhodná klimatická databáza. Tieto údaje sú dôležité pri simulovaní, lebo program berie do úvahy pri výpočtoch práve aj okolie objektu. Model sa vytvára zadávaním súradníc jednotlivých vrcholov stien, pričom dostávame zóny,

Tab. 1 Použité údaje (STN EN 12464-1)

	Spálňa	Kúpeľňa	Detská	Toaleta	Obývačka	Kuchyňa	Vchod	Chodba
Plocha [m ²]	16.00	5.00	14.00	3.50	25.75	14.00	3.00	9.00
Svetelnosť [lux]	150	300	200	100	150	200	100	100
Žiarovky vyp. [W]	170	106	198	25	273	198	21	64
Žiarovky real [W]	170	110	200	40	280	200	40	80
Žiarivky [W]	33	20	38	5	53	38	4	12

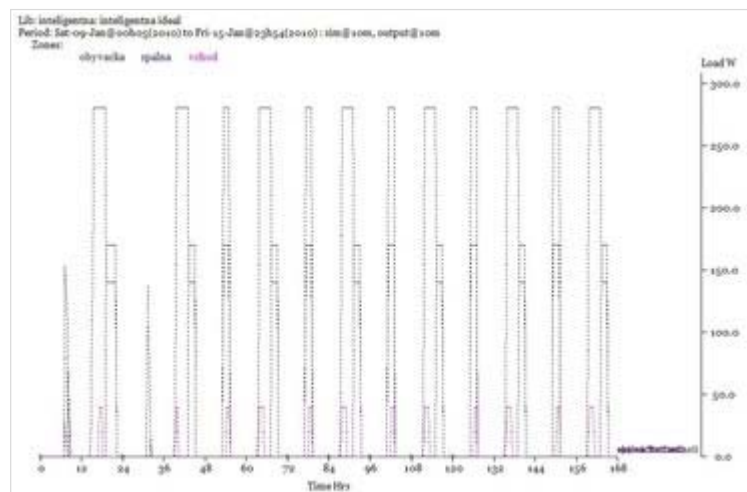
Riadok „Žiarovky vyp.“ reprezentuje vypočítané hodnoty a riadok „Žiarovky real“ hodnoty, ktoré sa použili v simulácii. Žiarivky sa nepoužili pri simulácii, len pri analýze výsledkov.

Inteligentné osvetlenie

Inteligentné ovládanie [2][5] (IO) nastaví pre riadenie hodnotu požadovanej svetelnosti. Ak svetelnosť dosiahne túto hladinu (v oblasti senzorov), svetlá sa buď stlmia alebo sa vypnú (t.j. denné svetlo je dostatočné). Tu je možné využiť dáta, ktoré boli zadané pri KO. Algoritmy a typy výpočtov sú vybrané a nastavené podľa užívateľom zadaného predpisu. Boli vytvorené dve verzie. V oboch bolo použité stmievanie ako typ riadenia. Pre stmievanie je treba vybrať z troch rôznych typov algoritmu. Prvá simulácia používa idealizovaný typ, druhá typ s kalibráciou. Pri stmievaní sa po dosiahnutí zadanej hranice svetlá vypnú. Pri tomto riadení je nutné zadať požadovanú hladinu osvetlenia (v luxoch – tab. 1). Rozdiel voči „klasickému“ riadeniu je, že riadiace prvky majú spotrebu. Ich spotreba je rátaná ako spotreba zariadení. Táto spotreba je počas dňa rovnaká, preto nepotrebujeme definovať riadenie, ani periódy.

Simulácia

Dôležitým aspektom je nastavenie počtu vykonania výpočtov za hodinu. Pri týchto simuláciách sme nastavili tento počet na hodnotu 6.



