

Změna režimu osvětlení

náklady na vlastnictví

(zpracoval Ing. Vladimír Vratný)

1. Zadání

Cílem této studie je stanovit celkovou finanční náročnost obnovy elektrických rozvodů v objektu garážového objektu v Praze – 4, Modřany, Hasova 1999/5 do projektovaného stavu, jedná se zejména o obnovu funkce spínání osvětlení na základě impulsů z pohybových infracitlivých čidel. A dále stanovit další náklady související s vlastnictvím, jako jsou náklady na elektrickou energii a náklady na provozní opravy osvětlení. Celá studie by měla využívat dosavadní poznatky z provozu objektu, shromáždit potřebné informace a aplikovat je na aktuální stav objektu a promítnout do celkové cenové náročnosti.

2. Popis současného stavu

Objekt má 6 podlaží, každé je osvětleno řadou 9 osvětlovacích těles, které jsou osazené lineárními zářivkami 54W/150 cm (světelný zdroj Philips/Osram , osvětlovací těleso - OMS Senica). Výrobce již tento typ svítidel nevyrobí. Každá řada se zapíná individuálně pomocí schodišťových automatů (6ks), které jsou ovládány pomocí jednotlivých tlačítek umístěných na chodbě.

Osvětlení nájezdových ramp je provedeno pomocí dvou osvětlovacích těles, osazených lineární zářivkou 54W/150cm. Každé jedno těleso je paralelně připojeno na příslušnou sekci osvětlení v daném podlaží a spouští se současně se sepnutím osvětlení příslušného podlaží. Všechny osvětlovací tělesa jsou osazeny předřadnou tlumivkou příslušného výkonu a paralelní kompenzací.

3. Odchylinky od projektovaného stavu

V projekční dokumentaci jsou uvedeny na každé nájezdové rampě dvě PIR čidla, která v případě průchodu nebo průjezdu vozidla spíná na dobu nastavenou na schodišťových automatech (nyní 1 min.) celou patrovou sekci na jednu minutu. Nyní je přerušeno kabelové vedení mezi PIR čidlem a ovládáním schodišťového automatu. Dále jsou zcizeny 3 ks čidel, 2ks osvětlovacích těles a poškozena kabelová trasa v délce 20m.

4. Investiční nároky

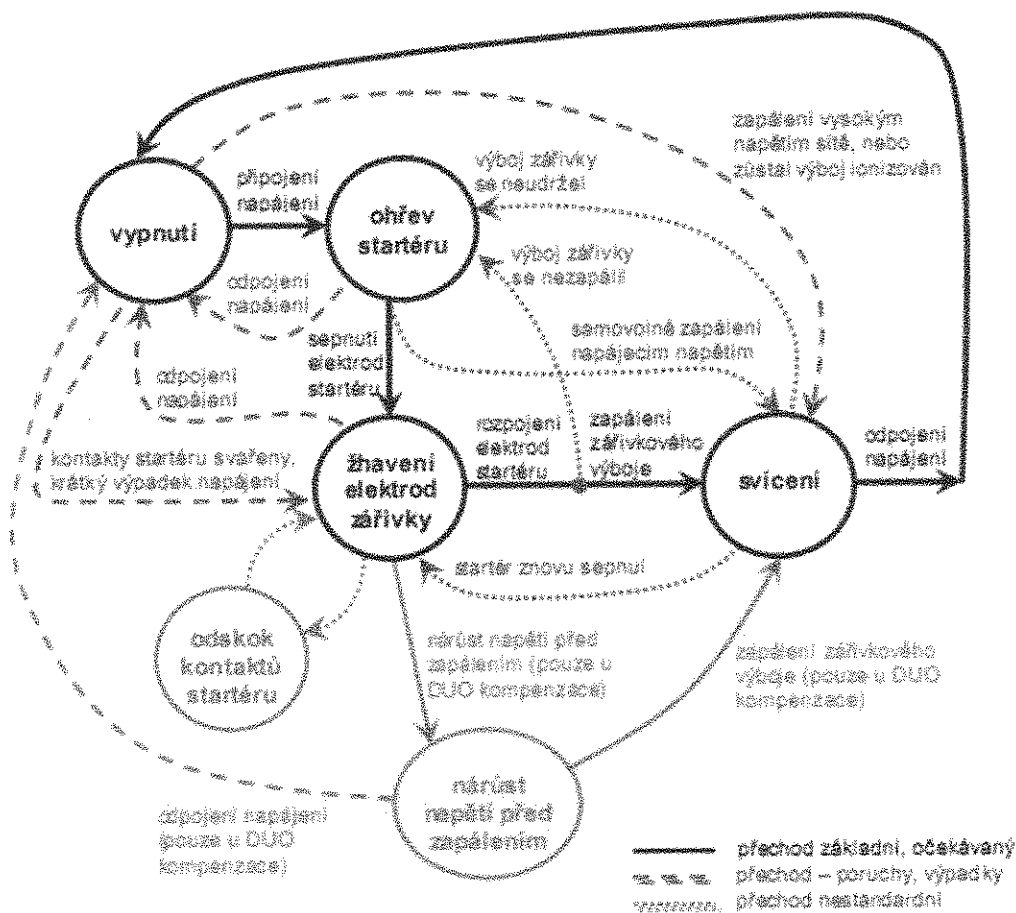
Následující tabulka vychází ze zjištěného současného stavu a z ceníku stavebních rozpočtových prací dle databáze URS Praha 2013 a obsahuje předběžný položkový rozpočet na uvedení stavu osvětlení do projektovaného stavu

Material – Práce	Ks / m/ hod	Cena za jednotku	Cena celkem
PIR – čidla	3	850	2550
Montáž PIR	3	300	900
Kabelová trasa	20	60	1200
Kabel	20	15	300
Identifikace závady (4 x PIR á 1,5 hod)	6	300	1800
Osvětlovací těleso	2	1550	3100
Montáž osvětlovacího tělesa	2	300	600
Doprava po Praze	2	1500	3000
Celkem			13 450Kč
Celkem s DPH		21%	16 275Kč

5. Provozní nároky

V průběhu provozu bude docházet k opotřebovávání zařízení a ke spotřebě elektrické energie, která bude významným činitelem při stanovení nákladů na užívání objektu. Následující údaje vychází z dostupných údajů na technické parametry použitých osvětlovacích těles a z četnosti průjezdů, které poskytl zadavatel na základě informací z přístupového a kamerového systému. Veškeré údaje jsou počítány na období 24 x 365, protože případné čidlo osvětlení není možné v objektu pro automobilový provoz využít a tím vyřadit zapínání osvětlení v průběhu dne.

Následující obrázek znázorňuje jednotlivé stavy při startování zářivky s indukčním předřadníkem.



Následující výpočty vychází z četnosti průchodů za den (dle přístupového systému 100x/den) a z průměrné vzdálenosti (použité patro), z technických parametrů jednotlivých komponent osvětlovacího systému a pokud nejsou k dispozici a ze studií vypracovaných důvěryhodnými institucemi

Byly použity následující předpoklady

1. Počet průjezdů je 100 průjezdů/den (informace z přístupového systému)
2. Každý průjezd znamená výjezd do 3. patra (to je průměrný počet rozsvícených sekcí)
3. Doba osvětlení jedné sekce je 1 min. (nyní je takto nastaveno ve schodišťových automatech)
4. Každá sekce obsahuje 9 osvětlovacích těles + 2 na rampách
5. Cena jedné kWh je 5,48 Kč/ kWh

a. Opravy zařízení

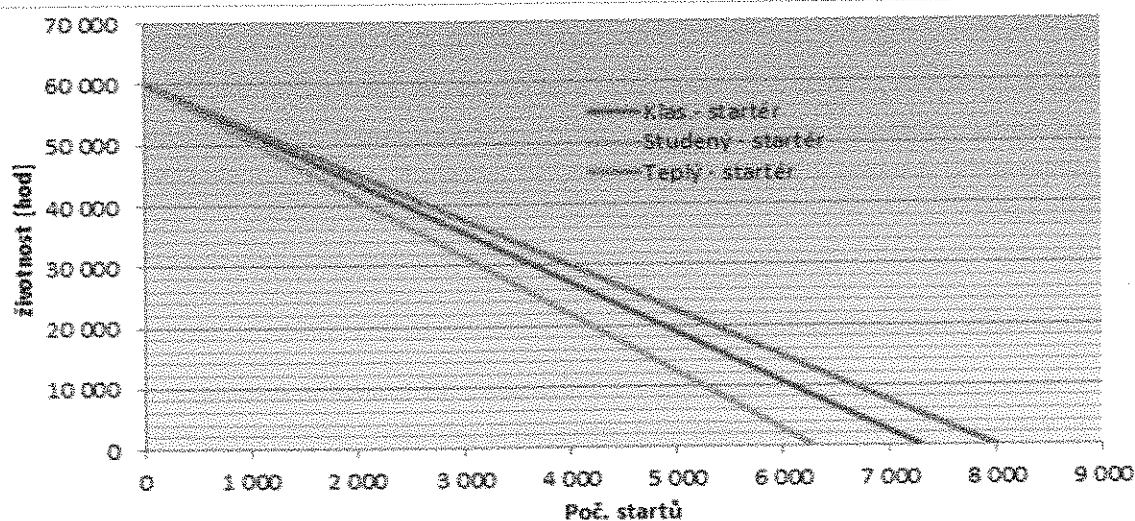
Život zářivky je rozhodujícím způsobem ovlivněn podmínkami, za kterých zářivka startuje, tzn., že je závislá na provedení a kvalitě všech komponent, ze kterých se sestává celé svítidlo, a které jsou ovlivňovány různými činiteli při jejím startu a provozu. Zapálení výboje je komplikovaný proces, kterého se aktivně účastní všechny komponenty svítidla. Téměř ve všech technických parametrech lineárních zářivek je uváděna životnost jednotlivých

zářivkových trubic, ale vždy pouze za podmínek definovaných normou (IEC60081). Uživatelé často zaměňují jednotlivé životnosti, přitom se jedná o zásadní parametr. Také v literatuře často dochází ke směšování pojmů různých typů životnosti.

