

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA

UID:1128798

BAKALÁRSKA PRÁCA

NITRA 2010

VLADIMÍR STUDENÝ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA

**ÚSPORA ELEKTRICKEJ ENERGIE NA VEREJNOM
OSVETLENÍ**

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný odbor:	5.2.57 Kvalita produkcie
Študijný program:	Prevádzková bezpečnosť techniky
Pracovisko (katedra/ústav):	Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky
Vedúci bakalárskej práce:	Ing. Ľudovít Nagy

Nitra 2010

VLADIMÍR STUDENÝ

ZADÁVACÍ PROTOKOL BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Vladimír Studený vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Úspora elektrickej energie na verejnom osvetlení a trendy rozvoja do budúcnosti“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry a podkladov poskytnutých Obecnými úradmi dotknutých obcí.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

.....

podpis

Pod'akovanie

Týmto sa chcem poďakovať svojmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Ľudovítovi Nagyovi za metodické vedenie a cenné rady pri písaní bakalárskej práce. Moje osobitné poďakovanie patrí všetkým starostom dotknutých obcí, ktorý ma podporovali a vytvorili mi podmienky počas celého štúdia.

.....

podpis

Abstrakt v štátnom jazyku

Bakalárska práca „Úspora elektrickej energie na verejnom osvetlení a trendy rozvoja do budúcnosti“ približuje problematiku ako ušetriť elektrickú energiu vo verejnom osvetlení. Verejné osvetlenie slúži nám všetkým – poskytuje bezpečnosť, orientáciu v priestore, umožňuje nám využívať verejné komunikačné cesty a priestory vo večerných hodinách, predĺžiť si pobyt vonku. Verejné osvetlenie významnou mierou dotvára večerný obraz miest a obcí. Tento prístup sa dá vyjadriť vetou : Šetríme elektrickú energiu, ale nešetríme svetlom! Šetrenie energie vo verejnom osvetlení má zdroj predovšetkým v technologickom pokroku, ktorý sa dosiahol medzi časom inštalovania starých osvetľovacích sústav a súčasnými výdobytkami vedy a techniky. Na týchto stránkach chcem priblížiť problematiku verejného osvetlenia a jeho rozvoj do budúcnosti.

Abstrakt v cudzom jazyku

The bachelor thesis “Power saving in street lighting and its trends for future” deals with problem how to save energy in street lighting. Street lights serve to all the people – they offer security, orientation in space, enable us to use public pavements and places in the evening hours to prolong our time spent outside. Street lighting contributes to image of cities and villages. This approach could be expressed by a sentence: “Save the power, do not save the lights!” Power saving in street lighting has first of all source in technological advance which was reached between the age of installing old lighting system and inventions that are used nowadays. In this work, I would like to explain the problem of street lighting and its future development.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

Jednotky:

A	- ampér základná jednotka v sústave SI
CO ²	-oxid uhličitý
GJ	-giga joule
GW	-giga watt
kWh	- kilowatt hodina
MW	- mega watt
MWh	-megawatt hodina
TJ	- tera joule
TW	-tera watt
W	- watt základná jedntka výkonu SI

Organizácie:

CEVO	- Centrum pre verejné osvetlenie
EN	- Európska norma
ES	- Európske spoločenstvo
EU	- Európska únia
LED	-svetelné diódy
MH SR	-Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky
NR SR	- Národná rada Slovenskej republiky
NV SR	- Nariadenie vlády SR
OLED	-organické svetelné diódy
SR	- Slovenská republika
STN	- Slovenské technické normy
SÚTN	- Slovenský ústav technickej normalizácie
ÚOŠS	-Ústredné orgány štátnej správy
ÚV SR	-Úrad vlády Slovenskej republiky
VO	-Verejné osvetlenie

OBSAH

ÚVOD	11
1. Základné úsporné prístupy.....	13
1.1. Nové svetelné zdroje.....	13
1.2. Nové svietidlá	16
1.3. Nová osvetlovacia sústava	17
1.4. Regulácia osvetlovacej sústavy	22
2. Modernizácia verejného osvetlenia	24
2.1.Existujúce opatrenia v rokoch 2008-2010.....	24
2.2.Možnosti rozvoja.....	25
2.2.1.Spôsob rekonštrukcie.....	25
2.2.2.Výmena svietidiel.....	26
2.2.3.Ceny výrobkov a služieb.....	26
2.2.4.Technické prostriedky.....	26
2.2.5.Rekonštrukcia svietidiel.....	27
2.2.6.Opravy.....	27
2.2.7.Repasácia.....	28
2.2.8.Regulácia sietí.....	28
2.2.9.Majetkové vzťahy.....	28
2.2.10.Časový horizont.....	28
2.3.Modernizácia VO.....	29
3. Výpočet úspor VO vo vybraných obciach.....	31
4. Vyhodnotenie spotreby a náklady na VO vo vybraných obciach za roky 2007-2009.....	33
4.1. Elektro energetický audit.....	33
4.2. Vyhodnotenie skutočnej spotreby.....	34

Tabuľka č. 4.....	35
Tabuľka č. 5.....	36
Tabuľka č. 6.....	37
Tabuľka č.7.....	38
4.3.Vyhodnotenie úspor spotreby energií a emisií.....	39
4.3.1. Vyhodnotenie konkrétnych projektov – zhodnotenie.....	39
4.3.2. Predpokladané úspory –vyhodnotenie pre obce SR.....	39
Tabuľka č.8.....	40
Tabuľka č.9.....	41
Záver	42
Zoznam použitej literatúry.....	43

ÚVOD

Verejné osvetlenie slúži nám všetkým – poskytuje nám bezpečnosť, orientáciu v priestore, umožňuje nám využívať verejné komunikačné cesty a priestory vo večerných hodinách, predĺžiť si pobyt vonku a spríjemniť večerné prechádzky. Verejné osvetlenie významnou mierou dotvára večerný obraz mesta. Na Týchto stránkach Vám chcem priblížiť problematiku verejného osvetlenia. Nájdete tu nielen odborné rady, ale aj rôzne zaujímavosti. Informácie sú určené tak pre odborníkov, ako aj širokú laickú verejnosť. Aby som sa priblížil ku každému z Vás, ponúkam Vám informácie písané popularizačným štýlom, čo my odborníci určite odpustia.

Je niekoľko spôsobov, ako ušetriť elektrickú energiu vo verejnom osvetlení – a tým ušetriť aj nemalé finančné prostriedky. V žiadnom prípade však šetrenie nesmie byť na úkor funkčnosti a kvality osvetlenia. To by bol krok do temnej minulosti. Veľakrát skloňovaný pojem „racionalizácia“ spotreby energie na verejné osvetlenie znamená rozumný prístup k šetreniu energie. Tento prístup sa dá vyjadriť vetou: **Šetrime elektrickú energiu, ale nešetrimo svetlom!**

Svetlo je prostriedkom pre bezpečnosť, preto šetriť svetlo by znamenalo šetriť na bezpečnosti. Princíp šetrenia energie vo verejnom osvetlení má zdroj predovšetkým v technologickom pokroku, ktorý sa dosiahol medzi časom inštalovania starých osvetľovacích sústav a súčasnými výdobytkami vedy a techniky. Dnešné svetelné zdroje aj svietidlá sú podstatne účinnejšie, sofistikovaný prístup k návrhu geometrie osvetľovacej sústavy spolu s novými požiadavkami noriem na fotometrické parametre zase vedú k účinnejším osvetľovacím sústavám. Doplňkovou možnosťou je regulácia osvetlenia. Určite je veľkým prínosom, ak sa ušetrené finančné prostriedky dajú použiť na modernizáciu verejného osvetlenia. Ak sa pripravuje rekonštrukcia verejného osvetlenia s racionalizačnými cieľmi, prvoradým cieľom by malo byť dosiahnutie správneho osvetlenia. A to v mnohých prípadoch môže znamenať zvýšenie aktuálneho počtu svetelných miest, alebo zvýšenie svetelného výkoku, alebo úpravu geometrie VO.

Vo verejnom osvetľovaní sa využívajú najmä vysokotlakové výbojky. Keďže osvetľovanie komunikácií, kde patrí výstavba, prevádzka, údržba a rekonštrukcia osvetlenia, je hradené z verejných finančných prostriedkov, treba náklady na tieto zariadenia minimalizovať. V svetelnej technike sa neustále hľadajú nové svetelné

zdroje, ktoré by zabezpečili zníženie nákladov, bezpečnú prevádzku a ktoré zabezpečia bezpečnú premávku pre vodičov a pre chodcov. V tomto príspevku sa budeme zaoberať technickými možnosťami zlepšenia osvetlenia komunikácií najmä vzhľadom na LED svetelné zdroje,

ktoré v svetelnej technike prechádzajú značným vývojom.

V súčasnosti sa na osvetľovanie komunikácií využíva najmä vysokotlaková sodíková výbojka, keďže vyhovuje parametrom kladeným na verejné osvetlenie. Je to hlavne vysoký merný výkon 120 – 140 lm/W, vysoká životnosť, vysoké prevádzkové napätie. LED (light emitting diode) sa vyznačujú dlhou životnosťou, nízkym napätím, malými rozmermi, nízkou spotrebou elektrickej energie, vysokou odolnosťou proti otrasom a vibráciám, možnosťou plynulého stmievania.

1. Základné úsporné prístupy

1.1. Nové svetelné zdroje

Najväčší potenciál úspor vo verejnom osvetlení sa skrýva vo výmene neúčinných svetelných zdrojov. Ak sú ešte v niektorých svietidlách **žiarovky**, mali by byť čo najskôr nahradené účinnejšími svetelnými zdrojmi – podľa typu miestnej komunikácie výbojkami alebo kompaktnými žiarivkami. V prípade **kompaktných žiariviek** si treba dať pozor na teplotnú závislosť svetelného toku. Ich menovitá účinnosť (merný výkon) je obyčajne udávaná pri 25°C a pri nízkych teplotách prudko klesá (ak nejde o špeciálne typy). Z tohto hľadiska sú preto nepomerne účinnejšie vysokotlakové výbojky, ktorých merný výkon je v danom teplotnom rozsahu vyrovnaný. Najrozšírenejšími svetelnými zdrojmi sú dnes vo verejnom osvetlení výbojky. **Sodíkové výbojky** sú účinnejšie ako **ortuťové**, pritom pomer týchto dvoch druhov svetelných zdrojov v celkovej štruktúre verejného osvetlenia na Slovensku tvorí približne 50 %/50 %. Pri rekonštrukcii je preto základným prístupom výmena ortuťových výbojok za sodíkové.