Obr. č. 2a Výsledky ideálneho inteligentného ovládania v grafe

očakávaná patria najvyššie hodnoty práve tejto simulácii. Tieto hodnoty sú dosiahnuté pri ideálnych podmienkach, keby sa svetlá zapli a vypni v tých istých intervaloch. Reálnejšiu spotrebu pre „klasické“ osvetlenie dáva simulácia „klasicka 2“, kde sa už simuluje prítomnosť užívateľa, akoby prepínal svetlá v jednotlivých zónach. Z tabuliek je zrejмый rozdiel 9,53 %. Z toho môžeme usúdiť, že pre simuláciu klasického osvetlenia bude vhodnejšie, keď sa

Simulácia bola vykonaná pre jeden celý rok pre každý model. Nemá význam robiť simuláciu pre viac rokov, pretože klimatická databáza je definovaná na jeden rok, čiže po roku by sa hodnoty opakovali. Simulácie sú výpočtovo náročné. (Pritom uvedená simulácia nepredstavuje rozsiahly systém). Simulácia inteligentného osvetlenia na štvorjadrovom procesore trvá takmer 800 sekúnd. Pre IO bude knižnica výsledkov okolo 330 MB. Pre KO okolo 120 MB.

Výsledky

Výsledky simulácie „klasicka“ sú v tabuľke tab. 2 a tab. 3, čo predstavuje simulácie bez riadenia. Podľa



použije simulácia používajúca pravdepodobnosť používateľa, čiže „klasicka 2“.

Tab. 2 Výsledky simulácií v kWh

kWh	A	B	C	D	E	F	G	H	I	SUM
Klasik	257.05	160.59	594.34	39.64	751.86	531.76	39.64	175.22	0	2550.1
Klasicka 2	212.96	160.35	594.34	38.74	601.41	528.46	16.77	175.22	0	2328.25
Intel.	169.18	116.4	391.78	20.42	482.48	265.36	10.09	172.89	350.25	1978.85
Intel. 2	136.41	136.41	451.32	24.59	490.01	289.65	10.22	173.87	350.25	2062.73

A- spálňa, B – kúpeňa, C – detská izba, D – toaleta, E – obývačka, F – kuchyňa, G – vchod, H – chodba, I - ovládanie

Tab. 3 Výsledky simulácií v hodinách

hod	A	B	C	D	E	F	G	H	SUM
Klasik	1633.67	1581.67	3093.67	1112.67	3197.67	2780.67	1112.67	2311.67	16824
Klasicka 2	1362.67	1579.5	3093.67	1096.17	2649.83	2766.5	482.83	2311.67	15343
Intel.	1145.5	1355.17	2571.33	753.17	2265.5	1641.67	319.5	2311.67	12364
Intel. 2	1209.17	1568.33	3016.5	971.67	2343.83	1884.67	325.17	2311.67	13631

A- spálňa, B – kúpeňa, C – detská izba, D – toaleta, E – obývačka, F – kuchyňa, G – vchod, H – chodba

Zadefinované IO vykazuje lepšie výsledky pri riadení, ktoré používa ideálnu stmievaniu funkciu („inteligentna“). Táto simulácia je ideálna a nie reálna. Je však blízko ku reálnejšej („inteligentna 2“) ako to ukazuje aj rozdiel 4,24 %, ktorý môže byť spôsobený aj tým, že pri obidvoch metódach sú inak umiestnené snímače osvetlenia [1](#)). Realnosť riešení sa stanoví porovnaním s údajmi z reálneho domu. (Analýza výsledkov sa vykonáva v ESP-r v samostatnom module.)

Pre KO je bližšie k realite simulácia „klasicka 2“ a pre IO je „inteligentna 2“. Medzi týmito dvoma je rozdiel 12,87 %, čo predstavuje menšiu mieru úspor ako bolo očakávané. Tu sa už započítala aj spotreba inteligentného ovládania, ktorá tvorí 17,7 % z celej spotreby. Bez ovládania je úspora 35,96 %.