Existují následující typy životnosti

- 1) **Užitná životnost** (Nutzlebensdauer) - Doba, kdy dojde k poškození 10% světelných zdrojů.
- 2) **Střední životnost** (mittlere Lebensdauer) - Doba, kdy dojde k poškození 50% světelných zdrojů.
- 3) **Průměrná životnost** (durchschnittliche Lebensdauer) – Průměrná doba života, každého světelného zdroje.

Všechny tyto typy životností jsou měřeny dle normy IEC60081, která předpokládá optimální průběh startu a téměř trvalý provoz. Konkrétně se jedná o 8x vypnutí v průběhu 24hod. Tj. nekonečný cyklus 2:45 minut provozu s následnou pauzou 15 minut. Tento typ provozu však v objektu nebude nikdy dodržen, ale bude se jednat o krátkodobé zapínání celých sekcí. Tento provoz je dle všech odborných studií pro daný světelný zdroj velmi nevhodný, a protože výrobci s tímto režimem vůbec nepočítají, většina výrobců neuvádí ani technické parametry za těchto podmínek. Přesto se občas objevují technické studie s informacemi, jaký vliv má četnost zapínání na životnost jednotlivých světelných zdrojů. Např. Německý technický institut uveřejnil v roce 2012 nezávislou studii [d], která uvádí závislost životnosti zářivkové trubice na počtu zapnutí a způsobu startu.



Ze studie vyplývá, že v projektovaném stavu bude rozhodující nikoliv životnost z hlediska doby svícení, ale z hlediska počtu startů. Pro stanovení nákladů je rozhodující jak, bude stanovena hranice uspokojivého osvětlení, než bude nutné provést servis osvětlovacího systému

V objektu jsou použity osvětlovací tělesa s klasickými žhavicími startéry. Z příložené studie vyplývá, že maximální životnost takové soustavy je 7300 startů.

Pokud předpokládáme 200 průjezdů / den, znamená to, že v prvním patře bude po 36 dnech vadných 50% osvětlovacích těles ($7300 / 200 = 36$ dnů)

Počet startů za rok	
Počet průjezdů / den (vjezd a výjezd)	200
Počet dnů / rok	365
Počet zářivek na jeden průjezd (3 sekce po 11 ks)	33
Cekem startů za rok	2 409 000 startů/rok
Při životnosti 7300 startů/ 1 zářivku bude potřeba vyměnit	330ks/1rok

Další výpočet je závislý na komfortu, který chce provozovatel udržovat. Tj. jak často bude osvětlovací prvky vyměňovat. Pro další výpočty předpokládáme výměnu světelného zdroje poté, co bude poškozeno 33 ks zářivek tj. přibližně 1/3 – 1/2 osvětlovacích těles v 1.patře. Pokud se má měnit 330ks zdrojů po 33ks za rok, znamená to, že údržba se musí provádět 10x do roka a v meziobdobí budou okamžiky, kdy 1/2 osvětlovacích těles v prvním patře nebude fungovat. (tj. 10x servisní zásah, při průměrném počtu vyměněných zářivek 33ks)

Nebo podíváme-li se na problém z jiného úhlu, tak při životnosti zářivky 7300 startů, bude potřeba vyměnit zářivky 330ks/rok, abychom dosáhli celkem 2 409 000 startů.

Nyní je již možno přistoupit k výpočtu ceny servisu zařízení

Cena servisu za rok	ks	Cena/jedn.	cena
Lineární zářivka	330	85	24 750Kč
Startér	330	10	3 300Kč
Oprava	330	10min	55hod * 300Kč= 16 500Kč
Doprava	10x	1500	15 000Kč
Celkem			59 550Kč

Výpočet je proveden za předpokladu, že výměna zářivek se bude provádět až v době, kdy bude poškozeno 50% osvětlovacích trubíc v prvním patře.

Celkem tedy náklady na opravy budou 59 550 Kč/rok

b. Spotřeba elektrické energie

V okamžiku startování zářivkových osvětlovacích těles musí nejprve dojít k ohřevu obou elektrod. V této fázi startování, i když je poměrně krátká, dochází ke zvýšené spotřebě [d].

Spotřebu je potřeba rozdělit na dvě části. Část spotřeby v okamžiku zapálení výboje (prvních 1.5s- 3s) a zbytek – režim normálního svícení

Spotřeba při startu osvětlení (prvních 1,5s-3s)

1. Zářivka	20 W
2. Indukční předřadník	150 W
3. Počet osvětlovacích těles / 1 sekci	11 ks
Počet sepnutých sekcí - průměr	3 ks
Spotřeba celkem	5 610 W

Doba startování	
Doba jednoho sepnutí - průměří	2 s
Počet průjezdů / den (vjezd a výjezd)	200
Počet dnů / rok	365
Celkem	40 hod/rok

Celkem za startování

Cena za startování	
Spotřeba	5.610 kW
Doba náběhu	40 hod
Cena za 1kWh	5.48 Kč/kWh
Celkem	1228 Kč

Spotřeba při sepnutém osvětlení - stav svícení:

1. Zářivka	54 W
2. Indukční předřadník	19 W
3. Počet osvětlovacích těles / 1 sekci	11 ks
Počet sepnutých sekcí	3 ks
Spotřeba celkem	2409 W

Doba svícení	
Doba jednoho sepnutí	1 min
Počet průjezdů / den (vjezd a výjezd)	200
Počet dnů / rok	365
Celkem	1216 hod/rok

Celkem za provoz

Cena za svícení	
Spotřeba	2.409 kW
Doba svícení	1216 hod
Cena za 1kWh	5.48 Kč/kWh
Celkem	16 053 Kč

Celkem tedy náklady na spotřebu el. energie budou 17 281 Kč/rok

6. Souhrn veškerých ročních nákladů na uvedení systému do projektovaného stavu

Vzhledem k tomu, že jednotlivé náklady byly kalkulovány za zjednodušujících předpokladů, které se v praxi mohou více či méně odchylovat od skutečnosti, je potřeba počítat s minimální

rezervou 20%. Také je potřeba počítat s vyšší finanční náročností v případě, že provozovatel bude chtít provozovat budovu s větším komfortem a bude udržovat osvětlovací tělesa např. již po 20% nefunkčních osvětlovacích těles nebo dokonce po 10% nefunkčních světel

Doba svícení	
Investiční náklady	16 274 Kč
Spotřeba el. energie	17 281 Kč
Opravy	59 550 Kč
Cekem bez DPH	

Tabulka 1 - Celkové náklady při servisu vždy po 33 ks vadných těles (50% v prvním patře)

Doba svícení	
Investiční náklady	16 274 Kč
Spotřeba el. energie	17 281 Kč
Opravy	92 850 Kč
Cekem bez DPH	

Tabulka 2 - Celkové náklady při servisu vždy po 11 ks vadných těles (15 % v prvním patře)

7. Závěr

Dle dokumentu [h] je zřejmé, že již prvotní pokus o provoz v projektovaném režimu vedl k velké finanční náročnosti, kterou se provozovatel rozhodl neakceptovat a vypnout systém osvětlování společných prostor na základě pohybových čidel. Z provedené studie je zřejmé, náklady jsou velmi závislé na četnosti servisu. Původní provozovatel po 3 měsících provozu odhadl finanční náklady na 39 Kč / měsíc při ceně 1 kWh 3,20 Kč. Současná cena 1kWh je rovna 5,80 Kč. Z toho vyplývá, že původní odhad byl

$$39\text{Kč} / 3,20 * 5,80 = 70 \text{ Kč/měsíc} - \text{v cenách roku 2013}$$

a tomu odpovídající roční finanční náročnost

$$70 \text{ Kč} * 12 \text{ měsíců} * 179 \text{ jednotek} = \text{██████████}$$

Tato částka docela dobře koresponduje i s naším odhadem.

Ing. Vladimír Vratný
 Jetelová 8
 108 00 Praha 10



8. Použitá literatura a studie

- a) Projektová dokumentace
- b) Analýza startů zářivky s elektromagnetickým předřadníkem – Technická univerzita v Liberci
- c) Lineární zářivky – technické parametry
- d) Leuchtstofflampen-Lebens-dauer und Schalzhäufigkeit - Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder
- e) Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung -ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- f) Compact Fluorescent Lighting - The National Lighting Product Information Program (NLPPI) of the Lighting Research Center at Rensselaer
- g) Philips – zářivky - školení
- h) Dopis firmy Proctus CZ s.r.o. – původního správce na členy SVJ

Analýza startů zářivky s elektromagnetickým předřadníkem

V. Šolcová¹, M. Novák¹

¹ Ústav mechatroniky a technické informatiky, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
TU v Liberci,

Studentská 2/1402, Liberec

E-mail: veronika.solcova@gmail.com, miroslav.novak@tul.cz

Anotace:

Článek se zabývá detailnější analýzou startů zářivky s elektromagnetickým předřadníkem. Teoretická část se věnuje stavovému popisu startování a provozu zářivkového svítidla, včetně uvedení náhradních obvodů jednotlivých stavů – ohřev startéru, žhavení vláken zářivky, svícení. V experimentální části je popsán způsob provedení měření průběhu startů, jejich analýzy a jsou zde prezentovány výsledky v podobě histogramů četnosti dob trvání stavů v závislosti na napájecím napětí zářivkových svítidel pro paralelní i sériovou (DUO) kompenzaci účinníku.