Samozrejme, svetelné zdroje nemôžeme vymeniť „len tak“, „kus za kus“. Toto racionalizačné opatrenie obyčajne v sebe spája aj potrebu výmeny svietidla. Prečo je to tak? Každý druh svetelného zdroja vyžaduje pre svoju prevádzku špecifické typy podporných prístrojov – zapaľovačov, predradníkov (tlmiviek) atď. Tzv. „repasácia svietidla“ – výmena vyššie uvedených súčastí sa považuje za neautorizovaný zásah do svietidla, je teda zakázaná. Okrem toho aj optika svietidla je navrhnutá pre geometriu daného typu svetelného zdroja a pri inom type môže byť smerovanie svetla neúčinné.

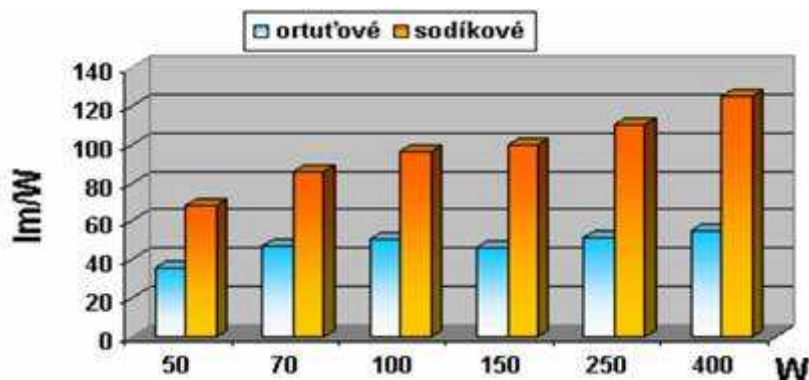
Existujú aj špeciálne typy sodíkových výbojok, ktoré sú určené ako priama náhrada za ortuťové výbojky; ide o výbojky s tzv. Penningovou zmesou. Takáto výmena však nie je perspektívna a mala by sa aplikovať len v odôvodnených individuálnych prípadoch. Rozdiel v mernom výkone novej a nahrádzanej výbojky nie je veľký, výbojky s Penningovou zmesou sú drahšie a touto výmenou sa nerieši problém technického stavu svietidla.

Úspory energie definuje rozdiel medzi príkonom novej a nahrádzanej výbojky. Stav pred rekonštrukciou (príkony nahrádzaných výbojok) sa dá zachytiť v predprojektovom pasporte verejného osvetlenia, príkony nových svetelných zdrojov je potrebné stanoviť pre tú-ktorú osvetľovaciu sústavu svetelnotechnickým výpočtom.

Pre informačné účely (približný odhad v rámci auditu) možno použiť nasledovnú prevodovú tabuľku. Tabuľka č.1 je zostavená tak, že páruje ortuťové a sodíkové výbojky, ktoré majú približne rovnaký svetelný tok. Vychádzať z týchto predpokladov je ale nepresné, lebo aktuálne použité príkony obyčajne nie sú v súlade s požiadavkami na úroveň osvetlenia, paradoxne sú použité príkony väčšie, ako by mali byť.

Tabuľka č.1 Porovnanie ortuťovej a sodíkovej výbojky

Ortuťové výbojky		Sodíkové výbojky	
P (W)	Φ (lm)	P (W)	Φ (lm)
80	3 700	50	4 000
125	6 200	70	6 000
125 – 250		100	10 000
250	12 700	150	15 000
400	22 000	250	28 000



Graf č. 1 Porovnanie merného výkonu η (lm/W) ortuťových a sodíkových výbojok (Gašparovský, D.- Smola, A.- Krasňan, F.: Komparatívna štúdia auditov verejného osvetlenia. EE Odborný časopis pre elektrotechniku a energetiku, 90, 2003, mimoriadne číslo, s. 4 – 6, ISSN 1335-2547.)

Porovnanie LED a sodíkovej vysokotlakovej výbojky

Keďže LED nám ako svetelný zdroj poskytuje veľa výhod, spojených so životnosťou a najmä s nízkou spotrebou energie, uvažuje sa v blízkej budúcnosti s používaním LED i vo verejnom osvetľovaní. Menovitá životnosť svetelných zdrojov sa definuje buď poklesom

svetelného toku pod 80 % začiatočnej hodnoty svetelného toku, alebo pri dosiahnutí 50 % mortality zdrojov. Viaceré firmy majú vo svojich laboratóriách LED

(laboratorneLED) k dispozícii svetelné zdroje so svetelným tokom viac ako 100 lumenov a udávajú, že ich životnosť je až 100 000 hodín, pričom po cca 50 000 hodinách svietenia je svetelný tok redukovaný na cca 70 % začiatočného svetelného toku. Po 100 000 hodinách, teda po ukončení životnosti, začiatočný svetelný tok poklesne na 50 % začiatočnej hodnoty. Pri sodíkových výbojkách klesne svetelný tok pre príkonové typy 50 – 100 W sodíkových výbojok na 80 % začiatočnej hodnoty svetelného toku po cca 14 000 hodinách svietenia pri životnosti 28 000 hodín; pri príkonových typoch 150 – 400 W zo 28 000 hodinovej životnosti po 14 000 hodinách svietenia na približne 90 % začiatočného svetelného toku. Z uvedeného vidíme, že pri tzv. laboratorných LED poklesol svetelný tok až po 50 000 hodinách na 70 %; takúto životnosť (50 000 hodín) ortuťové a sodíkové výbojky vôbec nedosahujú. Ich životnosť je totiž podstatne menšia. V tab.č.2 vidíme porovnanie parametrov vysokotlakovej sodíkovej výbojky a LED diódy dvoch rôznych výrobcov. Technické hodnoty sú určené z ich katalógov. Svetelný tok LED je 113 lm, pričom svetelný tok výbojového zdroja je 14 500 lm. Teda ak by sme chceli dosiahnuť rovnaký svetelný tok pri LED, potrebovali by sme približne 128 LED. Výbojka má v tomto prípade príkon $P = 150 \text{ W}$. Pri jednej LED je príkon 5,58 W. Príkon jednej výbojky je 26-krát vyšší ako pri LED. Merný výkon LED je asi 20 lm/W a sodíkovej výbojky 96,7 lm/W. Účinnosť výbojky je približne päťkrát vyššia ako účinnosť elektroluminiscenčnej diódy. To znamená, že v prípade sodíkovej vysokotlakovej výbojky dosiahneme svetelný tok, ktorý je päťnásobne vyšší ako svetelný tok, ktorý vyžiari LED spotrebovaním toho istého množstva energie. Životnosť, ktorá je pri jednej LED 50 000 hodín, je podstatne vyššia ako pri výbojke.

Tabuľka č.2 Porovnanie parametrov vysokotlakovej sodíkovej výbojky a LED.

	vysokotlaková sodíková výbojka	LED
typ	NAV-T 150 Standart	LXK2-PW14-W00
teplota chromatickosti	2 000 K	4 500-10 000K
svetelný tok	14 500 lm	113 lm
príkon	150W	5.58W
merný výkon	97 lm/W	24 lm/W
životnosť	28 000 hodín	50 000 hodín

(AT&P journal 3/2006 NOVÉ TRENDY, Sandra Tabišová, Alfonz Smola)

1.2. Nové svietidlá

Pod pojmom „účinnosť svietidla“ chápeme pomer svetelného toku vyžiareného svietidlom k svetelnému toku zdrojov umiestnených vo svietidle. Rozdielom je svetelný tok, ktorý sa vo svietidle „stratí“. Svietidlá pre verejné osvetlenie sú však špecifické v tom, že v otvorenom priestore musia smerovať svetlo na cieľ osvetlenia. Ak je optika svietidla neúčinná, okrem strát vo svietidle sa môže strácať aj nemalá časť svetelného toku nevhodným smerovaním, čo v mnohých prípadoch nezachráni ani dobrá geometria osvetľovacej sústavy. Ale platí to aj naopak, jednoduchá výmena svietidla nie je zárukou dosiahnutia hospodárnej osvetľovacej sústavy. Pritom v súčasnosti sa rekonštrukcia nezriedka vykonáva výmenou svietidiel bez posúdenia vhodnosti použitej geometrie osvetľovacej sústavy. Potom sa môže stať, že svetelný tok vychádzajúci zo svietidiel nebude účinne využitý.

Účinnosť svietidla je funkciou času (starnutie materiálov), mechanických zmien (vandalizmus), znečistenia prostredia (stupeň krytia svietidla, spôsob údržby). Staršie typy svietidiel sú dnes už nedostatočne účinné, čo súvisí s technologickou úrovňou v minulosti, poškodením svietidiel a pod. Ani keď sa tieto svietidlá vyčistia, príp. aj opravia, nedosiahne sa účinnosť štandardnej úrovne súčasnosti. Jediným riešením je výmena takýchto svietidiel.

Všeobecne možno konštatovať, že moderné svietidlá majú dobrú optiku (zväčša aj nastaviteľnú). Bežným štandardom sú dnes svietidlá v antivandalskom (alebo aspoň mechanicky odolnom) a prachotesnom vyhotovení vid' **obr.** 1., 2., 3., 4. Použitie prachotesných svietidiel znižuje nároky na údržbu, ktorá v podstate potom môže byť vykonávaná zároveň v čase výmeny svetelného zdroja v danom svietidle. Moderné svietidlá by si mali zachovať svoj technický stav oveľa dlhšie ako staršie typy svietidiel.

Výmena svietidiel (zahŕňa výmenu svetelných zdrojov) je hlavnou realizáciou rekonštrukcie verejného osvetlenia s racionalizačnými zámermi. Musí sa však posúdiť a v prípade potreby aj upraviť geometria osvetľovacej sústavy.