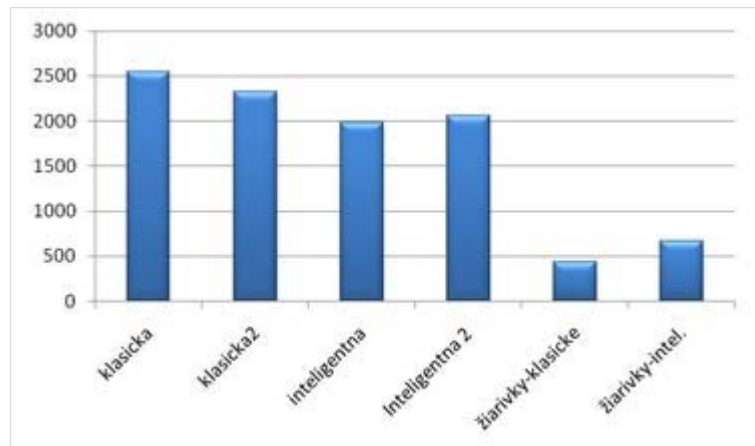
Žiarovky sú v dnešnej dobe nahradzované žiarivkami (žiarovky sa v EU už nepredávajú), ktoré majú životnosť osemkrát vyššiu a spotrebu päťkrát menšiu [4]. Takto môže byť spotreba v porovnaní s používanými žiarovkami až polovičná. Ročná spotreba pri použití žiariviek je určená ako celoročná spotreba pre danú zónu (tab. 2) vydelená potrebným príkonom žiaroviek pre danú zónu (tab. 1), následne vynásobená s potrebným príkonom žiariviek (tab. 1). Takýmto spôsobom je zostavená tab. 4.

Tab. 4 Výsledky pre žiarivky

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	SUM
Klasik 2	212.96	160.35	594.34	38.74	601.41	528.46	16.77	175.22	0	2328.25
Žiarivky K2	41.00	29.82	113.46	4.62	113.13	100.89	1.72	26.88	0	431.52
Intelig. 2	136.41	136.41	451.32	24.59	490.01	289.65	10.22	173.87	350.25	2062.73
Žiarivky I2	26.26	25.37	86.16	2.93	92.18	55.30	1.05	26.67	350.25	666.16

A- spálňa, B – kúpeňa, C – detská izba, D – toaleta, E – obývačka, F – kuchyňa, G – vchod, H – chodba, I - ovládanie

Je zřejmé, že úspory pri žiarivkách prekročia päť násobok v porovnaní ku klasickým žiarovkám. Ďalší očividný fakt je, že spotreba pri inteligentnom osvetlení je väčšia, ako pri klasickom (pre žiarivky). Z toho vyplýva, že pre žiarivky sa vo väčšej miere neoplatí použiť inteligentné osvetlenie vzhľadom na úspory. Úspory vzhľadom k cene riešenia sú nesignifikantné pri segmente menších a stredných rodinných domov. Rozdiel je 54percentný, pričom spotreba je len 400–600 kWh. (54 % znamená okolo 200 kWh.) Ak uvažujeme, že sú úspory na osvetlení bez ovládania 115 kWh, tak pri trikrát väčšej rozlohe je spotreba na ovládanie vykompenzovaná. To by znamenalo, že ich spotreba bude rovnaká, ale začiatkové náklady pre inteligentné ovládanie zostávajú viacnásobne vyššie v porovnaní s KO.



Obr. č. 3 Ročné spotreby v kWh

Záver

Vytvorením modelu a vyhodnotením jednotlivých simulácií sa ukázalo, že soft. nástroje, ktoré sú určené na simuláciu inteligentných systémov sú veľmi nápomocné pri riešení špecifických problémov z rôznych subsystémov budovy. Týmto spôsobom vie projektant vyhodnotiť systém riadenia už pri navrhovaní.