Abstract:

This paper deals with analysis of fluorescent lamp starts for luminaries with the electromagnetic ballast. The theoretical part describes the state description of the fluorescent lamp start and operation including the equivalent circuits of individual states – the glow starter heating, the fluorescent lamp filament preheating, the lightening. The experimental part presents the lamp start measurement method and the subsequent analysis. The results are presented in form of histograms of the individual states duration in dependence on the supply voltage of the fluorescent lamp for both power factor compensation types of the luminary – parallel and lead-lag (DUO).

ÚVOD

Zářivkové osvětlení je z ekonomických důvodů prioritní volbou v mnoha oblastech použití a v současné době tvoří asi 78 % umělého světla po celém světě. Jejich podíl na spotřebované energii pro osvětlování však činí pouze 17 % [1]. Zářivky vynikají vysokou účinností, rovnoměrným osvětlením a dlouhou dobou života. Příkladem použití jsou rozsáhlé osvětlovací soustavy veřejných interiérů typu administrativních budov, obchodních center, divadel, škol, továren, ale také pouliční, dopravní a nouzové osvětlení.

V centru zájmu stále stojí snaha o prodloužení doby života zářivek. Nejvíce pozornosti budí termoemisní vrstva katod. Dřívější publikace se zabývaly její optimální tloušťkou a složením, současně články se soustřeďují na optimální tepelné poměry katod při startech [2], [3], [4], [5], [6], [7] a při stmívání [8], [9], které výrazně ovlivňují dobu života zářivky. Řeší se optimální nažhavení během teplého startu [10], zkrácení života při studených startech [11], [12] a optimalizace startu při současném stmívání [13]. Druhým aktuálním tématem je optimalizace dávkování rtuti do zářivky [14]. Z ekologických důvodů je snahou přiblížit se fyzikálnímu minimu. Problémem je přesné dávkování při výrobě a pokles obsahu rtuti díky reakci s drážky elektrod a s vrstvou luminoforu.

Dalším důležitým úkolem je zvyšování účinnosti. Zde hraje klíčovou roli opět katodový úbytek a kvalita termoemisní vrstvy katod. Z provozně technických důvodů je ovšem nutné nastolit takové

standardy, aby zářivky mohly pracovat s různými předřadníky při zachování hlavních parametrů. Všechny komponenty svítidla proto podléhají standardizaci. Aktuální vývoj v oblasti osvětlování zářivkami dokládají i nově revidované normy [IEC60081].

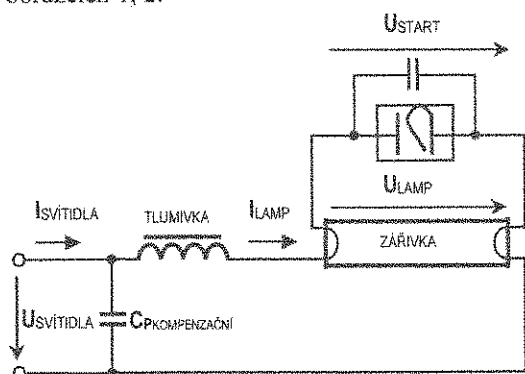
Ve snaze o minimalizaci dopadu na životní prostředí je současně trh osvětlovacích systémů regulován, např. v EU je to nařízením ES č. 245/2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES na ekodesign zářivek bez elektronického předřadníku, vysoce intenzivních výbojek a předřadníků svítidel, jež mohou sloužit k provozu těchto zářivek a výbojek [16]. V nejnovější úpravě, tato směrnice zavádí maximální ztráty svítidla jako celku a mění tak význam samostatně definované energetické kategorie pro předřadníky. Směrnice obsahuje řadu kontroverzních prvků, např. srovnává svítidla s elektronickými a magnetickými předřadníky při různých výstupních světelných tocích. Vztah pro bázi účinnosti předřadníků EBB [16] neopodstatněně definuje nižší požadavky na elektronické předřadníky pro kategorii B1 jsou vyžadovány nižší ztráty než pro A3! Po přepočtu splňují magnetické předřadníky kategorie B1 požadavky na účinnost elektronických předřadníků kategorie A2 [17]. Elektromagnetické předřadníky tedy splňují náročné požadavky platné legislativy a stále zabírají díky svým vlastnostem a nižší ceně významné místo na trhu nových svítidel.

Život zářivky je rozhodujícím způsobem ovlivněn podmínkami, za kterých zářivka startuje, tzn., že je závislá na životě všech komponent, ze kterých sestává celé svítidlo, a které jsou ovlivňovány

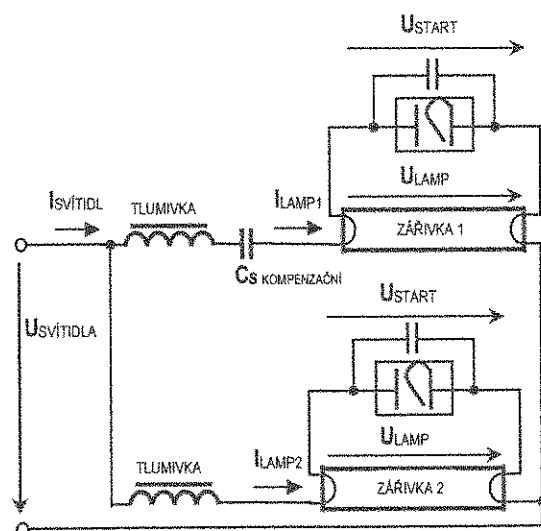
různými činiteli při jejím startu a provozu. Zapálení výboje je komplikovaný proces, kterého se aktivně účastní všechny komponenty svítidla. To skýtá jedinečnou možnost pro jejich posuzování a diagnostiku.

STAVOVÝ DIAGRAM STARTU

Základní zapojení svítidla s paralelní a sériovou kompenzací účinku jsou uvedeny na následujících obrázcích 1, 2.



Obrázek 1: Zapojení s paralelní kompenzací účinku



Obrázek 2: Zapojení se sériovou, resp. DUO, kompenzací účinku

Startovací proces zářivky je v tomto článku popsán stavovým diagramem, viz obr. 3, klasifikovaným základními stavy: vypnutí, ohřev startéru, žhavení elektrod zářivky a svícení.

Po připojení napájení je na elektrody startéru přivedeno plné síťové napětí. Vzhledem k tomu, že v baňce startéru je obsažen zředěný plyn a elektrody jsou blízko u sebe, dojde mezi nimi k doutnavému výboji. Doutnavý výboj při hoření uvolňuje teplo, díky kterému se elektroda startéru vyrobená z bimetalu postupně prohřeje a prohne, což má za následek sepnutí obou elektrod.

Po sepnutí startéru začne elektrodami procházet zkratový proud tlumivky, který se uzavírá přes vlákna

zářivky a dochází ke žhavení elektrod zářivky na teplotu, při níž dochází k termoemisi z vláken zářivky. Plyná náplň zářivky se díky tomu ionizuje. Rozmezí teplot doporučené pro zahřátí elektrod je, dle [Wak06], 700 °C až 1000 °C.

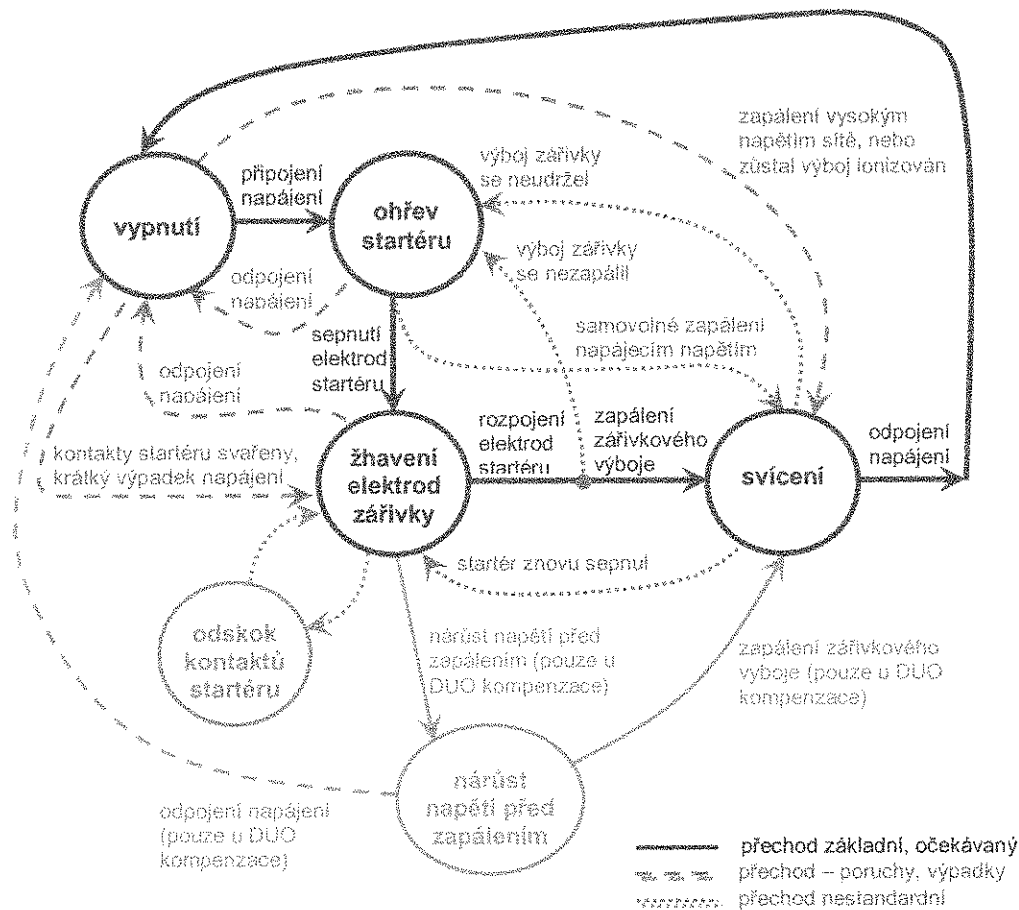
Sepnutím kontaktů přestane hořet ve startéru doutnavý výboj, nastává ochlazení bimetalu a po krátkém časovém intervalu dojde k rozpojení elektrod startéru. Proud, tekoucí vlákny zářivky a tlumivkou, se přeruší, a tím se na tlumivce naindukuje napětí okolo 500 V, které se sčítá se síťovým napětím. Je-li součet obou napětí dostatečný, dochází k zapálení zářivkového výboje.