Okrem spotreby energie v budovách ku konečnej energetickej spotrebe vo verejnom sektore významne prispieva prevádzka verejného osvetlenia v obciach a mestách. Celková ročná spotreba elektrickej energie na prevádzku verejného osvetlenia (VO) sa pohybuje na úrovni 250 GW. Táto je spotrebovávaná v značnej miere neefektívne. Neefektívnosť spotreby spočíva hlavne v používaní zastaraných zdrojov svetla, nespoľahlivej regulácií, zlá lokalizácia a umiestnenie svetelných zdrojov. Podpora

modernizácie VO bude cielená do oblasti inštalácie moderných vysoko efektívnych zdrojov svetla pre VO, ako aj spoľahlivej regulácie a riadenia prevádzky.

Cieľom je znižovanie, minimalizácia spotreby elektrickej energie na prevádzku VO. Cieľovou skupinou je verejný sektor, mestá, obce a prevádzkovatelia VO.



Obrázok 1.



Obrázok 2.



Obrázok 3.



Obrázok 4.

1.3. Nová osvetlovacia sústava

Toto racionalizačné opatrenie zahŕňa výmenu svetelných zdrojov, svietidiel, prispôbenie geometrie osvetlenia. Posledne menované môže zahŕňať aj výmenu celých stožiarov, často však stačí zmena závesnej výšky, zmena rozstupov (napríklad doplnením svietidiel na neosadené stožiare), výmena výložníka, nastavenie uhla svietidla (voľbou uhla vyloženia alebo nastavením na svietidle), príp. nastavenie optiky svietidla pre typy, ktoré to umožňujú.

Geometriu osvetľovacej sústavy je potrebné posúdiť na základe svetelnotechnického výpočtu s použitím moderných softvérových nástrojov. Treba pritom zvážiť technické možnosti zmeny geometrie, napríklad zmena rozstupov o 2 m alebo použitie 3 m výložníka na 6 m vysokom stožiaru sú zrejme nereálne riešenia. Účinná bude taká osvetľovacia sústava, pri ktorej budú splnené fotometrické požiadavky pri najnižšom inštalovanom príkone na 1 km miestnej komunikácie (POZOR: najnižší príkon

jednotlivého svetelného zdroja nie je zárukou dobrej hospodárnosti). Tento parameter je zároveň rozhodujúci pri výške budúcich prevádzkových nákladov.

Schéma racionalizačnej rekonštrukcie verejného osvetlenia je nasledovná: Navrhne sa účinná osvetľovacia sústava so zvážením všetkých technických možností a so zvoleným súborom svietidiel. Z návrhu vyplynie potrebný príkon svetelného zdroja.

Pre osvetľovanie motorizovaných alebo nemotorizovaných komunikácií, ku ktorým patria napríklad chodníky a pešie zóny, platia najmä normy STN EN 13201-1, STN EN 13201-2, STN EN 13201-3 a STN EN 13201-4. V týchto normách nie je exaktne určené, aký zdroj sa má na osvetľovanie využívať. V normách sú okrem iného predpísané svetelnotechnické parametre (najmä jasy) vozovky, triedy osvetlenia, ako aj svietivosť, index oslnenia a iné.

Na osvetlenie komunikácií sa využívajú najmä vysokotlakové sodíkové výbojky. V starších osvetľovacích sústavách sú použité aj vysokotlakové ortuťové výbojky. V týchto svetelných zdrojoch vzniká vysokotlakový výboj v horáku, ktorý je naplnený ortuťou. Vyznačujú sa pomerne zlým farebným podaním, ($R_a = 40 - 60$), životnosťou 8 – 12 000 hodín a merným výkonom 40 – 60 lm/W. Vysokotlakové sodíkové výbojky, ktorých horák je plnený okrem iných látok najmä sodíkom, majú vyššiu životnosť (až do 32 000 hodín), vysoký merný výkon (60 – 130 lm/W), avšak ich farebné podanie je pomerne nízke. V poslednom období boli vyvinuté aj sodíkové výbojky s dobrým podaním farieb ($R_a = 30 - 80$). Na osvetlenie komunikácií možno použiť aj žiarivky či kompaktné žiarivky. Sú to vlastne nízkotlakové svetelné zdroje, ktorých životnosť je cca. 8 000 hodín pri prevádzke s konvenčným predradníkom a pri použití elektronického predradníka je to až 18 000 hodín. Farebné podanie týchto svetelných zdrojov je veľmi dobré ($R_a = 80$ a viac). Problémom pri týchto svetelných zdrojoch je závislosť ich svetelného toku od teploty okolia. V zimných mesiacoch dochádza pri žiarivkách a kompaktných žiarivkách k zníženiu ich svetelného toku. Tento problém sa rieši špeciálnou konštrukciou svietidiel. Svetelný tok svietidiel s týmito svetelnými zdrojmi nie je obyčajne dostatočný na osvetľovanie motoristických komunikácií. Takéto svetelné zdroje je preto lepšie využiť na osvetľovanie parkov, alebo peších zón. Niektoré komunikácie sú osvetľované aj nízkotlakovými sodíkovými výbojkami. Tieto svetelné zdroje majú však nevyhovujúce farebné podanie. Ich nasadzovanie vo verejnom osvetlení tam, kde potrebujeme rozoznávať farby (rozpoznávanie farieb objektov, ľudskej tváre, dopravných značiek a pod.), nie je vhodné. Preto sa tieto zdroje používajú len vo výnimočných prípadoch (diaľničné obchvaty a pod.). Rozhodne sa

nedajú aplikovať v obytných zónach. Vhodný svetelný zdroj na verejné osvetlenie je aj halogenidová vysokotlaková výbojka, ktorá má lepšie farebné podanie a vyššiu životnosť ako sodíková vysokotlaková výbojka. Lepšie farebné podanie spôsobujú prímеси (vzácne zeminy a halogenidy kovov) v horáku.

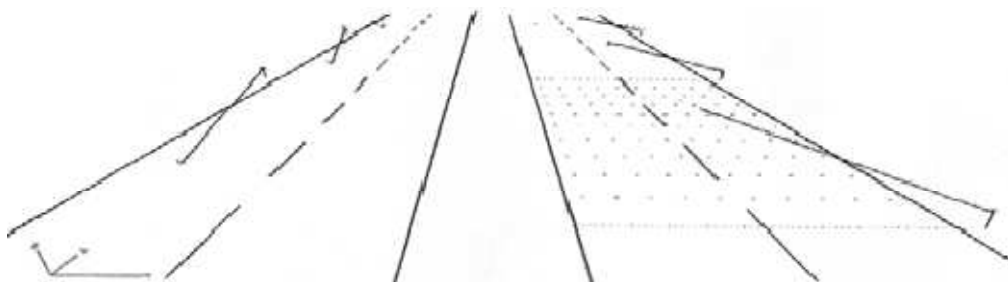
LED diódy patria síce k luminiscenčným svetelným zdrojom, vznik svetla v tomto prípade sa líši od iných svetelných zdrojov fyzikálnym princípom vzniku žiarenia. Vznik svetla v tomto prípade nie je založený na ohreve vlákna, ako je to pri teplotných svetelných zdrojoch, svetlo nevzniká ani v horáku naplnenom plynom s prímesami. LED (Light Emitting Diode) je svetelný zdroj, kde dochádza k vzniku svetla na p-n priechode, ktorý je zapojený v priepustnom smere. Elektrón z vodivostného pásma rekombinuje s dierou vo valenčnom pásme, pričom je uvoľnená energia vo forme fotónu. Ide o žiarivý prechod, pričom vlnová dĺžka fotónu sa pre rôzne polovodiče líši. Tento prechod je samovoľný (spontánny), pretože nemožno dopredu určiť okamih prechodu, ale len strednú hodnotu doby, keď k nemu dôjde. A keďže zároveň dochádza k emisii fotónu, táto emisia sa nazýva spontánna. Spontánna emisia sa využíva aj v iných zdrojoch žiarenia, ale najmä v elektroluminiscenčných diódach. Uvoľnená energia môže byť dodaná aj kryštálovej mriežke vo forme tepelnej energie (nežiarivý prechod), pričom snahou je v optoelektronických súčiastkach tento jav potlačiť. Na výrobu LED p-n priechodu sa využívajú rôzne polovodičové materiály. Podľa toho ich delíme aj na takzvané LED a OLED diódy. V LED sa využívajú anorganické materiály, napríklad GaAs, GaN, InGaN, čo sú materiály zo skupiny AIIIBV a AIIBVI periodickej tabuľky, ako aj kombinácia prvkov z tej istej skupiny periodickej tabuľky. Organické elektroluminiscenčné diódy, označované skratkou OLED, pracujú na princípe LED diód, polovodičový materiál je organický. Zvolený materiál a jeho parametre určuje, na akej vlnovej dĺžke bude daný fotón vyžiarený. Napríklad GaN vyžaruje vo vlnovej dĺžke 452 až 485 nm, čo je viditeľná oblasť spektra, toto svetlo vníma ľudské oko ako žiarenie modrej farby. Niektoré LED diódy vyžarujú v infračervenej oblasti spektra, ktoré ľudské oko nevie zachytiť. Preto sa na LED diódy nanášajú materiály, ktoré umožňujú „neviditeľné“ žiarenie premeniť do takých vlnových dĺžok, ktoré je ľudské oko schopné vnímať. Pri takomto konvertore vlnovej dĺžky je časť žiarenia vyžiareného LED diódou absorbovaná v konvertorovom materiáli a znovu je toto žiarenie z tohto materiálu vyžiarené s dlhšou vlnovou dĺžkou. K takýmto konvertorom patria najmä fosfor, polovodiče a rôzne farbivá. Podľa týchto konvertorov rozoznávame viac typov LED diód. V svetelnej technike sa využívajú LED rôznych farieb. Najčastejšie sa

používajú červená, modrá a zelená LED. Tieto farebné kombinácie sa dajú využiť najmä v signálnej technike. Ak však uvažujeme s využitím LED diód na osvetľovanie komunikácií, potrebujeme svetlo bielej farby. Ešte prednedávnom sa získavalo svetlo bielej farby zmiešaním červenej, modrej a zelenej LED. Biele svetlo môžeme získať z LED dvomi spôsobmi. Prvý typ a spôsob získania LED s bielym svetlom je LED založená na fosforovom konvertore. Typickým zástupcom bielej LED je InGaN alebo GaN a fosforový konvertor. Žiarenie vo viditeľnej oblasti, ktoré je vyžarované z polovodiča, je modrej farby, pričom časť krátkovlnných fotónov je absorbovaná a znovu emitovaná s dlhšou vlnovou dĺžkou v žltom spektre. Vyžiarené spektrum sa skladá z luminiscencie modrého svetla a fosforescencie žltého svetla a je bielej farby. Druhý spôsob získania bieleho svetla pri LED je založená na transformácii UV žiarenia. Pri takejto LED sa UV žiarenie vychádzajúce z polovodičového materiálu, napr. AlGaInN prostredníctvom červenej, zelenej a modrej fosforečnej vrstvy, transformuje a zmiešaním všetkých troch farieb z danej LED vyžaruje biele svetlo. Dnes sa už vyskytujú na trhu špeciálne svietidlá, ktoré sú určené na osvetlenie komunikácií s použitím LED.