Pri uvažovaní ceny 1 kWh elektriny (cca 0,063 €) budú dosiahnuté úspory za celý rok pre zvolený dom len 16 €. Z tohto môžeme usúdiť, že inteligentné ovládanie osvetlenia pre menšie domy alebo pracoviská slúži len pre väčší komfort obyvateľa alebo používateľa. Reálne úspory, s ktorými je návratnosť systému okolo 10–15 rokov sa dajú dosiahnuť len pri väčších domoch alebo budovách. Pri uvažovaní dvakrát väčšieho domu, bude pre klasické osvetlenie príkon približne dvojnásobný (4650 kWh). Pre inteligentné osvetlenie by sme príkon zvýšil tiež dvojnásobne, s tým, že spotreba na ovládanie by sa zvýšila len mierne, preto by spotreba osvetlenia bola okolo 3430 kWh a pre ovládanie 400 kWh (spolu 3830 kWh). Úspora činí približne 21,4 %, čo znamená, že úspory sú skoro lineárne úmerné. Pre väčšie domy (> 300 m²) by bolo možné dosiahnuť úspory až okolo 33 % (2310 kWh). Pri zvážení ceny riešenia je stanovená návratnosť v rozmedzí 15–20 rokov.

1) Kým pre ideálnu sú snímače vo výške jedného metra a sú otočené nahor, tak pre druhú metódu, ktorá používa kalibráciu (Integral reset) sú umiestnené pri strope a orientované nadol. Snímače osvetlenia pri týchto simuláciách sú umiestnené rozdielne, pretože používajú iné algoritmy.

Zdroje

- [1] WILLIAM, J.: The ESP-r cookbook. Glasgow : University of Strathclyde , 2008
- [2] DNA Slovakia s. r. o.: Systém inteligentného osvetlenia. ASB, [cit. 1.máj. 2010; 11.00h CEST]. Dostupné na internetovej stránke: <http://www.asb.sk/tzb/osvetlenie-a-elektroinstalacie/system-inteligentneho-osvetlenia-3022.html>
- [3] ČERVEŇÁKOVÁ, J.: Inšpirované svetlom..... Stavebníctvo a bývanie, [cit. 1.máj. 2010; 11.00h CEST]. Dostupné na internetovej stránke: http://www.stavebnictvoabyvanie.sk/index.php?option=com_content&task=view&%20id=203&Itemid=126
- [4] BIELIK, M.: Budova a energia. Banská Bystrica : Vidas, 1995
- [5] SMOLA, A. - ANTOL, L. - GAŠPAROVSKÝ, D.: Možnosti riadenia osvetlenia v inteligentných budovách. Bratislava : AT&P Journal , 2000/3

Komentář recenzenta

Článek pana doktora Števa potvrzuje naši zkušenost s realizacemi „inteligentních“ domácností. Je pravdou, že pro menší rodinné domy představuje řízení světel spíše komfort, než úspory. My se zaměřujeme na větší realizace, domy nad 300 m², kde se již dá mluvit o úsporách (v řádu desítek procent), a tedy návratnosti investice.

Náklady na svícení v rodinných domech jsou kolem 7 % z celkových nákladů, zatímco náklady na ohřev vody a topení jsou kolem 70 %. Proto se zaměřujeme především na úspory směrem k topení / chlazení. Velmi častou situací však je, že u klasických objektů se zapomíná zhasínat, a tak se kolikrát celý den nebo mnoho dní (dovolená) může v některých místnostech svítit (hostinský pokoj, technické místnosti, dětský pokoj, šatna,...). Tato okolnost, myslím, nebyla v simulaci zohledněna – ale jednoznačně podporuje inteligentní osvětlení, kdy se automaticky zhasnou všechna světla například při odchodu z domu nebo v místnostech, kde nikdo není.

Jan Průcha
předseda představenstva
Insight Home, a.s.

English Synopsis

ESPr – lighting simulation

The experiment aims to evaluate the suitability of algorithms to simulate the lighting in the ESP-r and to compare the energy consumption "classical" and "intelligent" lighting.