Napětí je dostatečné pouze v případě, nastane-li přerušení proudu ve správném fázovém okamžiku, tj. v době, kdy neprochází střídavý proud v obvodu vláken a tlumivky okolím nuly. V opačném případě k zapálení zářivkového výboje nedojde a celý startovací proces začíná opětovným ohřevem startéru. K nezapálení výboje dochází i vlivem dalších okolností např. na konci života zářivky nebo při nízkých teplotách.

Ve stavovém diagramu figuruje také stav odskok kontaktů. Protože přítlak bimetalové elektrody startéru není vždy spolehlivý, dochází ke krátkodobým odskokům v řádu jednotek μs . Chování odpovídá posuvnému kontaktu s povrchovým znečištěním. Doba trvání odskoku je mnohem menší než perioda sítě a energie ohřívající startér během odskoku je zanedbatelná. Jde o stav v podstatě nežádoucí, ale poměrně častý. Z toho důvodu byl tento stav označen zvláštním stavem a je v diagramu vyznačen šedou barvou.

Pro DUO, resp. sériovou, kompenzací byl navíc zařazen stav nárůst napětí před zapálením. Po rozpojení kontaktů startéru někdy nedojde k okamžitému zažehnutí výboje zářivky, ale dojde k němu až následně nárůstem napětí na zářivce, kdy se napětí na kondenzátoru sčítá se síťovým napětím, až dojde k proražení výbojového kanálu zářivky. Tento případ nastává, když je žhavení ukončeno při průchodu žhavicího proudu okolím nuly a nevznikne dostatečně velké indukované napětí na zažehnutí výboje. Po důkladné analýze byl tento poměrně dlouhý přechodový děj označen zvláštním stavem. Na výsledcích lze sledovat, s jakou četností dochází k zapálení zářivky tímto mechanismem. Nutno zmínit, že zároveň s nárůstem napětí dochází k ohřevu startéru, který se ale následným zapálením výboje nestihne neuplatnit.

Jednotlivé stavy jsou navzájem propojeny tzv. přechody, přičemž všechny se mohou v praxi uplatnit. Přechody vyznačené tečkovaně jsou přechody nestandardní. Zbývající přechody, vyznačené čárkovaně, odpovídají poruchovým stavům a přerušeni napájecího napětí. Poruchové přechody nebyly vyšetřovány.



Obrázek 3: Stavový diagram startování zářivkového svítidla

NÁHRADNÍ OBVODY PRO STAVY STARTU

Jednotlivé stavy ve stavovém diagramu lze popsat náhradními obvody, jejichž parametry lze vypočítat. Výsledky z tohoto analytického postupu budou použity k nastavení mezí algoritmu, automaticky rozpoznávajícího jednotlivé stavy na změřených oscilogramech. Při zpracování dat z více reálných zářivkových svítidel je třeba navíc počítat s rozptylem parametrů prvků, který dovoluje zjednodušit řešení úlohy prostřednictvím linearizace jednotlivých obvodových prvků. Stavů startu svítidla pak mohou být definovány pouze komplexními impedancemi a modely stavů tak vyjádřeny vztahem

$$Z = A \cdot e^{j\varphi} + \sigma, \quad (1)$$

kde Z je impedance příslušného stavu,
 A je amplituda,
 φ je fázový posun,
 σ jsou parazitní vlivy.

v jednotlivých provozních stavech zářivkového svítidla poslouží znalost parametrů náhradního obvodu svítidla.

Parametry náhradních obvodů

Kapacita kondenzátoru

Přesto, že je velikost kapacity kondenzátoru udávána výrobcem, pohybuje se udávaná hodnota v jisté toleranci. Proto v případě potřeby znát přesnou hodnotu kapacity, je nutné provést její změnění.

V tomto experimentu tedy byla hodnota kapacity kondenzátoru vypočtena z naměřených hodnot napětí U , proudu I , činného příkonu P a jalového příkonu Q na analyzátoru sítě AV Power PA 4400. K napájení byl použit výkonový zdroj KIKUSUI PCR 2000LA a měřilo se na modelu osvětlovací sítě. Změněny byly kondenzátory u 12 svítidel. Hodnota kapacity kondenzátorů vyšla v průměru

$4,39 \pm 0,05 \mu\text{F}$	pro paralelní kompenzaci
a	
$3,478 \pm 0,009 \mu\text{F}$	pro sériovou kompenzaci.

Pro výpočet komplexních impedancí a následného určení výsledných konstant impedancí A a φ

Odpor vláken

Odpor vláken zářivky $R_{VLÁKEN}$ byl změřen dvojím způsobem. Odpor chladného vlákna při pokojové teplotě multimetrem a Ohmovou metodou při úrovni žhavicího proudu:

$$\text{multimetrem} \quad R_{VLÁKEN} = 2 \cdot 2,5 = 5 \Omega$$

Ohmovou metodou pro obě vlákna:

$$U_1 = 7,5 \text{ V}; I_1 = 0,53 \text{ A} \quad R_{VLÁKEN} = 2 \cdot \frac{U}{I} = 28 \Omega$$

$$U_2 = 6,7 \text{ V}; I_2 = 0,53 \text{ A} \quad R_{VLÁKEN} = 2 \cdot \frac{U}{I} = 25 \Omega$$

Odpor startéru

Odpor startéru je určen doutnavým výbojem. Přibližná hodnota byla určena ze zápalného napětí startéru a proudu jím procházejícím. Při měření bylo zvyšováno napětí na startéru, a jakmile došlo k zažehnutí doutnavého výboje ve startéru, bylo odečteno zápalné napětí a proud. Průměrná hodnota odporu startéru vypočtená z naměřených dat činí $R_{STARTÉRU} = 520 \pm 30 \text{ k}\Omega$.

Indukčnost a odpor tlumivky

Tyto hodnoty lze vypočítat z hodnot napětí U , proudu I , činného příkonu P a jalového příkonu Q , naměřených na analyzátoru sítě. Při měření se zapojí do série s tlumivkou reostat, kterým se nastaví jmenovitý proud protékající tlumivkou. Pro výpočty byly použity vztahy

$$X_L = \frac{Q}{I^2}, \quad L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}, \quad R = \frac{P}{I^2}, \quad (2)$$

a průměrné hodnoty vyšly $L_{tl} = 1,36 \text{ H}$; $R_{tl} = 53,10 \Omega$.

Náhradní obvod zářivky

Protože odběr výboje zářivky má značný induktivní charakter, jak je patrné z níže uvedeného výpočtu, lze výboj zářivky nahradit ideálním sériovým zapojením RL.

Zářivce Philips Master TL-D 36 W / 840, použité v tomto experimentu, odpovídají katalogové hodnoty $P = 36 \text{ W}$, $U = 103 \text{ V}$ a $I = 0,44 \text{ A}$, ze kterých lze určit odpor a indukčnost zářivkového výboje následovně:

$$R_{LAMP} = \frac{P}{I^2} = \frac{36}{0,44^2} = 186 \Omega. \quad (3)$$

$$S_{LAMP} = U \cdot I = 103 \cdot 0,44 = 45,3 \text{ VA}. \quad (4)$$

$$Q_{LAMP} = \sqrt{S_{LAMP}^2 - P^2} = 27,5 \text{ VAR}. \quad (5)$$

$$X_L = \frac{Q}{I^2} = 142 \Omega. \quad (6)$$

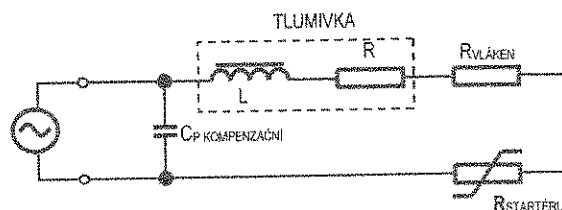
$$L_{LAMP} = \frac{X_L}{\omega} = 0,45 \text{ H}. \quad (7)$$

Náhradní obvody pro jednotlivé stavy startu a jejich výsledné impedance

Obvody pro paralelní kompenzaci

Ohřev startéru

Po připojení síťového napětí dojde mezi elektrodami startéru k doutnavému výboji. V obvodu se proto uplatní nejen náhradní obvod tlumivky, kompenzační kondenzátor a odpor vláken, ale i odpor doutnavého výboje startéru.