Svietidlo firmy Hess Millenio. Toto svietidlo je podľa výrobcu koncipované ako svietidlo určené na osvetlenie ulíc, námestí a peších zón. Svetidlo sa skladá z 2 x 450 ks LED, ktoré sú uložené v každej z dvoch častí svietidla. 900 LED je napájaných sieťovým napätím 230 V s celkovým príkonom 85 W. V svietidle sú zastúpené farebné aj biele LED. Farba svetla je teplá biela. Keďže životnosť použitých LED udáva výrobca svietidla 50 000 hodín, toto svietidlo prakticky nevyžaduje údržbu počas 12,5 roka svietenia, ak zohľadňujeme štandardný čas svietenia verejného osvetlenia 3 900h/rok. Svetelný tok je tu smerovaný prostredníctvom precíznej šošovky. Závesná výška svietidla je v rozmedzí 4,5 až 35 m. Výrobca neudáva žiadne ďalšie svetelnotechnické parametre daného svietidla a svetelného zdroja. Krytie svietidla je IP 65, čo je štandardné krytie moderných svietidiel pre verejné osvetlenie; zaisťuje dostatočnú prachotesnosť svietidla, dôležitú z hľadiska údržby a čistenia.

Predchádzajúca aplikácia vychádza z nasadenia LED do svietidiel, ktoré vychádzajú z filozofie návrhu osvetľovacích sústav s klasickými výbojkovými svietidlami. LED však môžeme aplikovať aj v osvetľovacích sústavách, ktoré sú iné, ako poznáme z našich ulíc a ktoré využívajú vlastnosti tohto svetelného zdroja (pomerné malý svetelný tok jednej diódy). Z tohto hľadiska predstavila veľmi zaujímavú štúdiu využitia LED firma Phillips na medzinárodnej konferencii SVETLO 2003 v Liptovskom Jáne.

Aplikácia využila biele LED zdroje Luxeon so svetelným tokom 20 lumenov s indexom podania farieb $R_a = 70$. Cestná komunikácia, ktorá sa využila na toto osvetlenie, sa skladá z dvoch jazdných pruhov, z pravého a ľavého, pričom šírka každého z pruhov je 3,5 m. Na osvetlenie pravého jazdného pruhu je použitá LED osvetľovacia sústava (obr.5).



Obr.č.5 LED osvetľovacia sústava vo výške 0,8 m (INTERNET: PDF manuály Luxeon, <http://www.luxeon.com>)

Podľa predpisu ECE 112 je predpísaná v bode B50L hodnota osvetlenosti 0,4 luxov. Pre túto hodnotu bolo hodnotené aj oslnenie. Výpočtom sa zistili krivky svietivosti, pričom v bode B50L bola skutočná hodnota osvetlenosti 0,41 luxov. Odhadované oslnenie od svietidiel (uložených v malej výške nad vozovkou) bolo určené metódou „threshold increment“ (TI), takzvaný prahový prírastok, ktorá je v súlade s normou EN 13201-3.

Priemerný začiatkový jas CII vozovky je 0,4 cd/m², ekvivalentný závojevý jas ľavého pásu vozovky bol 0,17 cd/m² a 0,11 cd/m² pre pravý jazdný pás vo výške 1,5 m nad povrchom vozovky. S týmito hodnotami sa TI hodnoty pohybovali medzi 15 až 20 a pri použití svetlometov automobilu je táto hodnota nižšia ako 15. Viditeľnosť objektov bola určená výpočtom činiteľa viditeľnosti opísaného v predpise CIE 115. Aby sa zabezpečila hodnota udržiavacieho činiteľa 0,69, treba LED svetelné zdroje umiestniť vo výške 0,8 m nad povrchom vozovky tak, aby nedošlo k rýchlemu poklesu svetelného toku svietidla znečistením. Porovnaním s požiadavkou hodnôt osvetlenia stanovených v STN EN 13201-2 poskytuje pravý jazdný pruh s priemernou hodnotou jasu 0,3 cd/m² dostatočnú viditeľnosť na obrubnici vzhľadom na okolie na vizuálne vedenie. Retroreflexívna vrstva nanosená na nosných stĺpkoch by zlepšovala tiež vizuálne vedenie, najmä pri daždi, keď je jas vozovky menej rovnomerný. Konvenčné osvetlenie klasickými svietidlami so sodíkovou vysokotlakovou výbojkou pre diaľnice so

separátnymi vozovkami požaduje vytvorenie odrazeného svetelného toku 805,59 lumenov na kilometer. Naproti tomu osvetľovacia sústava LED umiestnená v malej výške nad vozovkou vyžaduje 30,9 lumena na kilometer, teda asi 25-krát menej. Aj táto okolnosť poukazuje na to, že biele LED svietidlo poskytuje bezpečné, stabilné cestné osvetlenie, ktoré vytvára vysoké hodnoty viditeľnosti.

1.4 Regulácia osvetľovacej sústavy

Stmievanie osvetlenia je jednou zo základných ciest úspor elektrickej energie. Obmedzuje veľkosť svetelného toku, ale tým pádom aj príkonu zdrojov v málo exponovanom čase. Vo verejnom osvetlení to predstavuje dobu zníženia dopravnej frekvencie v nočných hodinách. Je nutné podotknúť, že takýto spôsob zníženia osvetlenia v nočných hodinách na určitú úroveň dovoľuje aj norma STN, avšak pri zachovaní určitých technických pravidiel. Účelové vypínanie osvetlenia ako celku alebo jej časti (napr. každé druhé svietidlo) nemôže zabezpečiť uspokojivé osvetlenie a môže prispieť k zhoršeniu bezpečnosti cestnej premávky, bezpečnosti osôb majetku a pod. V rámci tohto opatrenia možno klasifikovať rôzne spôsoby ovládania a regulácie osvetlenia, najväčší význam však majú tieto dve:

Zníženie svetelného toku reguláciou napätia: Výbojky reagujú na pokles napätia poklesom svetelného toku o určitú hodnotu. Nevýhodou tohto riešenia je pokles merného výkonu (svetelnej účinnosti svetelného zdroja) pri poklese napájacieho napätia. Otázkou zostáva vplyv napájacieho napätia na pokles životnosti výbojok. Tento spôsob je základným prístupom stmievania osvetlenia. Keďže však rôzne typy a príkony výbojok majú rozličné zápalné napätie a odlišným spôsobom reagujú na zmenu napätia, vetva so stmievaním by z hľadiska štruktúry svetelných zdrojov mala byť druhovo a podľa možnosti aj príkonovo homogénna. Veľkým problémom nasadenia regulácie napätia je však kvalita rozvodnej siete pre VO. Pokiaľ sieť nie je v dobrom technickom stave a nie je optimálne navrhnutá či využívaná, je charakteristická veľkými úbykami napätia prekračujúcimi limitné hodnoty, existuje riziko, že stmievanie nebude funkčné a viaceré výbojky – najmä na koncoch vetiev – budú zhasínať.

Prepínanie príkonu svetelných zdrojov: Opatrenie spočíva v použití elektronického predradníka, ktorý umožňuje prevádzku s plným svetelným tokom a v stmievanom režime. Pri takomto spôsobe stmievania sa neporuší rovnomernosť osvetlenia.

Podmienkou nie je ani dobrý stav napájania, práve naopak, elektronický predradník eliminuje prepät'ové špičky (takto chráni svetelný zdroj) a tiež podpätia (takto zabraňuje zhasínaniu výbojok). Použitím elektronického predradníka možno ušetriť 20 – 25 % nákladov na elektrickú energiu a dosahujú sa aj rýchle návratnosti investícií. Nevýhodou tohto spôsobu je, že elektronický predradník musí byť inštalovaný do každého svietidla.

2. Modernizácia verejného osvetlenia

Blokový grant „Modernizácia verejného osvetlenia“ je súčasťou implementácie Finančného mechanizmu Európskeho hospodárskeho priestoru (EHP) a Nórskeho finančného mechanizmu (NFM). Sprostredkovateľom blokového grantu je Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA). Z blokového grantu je možné poskytovať finančnú podporu konečným prijímateľom vo forme nenávratného finančného príspevku (NFP). Blokový grant je zameraný na modernizáciu verejného osvetlenia v mestách a obciach, s cieľom zabezpečiť úsporné a spoľahlivé osvetlenie verejných priestorov.

Cieľom blokového grantu je dosiahnutie úspor elektrickej energie na prevádzku verejného osvetlenia vo výške minimálne 30 % ročnej spotreby energie v porovnaní s rokom 2007 prostredníctvom modernizácie verejného osvetlenia s pozitívnym dopadom na trvalo udržateľný rozvoj a zlepšenie kvality života miestnej populácie na Slovensku.

Finančné prostriedky budú využité v oblasti racionalizácie spotreby elektrickej energie vo verejnom osvetlení. Konečným výsledkom realizácie jednotlivých projektov modernizácie v konkrétnych mestách a obciach bude:

- úspora elektrickej energie na prevádzku verejného osvetlenia pri zachovaní alebo zlepšení úrovne osvetlenia verejných priestranstiev obcí (toto sa pozitívne prejaví v znížení emisií produkovaných pri výrobe elektrickej energie),
- zníženie nákladov na platby za spotrebu elektrickej energie,
- zníženie nákladov na údržbu systémov verejného osvetlenia,
- zníženie nehodovosti a úrazov na verejných komunikáciách,
- zníženie kriminality v miestach s nefungujúcim osvetlením.

2.1 Existujúce opatrenia v rokoch 2008 – 2010

V súčasnosti nie sú špecifické opatrenia zamerané na energetickú efektívnosť VO. Znižovanie spotreby na prevádzku VO prebieha postupne v rámci pravidelnej údržby, pričom sa nevhodne kombinujú rôzne typy svietidiel.