Obrázek 4: Náhradní obvod svítidla s paralelní kompenzací pro stav „Ohřev startéru“

Impedance pro sériovou větev obvodu se určí jako součet impedancí jednotlivých prvků v dané větvi

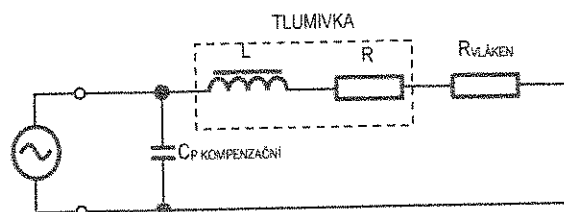
$$Z_I = Z_L + Z_R + Z_{Rvl} + Z_{Rstart}. \quad (8)$$

Celková impedance svítidla je potom

$$Z_{celk} = \frac{Z_I \cdot Z_C}{Z_I + Z_C} = \frac{U}{I}. \quad (9)$$

Žhavení

Vlivem doutnavého výboje se bimetalová elektroda zahřeje a prohne, čímž dojde ke spojení elektrod. Odpor startéru klesne prakticky na nulu. Startérem prochází proud přes vlákna zářivky a dochází k jejich žhavení a termoemisi. Proud je při žhavení omezen tlumivkou a odporem vláken zářivky. Induktivní odběr proudu je tak silný, že jej kompenzační kondenzátor vykompenzuje jen částečně.



Obrázek 5: Náhradní obvod svítidla s paralelní kompenzací pro stav „Žhavení zářivky“

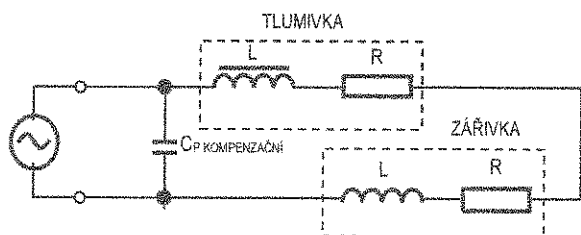
Impedance sériové větve tohoto obvodu se vypočte jako

$$Z_I = Z_L + Z_R + Z_{Rvl} \quad (10)$$

a celková impedance při žhavení je dána vztahem (9).

Svícení

Po přerušení proudového obvodu při žhavení se na tlumivce naindukují napětí, které se sečte se síťovým. Výsledný součet obou napětí zapálí výboj na elektrodách zářivky.



Obrázek 6: Náhradní obvod svítidla s paralelní kompenzací pro stav „Svícení“

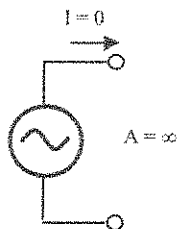
Při svícení se v obvodu uplatní náhradní obvody tlumivky a zářivky. Impedance sériové větve obvodu při svícení se vypočte jako

$$Z_1 = Z_{LH} + Z_{Ril} + Z_{Lzár} + Z_{Rzár} \quad (11)$$

Celková impedance obvodu při svícení je opět dána vztahem (9).

Vypnutí

Při vypnutí je zářivkové svítidlo odpojeno vypínačem a jeho impedance je tedy nekonečně velká.



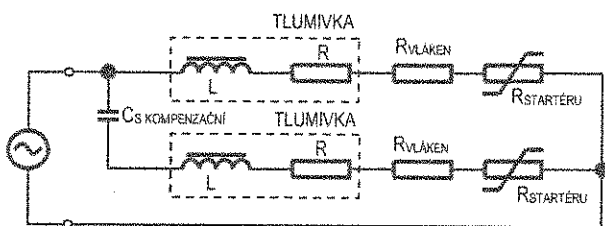
Obrázek 7: Náhradní obvod pro stav „Vypnutí“

Odskok kontaktů

Náhradní obvod pro odskok kontaktů odpovídá obvodu pro ohřev. Doba trvání odskoku kontaktů je minimální, a proto dochází k potížím při zjišťování tohoto stavu z měření dle parametrů A a φ .

Obvody pro sériovou (DUO)kompenzaci

Ohřev startéru



Obrázek 8: Náhradní obvod svítidla se sériovou kompenzací pro stav „Ohřev startéru“

Impedance nekompensované větve se určí jako součet impedancí jednotlivých prvků v dané větvi

$$Z_1 = Z_L + Z_R + Z_{Rvl} + Z_{Rstart} \quad (12)$$

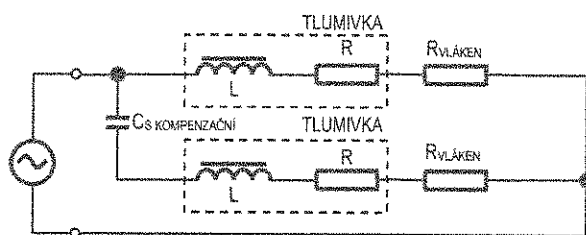
Podobně se určí komplexní impedance větve kompenzované

$$Z_2 = Z_C + Z_L + Z_R + Z_{Rvl} + Z_{Rstart} \quad (13)$$

Celková impedance obvodu při ohřevu startéru je pak dána součtem převrácených hodnot impedancí samostatných větví

$$Z_{celk} = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{U}{I} \quad (14)$$

Žhavení



Obrázek 9: Náhradní obvod svítidla se sériovou kompenzací pro stav „Žhavení zářivky“

Impedance nekompensované větve je dána

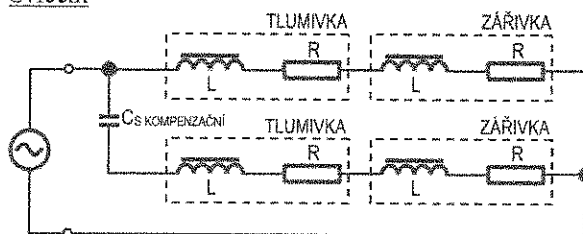
$$Z_1 = Z_L + Z_R + Z_{Rvl} \quad (15)$$

Podobně se určí komplexní impedance větve kompenzované

$$Z_2 = Z_C + Z_L + Z_R + Z_{Rvl} \quad (16)$$

Celková impedance obvodu při stavu žhavení je pak dána vztahem (14).

Svícení



Obrázek 10: Náhradní obvod svítidla se sériovou kompenzací pro stav „Svícení“

Impedance nekompensované větve je dána

$$Z_1 = Z_L + Z_R + Z_{Lzár} + Z_{Rzár} \quad (17)$$

Podobně se určí komplexní impedance větve kompenzované

$$Z_2 = Z_C + Z_L + Z_R + Z_{Lzáf} + Z_{Rzáf} \quad (18)$$

Celková impedance obvodu při svícení je pak dána dle vzorce (14).

Při poruše jedné ze zářivek DUO obvodu zůstane příslušná část obvodu nefunkční a obvod se bude chovat jako samostatná větev. Celková impedance pak bude rovna impedanci samostatné větve s funkční zářivkou.

Tabulka 1: Impedance svítidel v různých stavech

PROVOZNÍ STAV	Paralelní kompenzace CpLi		
	Z (Ω)	φ (°)	I (A)
OHŘEV STARTÉRU	730	-87,4	0,32
ŽHAVENÍ	820	68,3	0,28
ODSKOK STARTÉRU	-	-	-
SVÍCENÍ	1520	26,1	0,15
VYPNUTÍ	∞	-	0

PROVOZNÍ STAV	DUO zapojení CsLi + Li		
	Z (Ω)	φ (°)	I (A)
OHŘEV STARTÉRU	8120	0,97	0,028
ŽHAVENÍ	1050	43,5	0,22
ODSKOK STARTÉRU	-	-	-
SVÍCENÍ	594	-14,6	0,39
VYPNUTÍ	∞	-	0

AUTOMATICKÁ DETEKCE STAVŮ

Pro automatickou detekci stavů a přechodů mezi jednotlivými stavy byl vytvořen skript v jazyce MATLAB.

Podmínky pro detekci stavů byly zobrazeny tak, aby program mohl bezchybně pracovat jak s obvody s paralelní kompenzací účinníku, tak i kompenzací sériovou (resp. DUO). Program využívá jednak průběhy obvodových veličin svítidla (napětí a proud ze sítě, napětí na startéru, napětí a proud zářivkou), tak signál z čidla světelného toku. Výstupem programu jsou doby trvání jednotlivých stavů a četnosti přechodů mezi nimi.

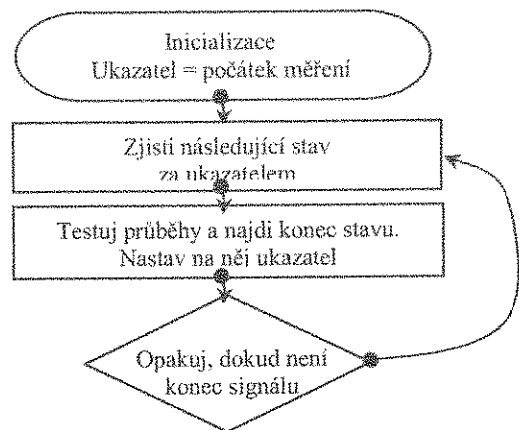
Stručný vývojový diagram tohoto programu je uveden na obrázku 11.