S cieľom poradenstva v oblasti VO bolo pod záštitou MH SR a MŽP SR zriadené Centrum pre verejné osvetlenie – CEVO z prostriedkov GEF/UNDP – Global Environment Facility/United Nations Development Programme a Občianskeho združenia Energetické centrum Bratislava.

Nové opatrenia vo verejnom sektore sú zamerané na návrh legislatívnych predpisov v súvislosti s prevádzkou systémov VO. Prínos k úsporám energie z aplikácie nových legislatívnych predpisov sa však prejaví až po roku 2010. S cieľom využiť disponibilné finančné prostriedky z dostupných mechanizmov bude podporovaná modernizácia VO so zameraním na znižovanie spotreby energie pri prevádzke VO.

Existujúce a nové opatrenia vo verejnom sektore zamerané na systémy VO sa budú podieľať na celkových úsporách energie, navrhovaných v akčnom pláne energetickej efektívnosti na roky 2008 – 2010 podielom asi 3%.

2.2. Možnosti rozvoja

2.2.1. Spôsob rekonštrukcie

O spôsobe rekonštrukcie verejného osvetlenia nerozhodovať na vlastnú päsť: V prvom rade treba vedieť, že technické požiadavky na verejné osvetlenie sú zakotvené vo viacerých technických normách a predpisoch (bližšie pozri časť Paragrafy). Preto treba projekt rekonštrukcie zveriť skúseným odborníkom – svetelným technikom. Obchodník s osvetľovacou technikou sa bude snažiť predat' svoj tovar, prípadne vykonať aj inštaláciu, avšak bez dôkladného posúdenia skutkového stavu, geometrie osvetlenia a pod. Môže sa stať, že použité svietidlá nebudú vhodné pre daný typ komunikácie či existujúcej geometrie, svietidlá nebudú spĺňať požadované parametre, nedosiahne sa požadovaná úroveň osvetlenia. Aj keď náklady na takúto rekonštrukciu budú na prvý pohľad nízke, výsledok rekonštrukcie nebude zodpovedať takto vynaloženým nákladom! Oproti tomu, skutočný svetelný technik upozorní na rôzne možnosti a technické parametre, vypracuje alternatívne riešenia, ale najmä rekonštrukciu vykoná na základe svetelnotechnického projektu. Akékoľvek rozhodnutie ohľadne rekonštrukcie verejného osvetlenia by malo byť kolektívne. (Gašparovský, D.- Smola, A.- Krasňan, F.: Komparatívna štúdia auditov verejného osvetlenia. EE Odborný časopis pre elektrotechniku a energetiku, 90, 2003, mimoriadne číslo, s. 4 – 6, ISSN 1335-2547.)

2.2.2. Výmena svietidiel

Nevymieňať svietidlá bez svetelnotechnického projektu: Najčastejšou chybou je kúpa a inštalovanie nových svietidiel namiesto starých pôvodných svietidiel bez svetelnotechnického posúdenia. Druh svetelného zdroja a jeho príkon treba prispôbiť geometrii osvetľovacej sústavy a osvetľovanej komunikácie. Tieto parametre treba určiť svetelnotechnickým výpočtom podľa normy STN EN 13 201-3, t.j. vypracovať svetelnotechnický projekt. Treba si uvedomiť, že cena svietidiel predstavuje najväčšiu položku pri rekonštrukcii verejného osvetlenia a investovanie do nevhodných svietidiel môže mať neblahé následky. Veľmi často sa dnes ponúkajú svietidlá s kompaktnými žiarivkami (36 alebo 2 x 36 W) na také cestné komunikácie, kde nemožno týmito svietidlami dosiahnuť požadovanú úroveň osvetlenia.

2.2.3. Ceny výrobkov a služieb

Neorientovať sa výlučne na najnižšie ceny výrobkov a služieb: Aj v oblasti verejného osvetlenia platí, že lacnejšie výrobky majú nižšie úžitkové vlastnosti. V tomto prípade ide najmä o svietidlá. Lacnejšie svietidlá majú obyčajne menší stupeň krytia (z toho vyplývajú vyššie prevádzkové náklady na údržbu alebo horší stav osvetlenia po nedlhom čase), nekvalitnejšiu optiku (z toho vyplývajúcu horšiu účinnosť alebo potrebu väčšieho počtu svetelných miest), zložitejšiu výmenu svetelného zdroja alebo predradníkového bloku (vyššie prevádzkové náklady), horšie mechanické vlastnosti (nerozbitnosť) atď. Pri rozhodovaní o voľbe svietidiel (okrem druhu svetelného zdroja a jeho príkonu) treba zvážiť kompromis medzi cenou a úžitkovými vlastnosťami, pričom treba uprednostniť technické parametre, prínosom budú nepochybne nižšie prevádzkové náklady.

2.2.4. Technické prostriedky

Neinštalovať nevhodné technické prostriedky: Pre rôzne účely sa vyrábajú rôzne typy svietidiel s rôznymi druhmi svetelných zdrojov, rôzne rozvádzače, stožiare a pod. Častou chybou je, že sa inštalujú tzv. parkové svietidlá a svietidlá s kompaktnými žiarivkami na osvetlenie cestných komunikácií. Robí sa to najmä z dôvodu nižšej ceny týchto svietidiel. Avšak parkové svietidlá nie sú na tento účel vôbec vhodné ani určené! Požadovanú kvalitu osvetlenia nimi nemožno dosiahnuť. A to ide nielen o úroveň osvetlenia, ale aj možnosť oslnenia účastníkov cestnej premávky, najmä vodičov

motorových vozidiel. Pri osvetlení vnútroblokov a komunikácií pre peších sa zase nevhodne inštalujú svietidlá s bielym guľovým difúzorom. Sú neúčinné, pretože veľkú časť svetelného toku vyžarujú do horného polpriestoru (môžu dokonca pôsobiť rušivo pri svietení do okien), a nie na cieľ osvetlenia.

2.2.5. Rekonštrukcia svietidiel

Rekonštrukciu neriešiť výlučne výmenou svietidiel: Pri rekonštrukcii je potrebné minimalizovať investičné náklady, avšak jednoduchá výmena svietidiel problém verejného osvetlenia nevyrieši. Snahou je zachovať existujúce stožiare alebo aspoň ich umiestnenie, avšak ak to okolnosti neumožňujú, stožiare je potrebné vymeniť. V niektorých prípadoch postačí jednoduché prispôbenie geometrie úpravou stožiarov (zníženie závesnej výšky orezaním, zvýšenie doplnením), výmenou výložníkov (prispôbenie dĺžky a uhla vyloženia), doplnením počtu svetelných miest (najmä na betónové stožiare) a pod. Možnosti prispôbenia geometrie by mali byť zvážené v svetelnotechnickom projekte. Aj rozvádzače verejného osvetlenia treba modernizovať – vzhľadom na stav a technickú úroveň prístrojovej náplne súčasných RVO treba uvažovať o kompletnej výmene. Prehodnotiť treba aj existujúce rozvody (vzdušné či káblové) a možnosť riadenia osvetlenia.

2.2.6. Opravy

Neriešiť rekonštrukciu opravou: Skúsenosti hovoria, že opravovať súčasné svietidlá, rozvádzače, stožiare a pod. sa neoplatí. Vonkajším vplyvom (poveternostné podmienky, žiarenie, vandali) sú najviac vystavené svietidlá a stožiare. Na niektoré staršie typy svietidiel (približne z 80-tych a začiatku 90-tych rokov minulého storočia) stále možno dostať náhradné diely a súčiastky, avšak po oprave sa za krátky čas obnoví ich zlý technický stav, čo je dané použitými materiálmi a už nevyhovujúcim stavom základných častí svietidla (netesnosť a pod.). Investovanie do opravy je zbytočným vynakladaním prostriedkov, ktoré mohli byť použité na nákup nových technických prostriedkov. Stožiare nie je vhodné opravovať pätkou. Pätká nechráni dostatočne pred prístupom k živým častiam (najmä laminátová pätká, ktorú možno jednoduchým pohybom zodvihnúť), nechráni dostatočne pred zatekaním. Väčšina stožiarov je už aj tak skorodovaná v mieste vsadenia, nemá dostatočnú stabilitu, potrebná je výmena.

2.2.7. Repasácia

Nerepasovať svietidlá: Jedným z najnevhodnejších prístupov vôbec je úprava svietidla za účelom prevádzkovania účinnejších svetelných zdrojov v starých svietidlách. Toto riešenie je neprípustné! Dôvody sú nasledovné: a) Z hľadiska elektrickej bezpečnosti ide o nepovolený zásah do elektrickej inštalácie svietidla. b) Optika svietidla nie je navrhnutá pre iný typ svetelného zdroja, svietidlo bude mať iba minimálnu účinnosť. c) Svietidlo zostane v pôvodnom zlom technickom stave. d) Hoci náklady nie sú veľké, výsledok je horší ako pôvodný stav.

2.2.8. Regulácia sietí

Nenasadzovať reguláciu osvetlenia do nepreverených sietí: Ide o snahu dosiahnuť okamžité úspory energie regulovaním osvetlenia tak, že sa do existujúcej sústavy verejného osvetlenia inštaluje regulátor (väčšinou pri rozvádzačoch RVO). Avšak toto riešenie zlyháva (ukázali to praktické skúsenosti) na existujúcom stave a topológii rozvodov a sietí. Ide nielen o poruchové siete, ale aj siete s nevhodnou topológiou a veľkými úbytkami napätia. Aj keď úbytky napätia postačovali pri prevádzke s menovitým napätím, pri regulácii zhasínajú výbojky v danej sieti na vzdialenejších miestach.

2.2.9. Majetkové vzťahy

Neponechávať nevysporiadané majetkové vzťahy: Ak sa rieši rekonštrukcia verejného osvetlenia, treba zväziť možnosť ďalšieho využitia existujúcich stožiarov distribučného rozvodu nn aj z pohľadu majetkových vzťahov s vlastníkom týchto stožiarov, prípadne sa orientovať na inštalovanie nových vlastných stožiarov

2.2.10. Časový horizont

Neodkladať rekonštrukciu do budúcnosti: Cena elektrickej energie na verejné osvetlenie (vrátane jednotlivých zložiek tejto ceny) je už liberalizovaná a rozhodne nie je nízka. Prevádzkovanie energeticky náročnej sústavy je mýňaním finančných prostriedkov, ktoré mohli byť využité efektívnejšie. Čím skôr sa sústava verejného osvetlenia zrekonštruje, tým menej finančných prostriedkov sa nenávratne použije, tým skôr sa investície vrátia a ďalšie úspory budú prinášať pozitívny efekt, tým skôr

bude mať mesto alebo obec modernú osvetľovaciu sústavu s kvalitným osvetlením spĺňajúcim vysoký európsky štandard.