Program pracuje se zaznamenanými oscilogramy z rozběhu zářivkového svítidla tak, že jimi postupně prochází od začátku do konce a vyhledává jednotlivé stavy. Aktuální pozice v oscilogramu je dána ukazatelem, který se při průchodu oscilogramem postupně posouvá na konce jednotlivých stavů.

Testy příslušnosti k jednotlivým stavům jsou prováděny na různě dlouhých datových úsecích.

Typicky odpovídají době trvání 1/8, 1/4, 1/2, 1 a 5 periodám napájecího napětí.

Testování signálu v několika úsecích periody bylo zvoleno z důvodu robustnosti algoritmu, protože přechody mezi jednotlivými stavy bývají poznamenány přechodovými ději. Střední hodnoty jsou, na rozdíl od efektivních hodnot, vypovídající i při zpracování signálu s necelou délkou periody. Při splnění limitu vypočteného z náhradního obvodu svítidla je příslušný stav ohodnocen bodovým skóre. Na konci všech testů je vybrán stav s nejvyšším bodovým ohodnocením a považován za stav následující.



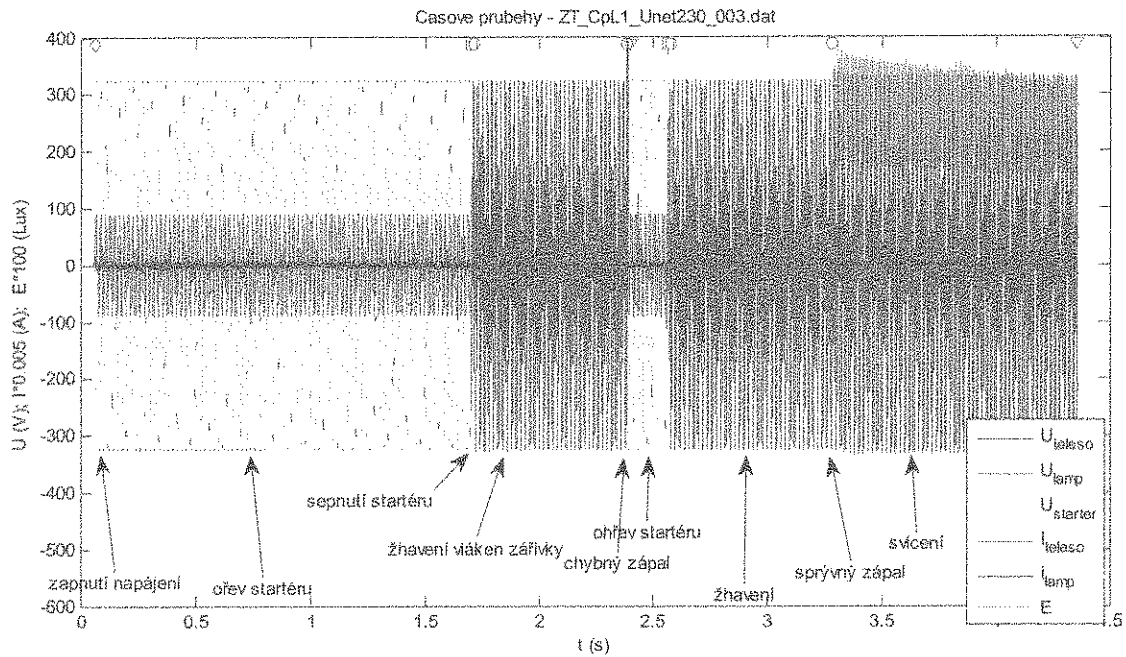
Obrázek 11: Stručný vývojový diagram vyhodnocovacího programu

Nalezené stavy se vyznačují grafickými značkami do zobrazeného oscilogramu pro kontrolu uživatelem, viz tabulka 2.

Záznam typického průběhu startování zářivky s paralelní kompenzací účinníku demonstruje obr. 12, ze kterého je zřetelný chybný zápal po nažhavení vláken zářivky. Dochází tak k opakování celého cyklu s výsledkem správného zápalu zářivky a následným svícením. Na obrázku jsou zobrazeny všechny měřené veličiny. Pod horním okrajem jsou dobře patrné grafické značky vytvořené skriptem pro automatické rozpoznávání stavů.

Tabulka 2: Význam grafických značek vymezujících rozhraní stavů

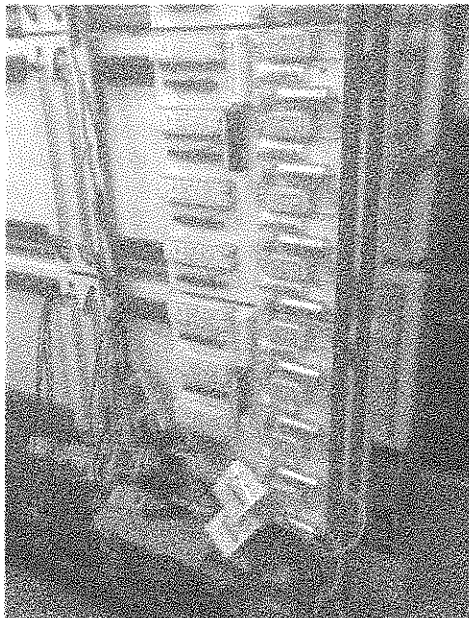
Značka	Význam
◇	Konec stavu bez napájení, začátek ohřevu startéru
□	Konec stavu ohřev startéru
○	Konec stavu žhavení
	Odskok kontaktů startéru – žhavení pokračuje
▽	Konec stavu svícení
*	Konec stavu nárůst napětí na kondenzátoru sériové kompenzace



Obrázek 12: Záznam průběhu startu zářivky v zapojení s paralelní kompenzací (CpL1) dle obr. 2.3. Tlumivka DFT 5336 kategorie C, napájení 230 V

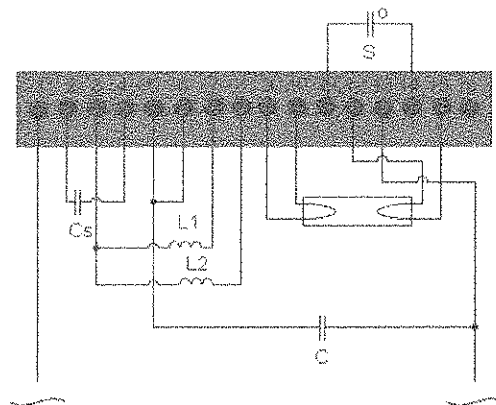
Měření startů zářivkového svítidla

Analýza startů zářivkového osvětlení s elektromagnetickým předřadníkem byla realizována na modelu osvětlovací sítě na Ústavu mechatroniky a technické informatiky Technické univerzity v Liberci.



Obrázek 13: Model osvětlovací sítě

Model je tvořen šesti osvětlovacími svítidly a umožňuje snadno a rychle překonfigurovat zapojení osvětlovacího svítidla, např. změnit typ kompenzace účinníku. Jedno svítidlo přitom sestává ze čtyř zářivek, panelu osazeného výzbrojí elektromagnetického předřadníků v různých variantách a panelu s elektronickými předřadníky. Panely předřadníků obsahují konektor pro měření obvodových veličin svítidla, který zároveň slouží pro konfiguraci zapojení předřadníku, viz obr. 14.



Obrázek 14: Schéma zapojení jednoho svítidla v modelu osvětlovací sítě – propojovací konektor

Celková analýza startů byla prováděna pro jmenovité napětí 230 V s odchylkami $\pm 5\%$ a $\pm 10\%$, v zapojení s DUO a s paralelní kompenzací účinníku a pro dva typy tlumivek L1, L2 v různých kategoriích účinnosti (C, B1), přičemž výsledky v tomto článku jsou uvedeny pouze pro jeden typ tlumivky L1 (kategorie C). Měření tak proběhlo celkem pro pět různých napětí v zapojení s DUO a s paralelní kompenzací účinníku, s tlumivkami L1 a L2 a bez kompenzace s tlumivkou L1 s označením CpL1, CpL2, CsL1, CsL2 a L1.

Pro statistické vyhodnocení se měřilo ve dvou výběrových souborech: a) na jedné zářivce, b) na 12 zářivkách, přičemž v případě výběrového souboru jedné zářivky ad a) bylo provedeno 1250 měření a v případě souboru s 12 zářivkami ad b) 3000 měření.

Z každého měření byly několik sekund po přivedení napájecího napětí zaznamenány oscilogramy obvodových veličin a osvětlenost ze snímače umístěného v blízkosti povrchu zářivky. Realizace měření proběhla na 18kanálovém přístroji EMU-2 se vzorkovací frekvencí 12,8 kHz, ovládaným programem v jazyce Delphi. Zároveň byl vytvořen skript v jazyce MATLAB pro vyhledávání jednotlivých stavů během startu zářivky a pro automatickou detekci přechodů mezi nimi, který pracuje s výše uvedenými zaznamenanými oscilogramy obvodových veličin.