2.3. Modernizácia VO

Pri zámeroch modernizovať verejné osvetlenie sa odporúča postupovať v nasledovných krokoch:

1. definovanie priorít, cieľa a rozsahu rekonštrukcie,
2. zabezpečenie podkladovej dokumentácie,
3. spracovanie nezávislého technického auditu o súčasnom stave,
4. vyhlásenie verejnej súťaže,
5. prípravná fáza (spracovanie pasportu svetelných miest a RVO),
6. projektová fáza (vrátane potrebných povolení atď.),
7. realizácia rekonštrukcie,
8. vyhotovenie pasportu novej sústavy,
9. zhodnotenie rekonštrukcie.

Po ukončení realizácie je potrebné rekonštrukciu vyhodnotiť a preukázať pozitívny efekt rekonštrukcie, vyčíslieť dosiahnuté výsledky a konfrontovať ich s predpokladmi. Najvhodnejšie je vyhodnotenie vykonať 1 rok po ukončení realizácie a sprevádzkovaní osvetľovacej sústavy. Uvedené časové obdobie je stanovené na základe týchto faktov:

V prípade nových povrchov miestnych komunikácií (či už nových, opravovaných alebo po rozkopávkach) sa asi po 1 roku ustália odrazné vlastnosti. Svetelné zdroje budú dostatočne zahorené, vek svetelných zdrojov a stav znečistenia svietidiel treba pri meraní vziať do úvahy. Po uvedenom čase budú k dispozícii reálne ucelené technicko-ekonomické údaje o spotrebe elektrickej energie, poruchovosti, vplyve prostredia na znečistenie svietidiel atď., pričom uvedené údaje už budú zohľadňovať sezónnosť prevádzkovania verejného osvetlenia.

Najdôležitejšou súčasťou vyhodnotenia sú merania osvetlenia, čím sa overujú parametre osvetlenia vypočítané v rámci svetelnotechnického projektu. Meranie treba vykonať v súlade s normou STN EN 13 201-4.

Optimalizácia prevádzky a údržby verejného osvetlenia by mala patriť k nosným programom rozvoja verejnoprospešných služieb. Pri optimalizačných zámeroch je nevyhnutné najprv analyzovať súčasný stav celého súboru zariadení verejného osvetlenia. Posudzuje sa pritom stav kvality osvetľovacej sústavy z hľadiska súladu s požiadavkami noriem. Dôležitým faktorom, ktorý priamo súvisí s nákladmi na prevádzku a údržbu verejného osvetlenia je stupeň modernizácie osvetľovacích sústav. Tým sa rozumie podiel moderných účinných svetelných zdrojov a svietidiel v osvetľovacej sústave. V našich osvetľovacích sústavách verejného osvetlenia nie sú raritou 30 rokov staré svietidlá osadené neúčinnými svetelnými zdrojmi, s rozbitými krytmi, so skorodovanou reflektorovou sústavou, ktorých súčasná svetelná účinnosť je iba zlomkom pôvodnej účinnosti. Prevádzkovanie takejto osvetľovacej sústavy je vysoko ne hospodárne a podstatne zvyšuje náklady na prevádzku a údržbu.

Obec či mesto, ktorej prevádzkovanie verejného osvetlenia vyplýva zo zákonov, sa musí starať o to, v akom stave sa nachádza sústava verejného osvetlenia, aká je jeho funkčnosť, ale aj o to, akým spôsobom sú vynakladané prostriedky na prevádzku VO. Pritom sa musí zaoberať najmä nasledovnými problémami:

- či zodpovedajú parametre VO v meste (obci) normatívnym požiadavkám,
- či zodpovedajú parametre VO v meste (obci) projektovaným hodnotám,
- či je údržba osvetľovacej sústavy VO vykonávaná dôsledne a správne,
- či sú náklady na prevádzku VO oprávnené,
- či je možné znížiť náklady na prevádzku VO,
- či je možné zlepšiť parametre prevádzky VO,
- či sú opravy a rekonštrukcie VO plánované,
- či nie je potrebné pristúpiť k rekonštrukcii osvetľovacej sústavy VO.

(Gašparovský, D.: Audity verejného osvetlenia v slovenských mestách a obciach. Zpravodaj SRVO, 2003, č. 2, s. 7 – 12)

3. Výpočet úspor pre VO v obciach.

Pri výpočte úspor sa uvažuje o ročnej prevádzke verejného osvetlenia 4 000 hodín, pri presnejších výpočtoch je to 3 900 h. Pokiaľ sa berie do úvahy aj stmievanie, tento čas sa delí v pomere 2 120 hodín pri plnej prevádzke a 1 780 hodín pri zníženej prevádzke. Pokiaľ sa berie do úvahy dvojtarifné meranie, tento čas sa delí v pomere 1 400 h pre vysokú tarifu (VT) a 2 500 h pre nízku tarifu (NT). Toto rozdelenie bolo vypočítané na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave so zohľadnením normatívnych požiadaviek na spínanie verejného osvetlenia a z výpočtu času východu a západu slnka počas celého roka. Pri výpočte sa do úvahy brali štandardné časy prepnutia do NT o 22.00 a do VT o 6.00. Tento predpoklad budeme považovať za nominálny.

Tabuľka č. 3 Tarify

čas svietenia:	3 900 h		
čas VT:	1 400 h	čas plnej prevádzky:	2 120 h
čas NT:	2 500 h	čas pri smievaní:	1 780 h

Z rozdelenia vidieť, že z celkového času predstavuje svietenie vo VT 36 % a v NT 64 %, teda asi 2/3 pripadá na NT. Prevádzka pri stmievaní (SP) pripadá celá na nízku tarifu. Časť plnej prevádzky (PP) pripadá na NT a časť na VT. Celkom existujú teda tri režimy, ktoré treba do výpočtu úspor zahrnúť takto:

PP + VT: 1 400 h

PP + NT: 720 h

SP + NT: 1 780 h

Pre výpočet úspor pri stmievaní možno použiť tento vzorec:

$$U_e = C_{VT} t_{VT} (P_S - P_N) + C_{NT} [P_S t_{NT} - P_N (t_{PP} - t_{VT} + 0,73 t_{SP})]$$

kde C_{VT}, C_{NT} - cena elektrickej energie vo vysokej a nízkej tarife
 P_S, P_N - príkon starej a novej sústavy
 t_{VT}, t_{NT} - čas vysokej a nízkej tarify
 t_{PP}, t_{SP} - čas plnej a stmievanej prevádzky

Ak sa so stmievaním neuvažuje, platí zjednodušená verzia vzorca:

$$U_e = (C_{VT} t_{VT} + C_{NT} t_{NT}) (P_S - P_N)$$

Pri dvojtarifnom meraní možno stanoviť aj **fiktívnu priemernú cenu C**, pričom sa C_{VT} a C_{NT} váhujú časmi ich využitia t_{VT} a t_{NT} .

$$C = \frac{C_{VT}t_{VT} + C_{NT}t_{NT}}{t_{VT} + t_{NT}}$$

Pre komparačné účely môžeme zaviesť koeficient ceny elektrickej energie k_e (Sk/kW), ktorý predstavuje náklady na energiu v prepočte na jednotku inštalovaného príkonu a je to vlastne súčin ceny elektrickej energie a času prevádzky verejného osvetlenia. Prirodzene, v jednotlivých prípadoch je tento koeficient zložitejším súčtom rôznych režimov prevádzky (plná, stmievaná, VT, NT).

Náklady na energiu s využitím koeficienta k_e sa potom určia nasledovne:

$$N_e = k_e \cdot P$$

kde N_e - náklady na elektrickú energiu za rok prevádzky verejného osvetlenia (Sk)
 k_e - koeficient ceny elektrickej energie (Sk/kW)
 P - inštalovaný príkon sústavy (W)

Je zrejmé, že koeficient „ k_e “ bude závisieť od použitých režimov prevádzky verejného osvetlenia. Rekonštruovanie a modernizácia osvetlenia pre mestá a obce a poskytovanie poradenstva v oblasti energetiky Podpora úspor energie rekonštrukciou verejného osvetlenia

(Smola, A.: Osvetľovacie zariadenia. Výučbové CD. Bratislava: STU, 2006)

4. Vyhodnotenie spotreby a náklady na VO vo vybraných obciach za roky 2007-2009.

4.1. Elektro energetický audit

Energetický audit je vo všeobecnosti prieskum efektivity a účelnosti súčasnej spotreby všetkých foriem energie v sledovanom objekte. Navrhuje technicko-organizačné opatrenia, ktoré vedú k zníženiu výrobnéj a nevýrobnej spotreby energie a robí jej ekonomické vyhodnotenia.

Rozsah a náročnosť auditu závisia od veľkosti objektu a zložitosti príslušných výrobných a spotrebných zariadení. Z tohto hľadiska sa audit delí na:

- základný - predbežný,
- podrobný.

Základný - predbežný energetický audit je zameraný na zistenie celkového stavu energetického hospodárstva a úrovne hospodárenia s energiou v jeho jednotlivých častiach na základe analýzy časového radu prevádzkových a štatistických údajov, prehliadky objektu a odborného posúdenia hlavných článkov energetického systému. Výsledkom uvedeného auditu je spresnenie energetickej bilancie celého energetického hospodárstva a jeho jednotlivých článkov, jeho komplexné posúdenie a spracovanie návrhu opatrení vychádzajúcich z lokalizácií a identifikácií nadmernej spotreby energie.

Podrobný energetický audit je zameraný na najzávažnejšie problémy efektívneho využívania energie. Na rozdiel od základného auditu sú pri ňom pomocou merania a vyhodnocovania detailných podkladov spracované podrobné hmotnostné a energetické bilancie vybratých častí energetického hospodárstva či technologických súborov. Zmysel podrobného auditu je poskytnúť prevádzkovateľovi daného energetického hospodárstva čisto objektívne informácie o súčasnom stave výroby a spotreby energie, pričom návrhy na dosiahnutie úspor energie sú spracované s maximálne dosiahnuteľnou presnosťou.

Zatiaľ čo v bytovej a nevýrobnej sfére vychádza energetický audit väčšinou z metodiky základného auditu, v priemyselných podnikoch je účelné, aby sa aj pri požiadavke na podrobný audit vykonal základný - predbežný audit pretože technická, prevádzková a ekonomická problematika je v tomto prípade podstatne zložitejšia a

previazanejšia. Je zrejme, že v priemyselných podnikoch sú výsledky energetického auditu významným podkladom pre tvorbu stratégie vývoja energetického hospodárstva. Neoddeliteľnou súčasťou návrhov technicko-organizačných opatrení v rámci sledovaného objektu, ktoré sú výsledkom auditu, musí byť ich ekonomické vyhodnotenie.

4.2. Vyhodnotenie skutočnej spotreby

V tabuľkách č. 4., 5., a 6. je vyhodnotenie spotreby elektrickej energie za jednotlivé roky. V dotknutých obciach je všade uvedený presný počet svietidiel – svetelných bodov, ktoré sú namontované v obci, celkový príkon sústavy bez ohľadu na počet odberných miest na koľko miest odberu je sústava rozdelená.

Podľa predložených faktúr na obecných úradoch obcí je vyčíslená spotreba elektrickej energie v kWh za celý rok odberu a tak isto aj cena ktorá bola uhradená za jednotlivé odberné miesta v súčte za celé obdobie odberu vyjadrená v eurách. Ďalšou položkou ktorá je v tabuľke uvedená je hodnota výdavkov ktoré každá jednotlivá obec investovala do údržby systému VO.

V tabuľke č. 7. Je vyjadrený sumár spotrieb a nákladov za obdobie posledných troch rokov. Tento ukazovateľ je potrebný pre vyhodnotenie spotreby a nákladov vynaložených na VO v jednotlivých obciach a to za účelom porovnania spotreby na vypracovaných projektoch rekonštrukcie VO v obciach.

Tabuľka č. 4 Vyhodnotenie spotreby a nákladov na VO vo vybraných obciach za rok 2007

Meno obce	počet svietidiel	príkonná sústava	spotreba kWh/rok	náklady na osvetlenie	náklady na údržbu
	ks	kW	2007	€	€
Bruty	100	7.2	17 801	2 257.19 €	1 294.56 €
Búč	138	9.8	60518	9 802.83 €	3 843.52 €
Choča	58	14	27914	2 659.33 €	663.88 €
Jatov	112	5.6	27999	4 814.38 €	2 050.29 €
Kamenín	180	19.6	24393	4 194.35 €	2 155.75 €
Kamenný Most	109	11	26918	3 591.98 €	1 478.03 €
Kraľovičove Kračany	125	18.8	71785	12 412.00 €	1 568.01 €
Lehota	175	17	65621	9 974.21 €	2 250.98 €
Lontov	73	8.2	31051	6 641.90 €	246.23 €
Malá nad Hronom	53	8.9	31212	1 951.74 €	304.06 €
Michal nad Žitavou	78	8.3	29007	3 528.48 €	986.12 €
Pataš	73	8.6	31521	5 032.56 €	524.46 €
Povoda	124	11.3	40392	5 463.22 €	604.79 €
Radvaň nad Dunajom	118	12.4	33248	3 953.00 €	2 253.00 €
Selice	160	20.6	82754	10 949.94 €	3 020.65 €
Šrobárová	66	5.3	31469	4 416.32 €	1 194.98 €
Topoľníky	231	20.94	83669	6 406.89 €	2 120.43 €
Trstená na Ostrove	72	5.5	19973	2 988.51 €	647.28 €
Úľany nad Žitavou	144	10.7	43401	6 583.77 €	1 261.37 €
Veľké Blahovo	96	9.4	35202	6 271.13 €	2 589.13 €
Veľké Ludince	261	18	64320	9 126.00 €	1 221.00 €
Vozokany	94	7.9	29989	4 430.03 €	1 257.52 €
Σ	2640	259.04	910 157	127 449.76 €	33 536.04 €

Tabuľka č. 5 Vyhodnotenie spotreby a nákladov na VO vo vybraných obciach za rok 2008

Meno obce	počet svietidiel	príkonná sústava	spotreba kWh/rok	náklady na osvetlenie	náklady na údržbu
	ks	kW	2008	€	€
Bruty	100	7.2	21 250	2 821.48 €	2 755.10 €
Búč	138	9.8	54277	10 023.50 €	3 869.23 €
Choča	58	14	27655	2 662.15 €	597.49 €
Jatov	112	5.6	41560	7 145.99 €	601.94 €
Kamenín	180	19.6	22322	3 838.28 €	3 438.89 €
Kamenný Most	109	11	26904	5 554.70 €	3 547.33 €
Kraľovičove Kračany	125	18.8	65099	14 104.00 €	4 249.01 €
Lehota	175	17	67799	11 653.02 €	5 227.48 €
Lontov	73	8.2	30891	7 082.12 €	269.97 €
Malá nad Hronom	53	8.9	30112	5 747.33 €	251.61 €
Michal nad Žitavou	78	8.3	31674	4 810.79 €	612.89 €
Pataš	73	8.6	32982	6 295.13 €	1 430.16 €
Povoda	124	11.3	42993	6 634.83 €	645.95 €
Radvaň nad Dunajom	118	12.4	29767	7 334.00 €	3 033.00 €
Selice	160	20.6	77832	10 762.30 €	1 892.05 €
Šrobárová	66	5.3	34164	4 583.88 €	1 194.98 €
Topoľníky	231	20.94	80330	11 335.59 €	6 661.52 €
Trstená na Ostrove	72	5.5	21438	3 856.07 €	711.61 €
Úľany nad Žitavou	144	10.7	40987	7 033.88 €	1 360.95 €
Veľké Blahovo	96	9.4	31658	6 140.01 €	2 821.48 €
Veľké Ludince	261	18	70053	11 111.00 €	5 494.00 €
Vozokany	94	7.9	31145	5 247.06 €	1 263.48 €
Σ	2640	259.04	912 892	155 777.11 €	51 930.12 €

Tabuľka č. 6 Vyhodnotenie spotreby a nákladov na VO vo vybraných obciach za rok 2009

Meno obce	počet svietidiel	príkion sústavy	spotreba kWh/rok	náklady na osvetlenie	náklady na údržbu
	ks	kW	2009	€	€
Bruty	100	7.2	21 444	3 409.57 €	2 522.74 €
Búč	138	9.8	38420	7 852.52 €	3 817.30 €
Choča	58	14	28925	4 973.44 €	1 360.95 €
Jatov	112	5.6	21819	3 953.00 €	889.60 €
Kamenín	180	19.6	76448	13 144.79 €	5 908.52 €
Kamenný Most	109	11	43086	4 108.08 €	1 101.74 €
Kraľovičove Kračany	125	18.8	73316	13 224.86 €	3 991.00 €
Lehota	175	17	70072	13 149.34 €	3 696.81 €
Lontov	73	8.2	32031	7 491.90 €	436.30 €
Malá nad Hronom	53	8.9	34710	6 478.13 €	497.91 €
Michal nad Žitavou	78	8.3	32274	4 482.84 €	986.79 €
Pataš	73	8.6	33518	6 035.72 €	2 778.17 €
Povoda	124	11.3	43845	7 312.95 €	792.01 €
Radvaň nad Dunajom	118	12.4	48312	6 955.00 €	1 302.00 €
Selice	160	20.6	80364	12 704.08 €	2 655.51 €
Šrobárová	66	5.3	20555	3 124.88 €	1 194.98 €
Topoľníky	231	20.94	81667	12 629.76 €	2 009.96 €
Trstená na Ostrove	72	5.5	21604	3 913.16 €	929.43 €
Úľany nad Žitavou	144	10.7	41544	7 805.19 €	1 493.73 €
Veľké Blahovo	96	9.4	36492	7 131.75 €	830.21 €
Veľké Ludince	261	18	70108	13 730.00 €	1 826.00 €
Vozokany	94	7.9	30734	6 906.99 €	1 449.48 €
Σ	2640	259.04	981 288	170 517.95 €	42 471.14 €

Tabuľka č. 7 Vyhodnotenie spotreby a nákladov na VO za roky 2007-2009

ROK	počet svietidiel	príkion sústavy	spotreba kWh/rok	náklady na osvetlenie	náklady na údržbu
	ks	kW		€	€
2007	2640	259.04	910 157	127 449.76 €	33 536.04 €
2008	2640	259.04	912 892	155 777.11 €	51 930.12 €
2009	2640	259.04	910 157	127 449.76 €	33 536.04 €
Σ	7920	777.12	2 733 206	410 676.63 €	119 002.20 €

4.3. Vyhodnotenie úspor spotreby energií a emisií

4.3.1. Vyhodnotenie konkrétnych projektov - zhodnotenie

V tabuľke č. 8 vyhodnocujem výsledky daných 22 obcí, kde sú vypočítané úspory elektrickej energie v MWh na jednotlivé obce, celkovú predpokladanú úsporu v MWh za obdobie piatich rokov prevádzky VO počas 3900 hodín v jednom roku. Ďalej je vyhodnotená celková úspora energie v GJ/rok a za obdobie piatich rokov. Ďalej je vyjadrená hodnota zníženia CO² v t/rok . Výsledky sú získané z vypracovaných projektov na rekonštrukciu VO v daných obciach na pridelenie finančných prostriedkov z fondov EU.

4.3.2. Predpokladané úspory –vyhodnotenie pre obce SR.

V tabuľke č. 9 sú sumárne výsledky za 22 zúčastnených obcí, ktoré boli spracované na výzvy MH SR a EU ns pridelenie finančných prostriedkov.

Ďalej je v tabuľke spracovaný fiktívny výpočet úspor pre obce celej Slovenskej republiky. Na Slovensku je celkove 2933 obcí. Do tohto výsledku neboli započítané žiadne mestá SR, celý prepočet sa týka len obcí.