Zpracováním dat byly získány stavové diagramy (viz obr. 3) ohodnocené četnostmi přechodů mezi jednotlivými stavy startování zářivkového svítidla. Hodnoty četností pro jmenovité napětí sítě jsou uvedeny v tabulkách 3 a 4. Hodnoty představují průměrnou četnost přechodů během jednoho startu zářivky. Přechody, které zůstaly neohodnoceny (v diagramu vyznačeny čárkovaně), jsou způsobovány poruchovými stavy nebo výpadky napájení během rozběhu. Vzhledem k tomu, že tyto podmínky testovány nebyly, mají četnosti těchto přechodů nulové hodnoty.

Protože bylo napětí pro každý oscilogram zapnuto pouze jednou na začátku měření, nabývaly přechody ze stavu „vypnutí“ do stavu „ohřev startéru“ vždy četnosti 1. Stejnou hodnotu četnosti, tj. 1, měl i přechod mezi stavy „svícení“ a „vypnutí“, který odpovídá vypnutí svítidla.

Základní přechody mezi stavy „ohřev startéru“, „žhavení“ a „svícení“, vyznačené ve stavovém diagramu černou barvou, jsou přechody očekávané a nastávají během zapálení minimálně jednou, tj. při zapálení na první pokus, a proto jejich četnosti mohou nabývat hodnot 1 a více. Bude-li například četnost přechodu mezi ohřevem startéru a žhavením nabývat hodnoty 2,94, znamená to, že zářivka v daném zapojení provede průměrně 2,94 žhavení na jeden start.

Samozřejmou podmínkou je, že součet četností přechodu vedoucí ke změně na určitý stav, musí být roven součtu četností přechodů z tohoto stavu.

Větší pozornost je třeba věnovat přechodům mezi stavy, které jsou zakresleny tečkovaně. Jedná se o tzv. přechody nestandardní, které se běžně v literatuře nepopisují, nicméně jejich četnosti zdaleka nejsou zanedbatelné.

Tabulka 3: Četnosti přechodů mezi stavy pro zářivku s paralelní kompenzací účinníku (CpL1) a napájecím napětím 230 V, svítidlo 11, 50 měření

PŘECHOD		DO STAVU				
		VYPNUTÍ	OHŘEV STARTÉRU	ŽHAVENÍ	ODSKOK	SVÍCENÍ
ZE STAVU	VYPNUTO	0	1	0	0	0
	OHŘEV STARTÉRU	0	0	2,94	0	0,82
	ŽHAVENÍ	0	0,16	0	4,1	3,2
	ODSKOK	0	0	4,1	0	0
	SVÍCENÍ	1	2,6	0,42	0	0

Tabulka 4: Četnosti přechodů mezi stavy pro zářivku se sériovou kompenzací účinníku (CsL1) a napájecím napětím 230 V, svítidlo 11, 50 měření

PŘECHOD		DO STAVU					NÁRŮST NAPĚTÍ
		VYPNUTÍ	OHŘEV STARTÉRU	ŽHAVENÍ	ODSKOK	SVÍCENÍ	
ZE STAVU	VYPNUTO	0	1	0	0	0	0
	OHŘEV STARTÉRU	0	0	3,48	0	0,64	0
	ŽHAVENÍ	0	0,2	0	7,76	4,92	0,34
	ODSKOK	0	0	7,76	0	0	0
	SVÍCENÍ	1	2,92	1,98	0	0	0
	NÁRŮST NAPĚTÍ	0	0	0	0	0,34	0

Na rozdíl od paralelní kompenzace, přibyl u sériové kompenzace stav „nárůst napětí před zapálením“, plynoucí ze změn startovacího procesu, způsobených sériovým zařazením kompenzačního kondenzátoru. Poměr tohoto jevu ke standardnímu okamžitému zapálení je 7 %.

Počty žhavení na jedno zapálení jsou u sériové kompenzace vyšší až o 40 %. Doby trvání stavů, rozdělujících žhavení na úseky, jsou ovšem relativně krátké. Současně pro sériovou kompenzaci narostl oproti kompenzaci paralelní i počet „odskoků kontaktů startéru“ a to o 90 %. Základní příčinou je nárůst celkové doby žhavení, u kterého můžeme očekávat přímou souvislost s počtem odskoků kontaktů bimetalového startéru. Další příčinou by mohl být rozdílný žhavicí proud, ale změna proudu je malá. Vysvětlení spočívá v rozdílném charakteru relaxačního napětí na právě rozpojených kontaktech startéru způsobeném vložením sériového kompenzačního kondenzátoru.

Celkově je patrné, že počty neúspěšných pokusů o zapálení výboje zářivky jsou u sériové kompenzace vyšší. Termoemisní vrstva elektrod je v průběhu neúspěšných zápalů více namáhána vysokými gradienty elektrostatického pole, a to má za důsledek kratší dobu života zářivek v zapojení se sériovou kompenzací.

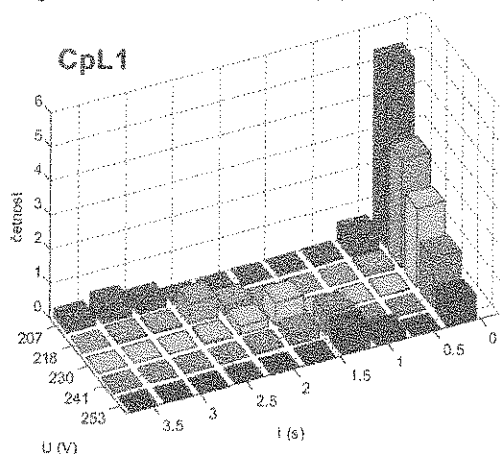
Histogramy dob trvání jednotlivých stavů

Z důvodu větší přehlednosti jsou naměřené hodnoty zobrazeny prostřednictvím histogramů, které zachycují průměrné četnosti jednotlivých stavů v závislosti na délce trvání stavu a na velikosti napájecího napětí zářivkových svítidel.

Ohřev startéru

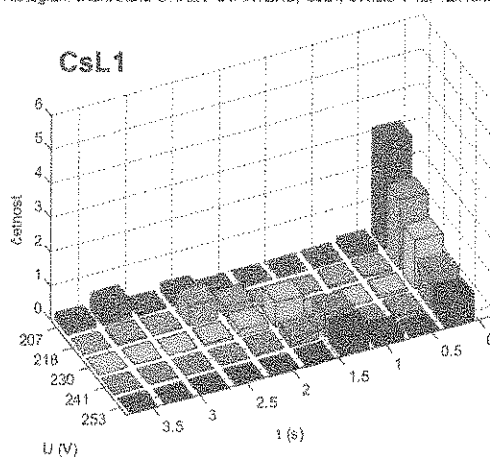
Na obr. 15, 16 jsou vyneseny četnosti trvání stavu „ohřev startéru“. První ohřev startéru po přivedení napájení na svítidlo je reprezentován nižšími sloupci v časech nad jednu sekundu, což odpovídá normální funkci startéru. Součet četností těchto malých sloupců musí tedy být vždy jedna.

Histogram trvání stavu OHŘEV STARTÉRU, Cpl1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření



Obrázek 15: Četnost doby trvání stavu „ohřev startéru“ během 12x10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro paralelní kompenzaci účiníku s tlumivkou L1

Histogram trvání stavu OHŘEV STARTÉRU, CsL1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření

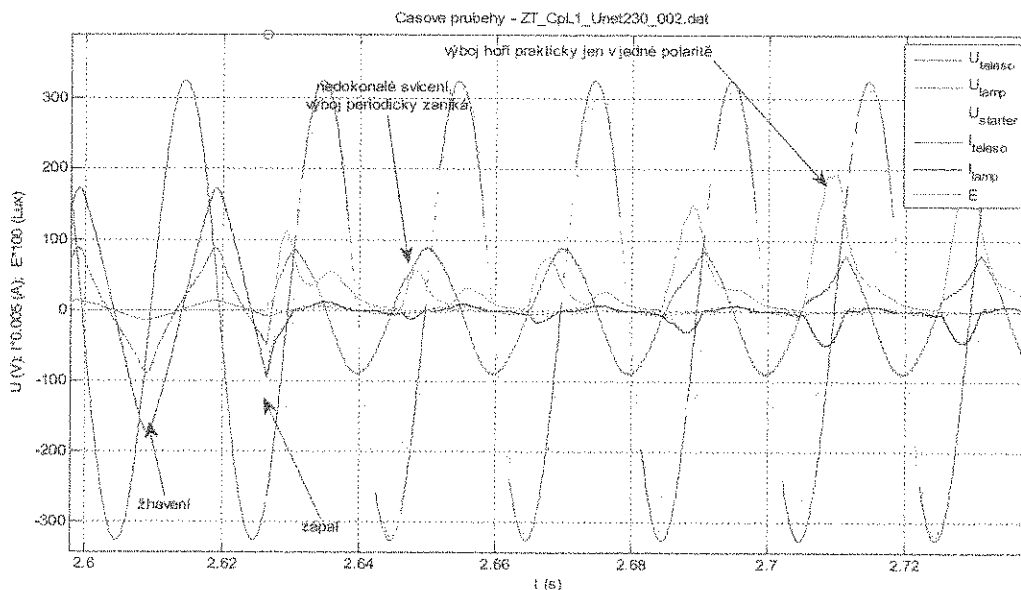


Obrázek 16: Četnost doby trvání stavu „ohřev startéru“ během 12x10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro sériovou kompenzaci účiníku s tlumivkou L1

Výrazná závislost ohřevu na napájecím napětí není lineární a odpovídá ploše sinusového průběhu napětí na svítidle $U_{\text{TELESO}} = U \cdot \sin(\omega t)$, který je větší než zápalné napětí startéru

$$\int_{U_{\text{ZAPAL}}}^{\infty} U_{\text{TELESO}} du > U_{\text{ZAPAL}}$$

Tato část grafů je neměnná pro různé tlumivky i zapojení kompenzace. To ostatně vyplývá z analýzy obvodu ve stavu „ohřev startéru“. Největší impedanci zde představuje samotný doutnavý výboj startéru a nevelké změny impedance tlumivky, případně sériově zapojeného kondenzátoru, téměř neovlivní dobu ohřevu startéru.