Z tabuľky je vidieť, že v obciach SR je približne 400 000 svetelných bodov, svietidiel a celková spotreba týchto zariadení nie je zanedbateľná. V prípade rekonštrukcie, alebo úpravy svetelných sústav je schopné VO v obciach SR za jeden deň ušetriť 213 MWh elektrickej energie čo v praxi znamená polovicu výkonu jedného bloku jadrovej elektrárne v Jaslovských Bohuniciach.

Tu chcem len poukázať, že rekonštrukciou a úpravou svetelných sústav v obciach SR sa dajú ušetriť veľmi veľké množstvá elektrickej energie, ktorá môže byť využitá na iné účely, alebo nemusí byť vôbec vyrobená.

Tabuľka č. 8 Vyhodnotenie úspor spotreby na VO vo vybraných obciach po rekonštrukcii

Meno obce	počet svietidiel	príkón sústavy	spotreba MWh/rok	spotreba MWh/rok	úspora	zníženie CO ²	úspora	úspora	energie
	ks	po rek. kW	pred rekonštrukciou	po rekonštrukcii	MWh/5rokov	t/rok	%	GJ/rok	GJ/5rokov
Bruty	115	3.800	21.4440	14.8200	31.4640	4.2394	30.89	22.65408	113.2704
Búč	148	5.244	38.4200	20.4516	80.8578	11.4998	46.77	58.21762	291.0881
Choča	58	2.204	28.9250	8.5956	86.4000	13.0108	70.28	62.20796	311.0398
Jatov	124	4.256	21.8190	16.5984	24.7979	3.3412	23.93	17.85445	89.2723
Kamenín	198	6.840	76.4480	26.6760	211.5310	31.8541	65.11	152.30232	761.5116
Kamenný Most	119	4.124	43.0860	16.1538	114.4619	17.2366	62.51	82.41253	412.0627
Kraľovičove Kračany	145	4.750	73.3160	18.5250	246.5595	35.0662	60.73	177.52284	887.6142
Lehota	184	6.992	70.0720	27.2688	192.6144	27.3940	49.08	138.68237	693.4118
Lontov	79	2.774	32.0310	10.8186	94.3952	13.5759	52.22	67.96453	339.8226
Malá nad Hronom	53	2.014	34.7100	7.8546	120.8493	17.1875	66.37	87.01150	435.0575
Michal nad Žitavou	83	2.964	32.2740	11.5596	93.2148	13.2572	48.18	67.11466	335.5733
Pataš	92	2.774	33.5180	10.8186	102.1473	14.5276	54.72	73.54600	367.7303
Povoda	136	4.712	43.8450	18.3768	114.6069	16.2996	53.09	82.51696	412.5848
Radvaň n. Dunajom	127	4.484	48.3120	17.4876	138.7098	19.7276	40.80	99.87106	499.3553
Selice	160	6.080	73.5170	23.7120	199.2200	31.8752	54.75	143.43840	717.1920
Šrobárová	66	2.508	20.5550	9.7812	48.4821	6.8952	52.41	34.90711	174.5356
Topoľníky	253	8.778	81.6670	34.2342	208.7043	30.3570	49.08	150.26711	751.3356
Trstená na Ostrove	78	2.736	21.6040	10.6704	49.2012	6.9975	44.61	35.42486	177.1243
Úľany nad Žitavou	146	5.472	41.5440	21.3408	88.8941	12.9300	41.63	64.00374	320.0187
Veľké Blahovo	111	3.648	36.4920	14.2272	100.1916	14.2495	47.01	72.13795	360.6898
Veľké Ludince	261	9.918	70.1080	38.6802	141.4251	20.1138	45.83	101.82607	509.1304
Vozokany	94	3.572	30.7340	13.9380	75.6144	10.7540	44.67	54.44237	272.2118
	2830	100.644	974.4410	392.5890	2564.3426	372.3897	50.21	1846.32648	9231.6329

Tabuľka č. 9 Celkové vyhodnotenie úspory spotreby na VO v obciach po rekonštrukcii

Počet obcí	počet svietidiel	príkonná sústava	spotreba MWh/rok	spotreba MWh/rok	úspora	zníženie CO ²	úspora	úspora	energie
	ks	po rek. kW	pred rekonštrukciou	po rekonštrukcii	MWh/5rokov	t/rok	%	GJ/rok	GJ/5rokov
22	2830	100.644	974.4410	392.5890	2564.3426	372.3897	50.21	1846.32648	9231.6329
1	129	4.575	44.2928	17.8450	116.5610	16.9268		83.92393	419.6197
2933	377 290	13 418	129 911	52 339	341 873	49 646		246 149	1 230 745
SR - 1 deň - VO	377 290	13 418	356	143	213	136		674	674

ZÁVER

Uskutočnenie úsporných opatrení v úspore elektrickej energie a ostatných energií si bude vyžadovať veľa úsilia a systematickej spolupráce všetkých dotknutých štátnych orgánov a organizácií a všetkých účastníkov trhu s elektrickou energiou, keďže z hľadiska dosahu ide o multisektorovú problematiku. Napĺňanie uvedených opatrení je iba časťou z činností, ktorými musíme prispieť k znižovaniu negatívnych vplyvov spotreby elektrickej energie a ostatných energií na životné prostredie z globálneho hľadiska.

Významným príspevkom k dosiahnutiu elektroenergetických úspor môže priniesť aplikácia vhodných technických riešení v oblasti VO, ktoré sa nemalou mierou podieľa na celonárodnej spotrebe elektrickej energie. Touto prácou som chcel naznačiť aké úspory sa dajú dosiahnuť v krátkodobom, ale aj dlhodobom časovom horizonte. To sa v konečnom dôsledku prejaví v zvýšení kvality života občanov, v zlepšení podmienok bývania, v komfortnejšom životnom prostredí, zvýšení konkurencie schopnosti priemyslu, v rozvoji podnikania, ako aj služieb s vysokou pridanou hodnotou. Veľmi dôležitým faktorom bude zvýšenie informovanosti o elektroenergetickej ako aj energetickej efektívnosti, jej dosahu na životné podmienky a zlepšenie vzdelanostnej úrovne.

Nástupom nových technológií a ich uvádzaním do praxe sa toto percento znižovania spotreby elektrickej energie bude v konečnom dôsledku stále zvyšovať a to je hlavným cieľom.

POUŽITÁ LITERATÚRA

Knižné publikácie

1. Kolektív: Věřejné osvětlení pro města a obce – manuál pro pracovníky místních samospráv. Seven Praha 2001, ISBN 80-238-7602-3
2. Hasoň, Z.: Věřejné osvětlení – modernizace a úspory nákladu. Zdeněk Hasoň, Boskovice 2001.
3. Kačík, R.- Kačík, E.: Verejné osvetlenie Slovenskej republiky 2000. 1. časť. Lightech, Bratislava 2000.
- 4 Habel, J. a kol.: Světelná technika a osvětlování. Praha: FCC PUBLIC, 1995. 438 s.
5. Sládek, V. a kol.: Elektrárénstvo na Slovensku. Alfa-press Bratislava 1996. ISBN 80-88811-47-3

Časopisy

1. Gašparovský, D.: Audity verejného osvetlenia v slovenských mestách a obciach. Zpravodaj SRVO, 2003, č. 2, s. 7 – 12
2. Kotek, J.: Udržovací činitel ve veřejném osvětlení. Zpravodaj SRVO 4/2002.
3. Gašparovský, D.- Smola, A.- Krasňan, F.: Komparatívna štúdia auditov verejného osvetlenia. EE Odborný časopis pre elektrotechniku a energetiku, 90, 2003, mimoriadne číslo, s. 4 – 6, ISSN 1335-2547.
4. Smola, A.- Gašparovský, D.- Kuma, J.: Racionalizácia elektrickej energie vo verejnom osvetlení. EE Odborný časopis pre elektrotechniku a energetiku, 3, 1997, mimoriadne číslo, s. 65 – 66, ISSN 1335-2547.
5. Gašparovský, D.- Smola, A.- Kuma, J.: Zásady pre návrh verejného osvetlenia. EE Odborný časopis pre elektrotechniku a energetiku, 3, 1997, č. 5, s. 15 – 19, ISSN 1335-2547.
6. TZB Haustechnik 3/2008 str. 64-66. Prof. Ing. Alfonz Smola, PhD. Súčasnosc' a perspektívy LED.
7. AT&P journal 3/2006 NOVÉ TRENDY, Sandra Tabišová, Alfonz Smola s.81-84.

Zborníky

1. Gašparovský, D.: Skladačková metóda rekonštrukcie verejného osvetlenia. In: Kurz osvětlovací techniky XV- Problematika venkovního osvětlování - komunikace, sportovišť, architektury. Ostrava, Česká společnost pro osvětlování 1997, s. 19 – 26.
2. Smola, A.- Gašparovský, D.- Krasňan, F.: Vplyv stmievania na životnosť svetelných zdrojov. In: Světlo 2002. Brno, FEI VUT 2002, 1.vyd., s. 195 – 198, ISBN 80-238-8928-1.

Zákony

1. Zbierka zákonov č. 656/2004: ZÁKON z 26. októbra 2004 o energetike a o zmene niektorých zákonov
2. Zákon č. 369/1990 o obecnom zriadení
3. Zákon č. 138/1991 o majetku obcí
4. Zákon č. 135/1961 o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov
5. Zákon č. 50/1976 o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov

Normy

1. STN TR 13201-1: 2005, Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia.
2. STN EN 13201-2: 2005, Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky.
3. STN EN 13201-3: 2005, Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetelnotechnický výpočet.
4. STN EN 13201-4: 2005, Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností.
5. STN 36 0400: 1984, Verejné osvetlenie.
6. STN 36 0410, Osvetlenie miestnych komunikácií.
7. STN 36 0411, Osvetlenie ciest a diaľnic.
8. STN 73 6100: 1999, Názvoslovie pozemných komunikácií.
9. STN 73 6110: 2004, Projektovanie miestnych komunikácií.
10. CIE 136: 2000, Guide to the lighting of urban areas.

Elektronické zdroje

1. Verejné osvetlenie miest a obcí Slovenska. CD. Lux Studio 1997
2. Smola, A.: Osvetľovacie zariadenia. Výučbové CD. Bratislava: STU, 2006
3. Kováč, J., Uhrek, F: Súčasný trendy vývoja svetelných zdrojov na báze LED a OLED. Konferencia Svetlo 2005 – Liptovský Ján. www.verejneosvetlenie.sk