Obrázek 17: Svícení s nízkou teplotou elektrod (Cpl1)

V grafech na obr. 15, 16 jsou dále patrné vysoké četnosti stavu „ohřev startéru“ s časem pod jednu

sekundu, které odpovídají dalším krátkým ohřevům startéru, kdy se nepovedlo zářivku rozsvítit napoprvé

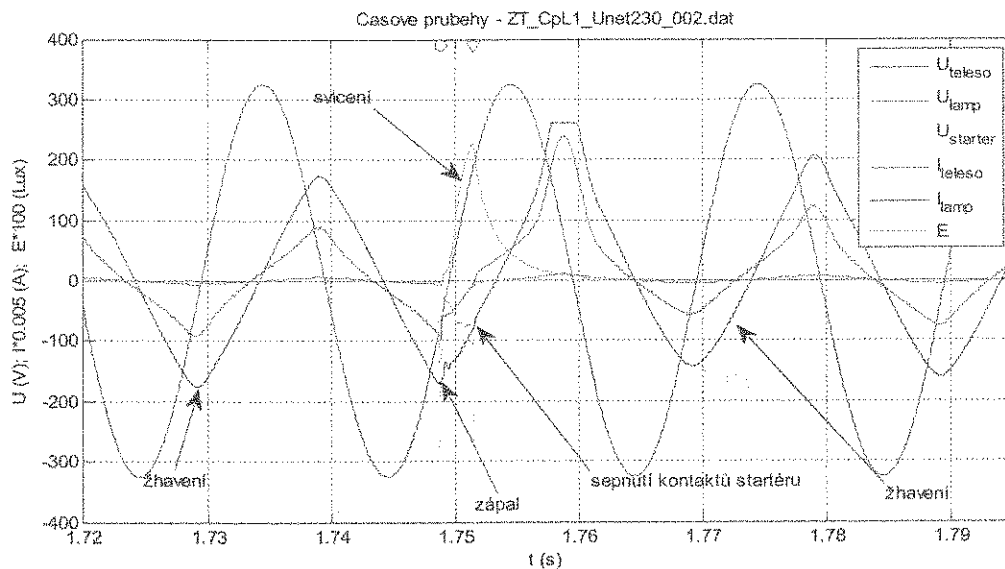
a bylo nutné její dožhavení, nebo se jednalo o další přechodové stavy s nestabilním výbojem.

Příkladem jednoho z nestabilních stavů jsou cyklické přechody „svícení- ohřev startéru- svícení“, viz obr. 17.

Ty lze vysvětlit nedostatečným žhavením vláken zářivky. Termoemise vláken s nízkou teplotou vede na velký katodový úbytek. Výboj má tendenci zanikat. Obvyklé je, že výboj hoří jen v jedné polaritě napájecího napětí a to v tom směru, na kterém katoda dosáhla vyšší teploty. K průchodu proudu výbojem zářivky dochází pouze v části periody, kdy napětí na zářivce nabývá hodnot v okolí své amplitudy.

Situace se může vyvíjet podle dvou scénářů. Buď se katody dopadem iontů stále více zahřívají a podíl svícení zářivky postupně narůstá až k úplnému svícení, nebo převládá chlazení elektrod a podíl svícení ubývá až úplnému zániku a zářivka přejde do stavu ohřevu startéru.

Startér je ovšem aktivní i v této době nedokonalého svícení. Napětí na startéru totiž zpravidla minimálně v jedné polaritě překračuje jeho zápalné napětí. Může se tedy stát, že tento stav ukončí startér sepnutím kontaktů. Zastoupení tohoto přechodu mezi stavy je malé.



Obrázek 18: Nestandardní přechod „žhavení – svícení“ a „svícení – žhavení“, paralelní kompenzace účinníku (CpL1)

Dalším nestandardním přechodem je opětovné sepnutí startéru v době, kdy už výboj zářivky hoří, viz obr. 18. Vznik tohoto přechodu je v principu podobný přechodu „odskoku kontaktů startéru“. Je způsoben malým přítlakem kontaktů na konci doby jejich chlazení. Výboj startéru se opětovně zapaluje, dochází k ohřevu jeho kontaktů až do spojení. Přerušení obvodu je v porovnání s přechodem „odskoku kontaktů“ delší, a zářivka se tak stihne zapálit a vygenerovat světlo. Dochází rovněž k přechodovému ději a přesycení tlumivky.

Při porovnání obou kompenzací jsou četnosti následných ohřevů startéru v sériové větvi DUO kompenzace mnohem menší, což znamená, že zapálení proběhne s menším počtem cyklů startéru.

Počet cyklů žhavení je ale naopak v sériové větvi vyšší. Tento rozpor je dán mnohem větším počtem přechodů ze stavu „svícení“ do stavu „žhavení“ v sériové větvi. Jde o špatný kontakt bimetalového startéru, zatímco u paralelní kompenzace dojde při přerušení obvodu při odskoku k prudkému nárůstu indukovaného napětí cca 300 V/μs a průrazu nevodivého kontaktu. Sériový kompenzační

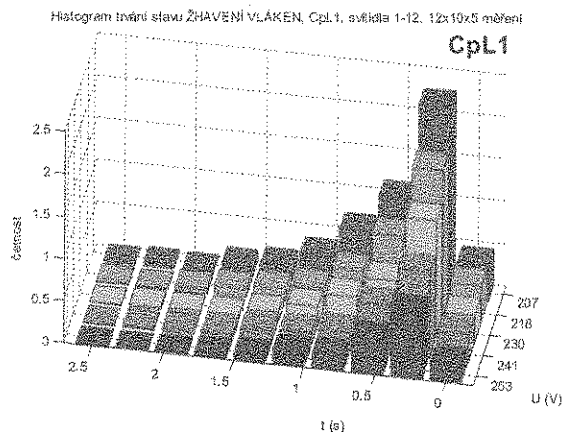
kondenzátor způsobuje snížení strmosti nárůstu napětí na kontaktech startéru < 200 V/μs. Vodivost kontaktů není obnovena, ale napětí je dostatečné k proražení výbojového kanálu zářivky. To způsobí krátkodobý záblesk světla, který je ukončen opětovným spojením kontaktů startéru.

Obecně lze konstatovat, že počet cyklů, resp. stavů nutných k rozsvícení zářivky, ubývá s vyšším napájecím napětím.

Žhavení

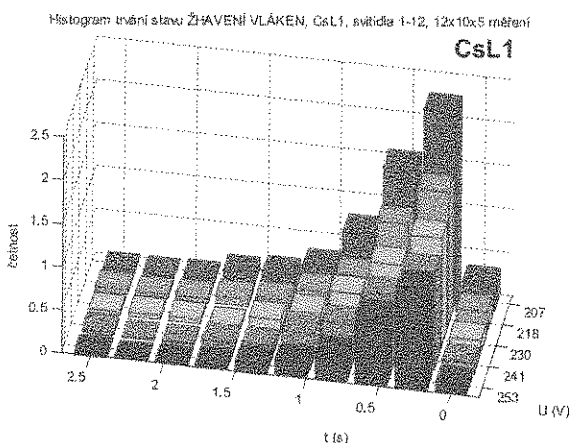
Trvání stavů žhavení, jak vyplývá z histogramů na obr. 19, 20 je pro sériovou větev DUO kompenzace mírně delší než u kompenzace paralelní. Výjimkou jsou velmi krátká žhavení zářivky pod 0,3 s. Těch je u sériové větve DUO kompenzace výrazně méně.

Samotná doba žhavení je dána především konstrukcí startéru, přičemž záleží na čase, který je potřebný k vyzáření a odvedení tepla z prostoru startéru. Žhavící proud je v sériové větvi DUO kompenzace nižší, jak bylo uvedeno výše.



Obrázek 19: Četnost doby trvání stavu „žhavení vláken zářivky“ během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro paralelní kompenzaci účiníku s tlumivkou L1

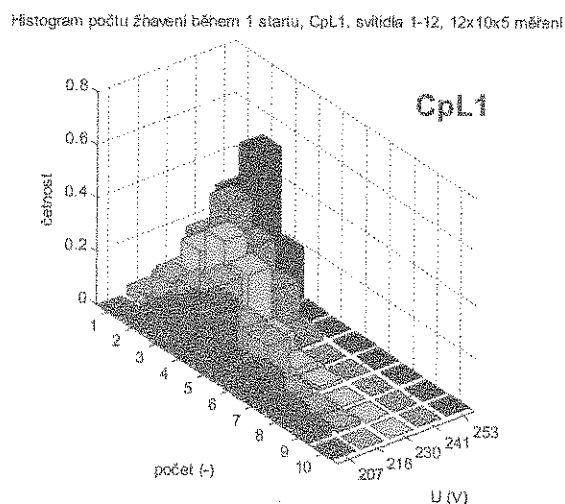
Protože jsou zářivkové startéry sestaveny tak, aby za určitou dobu rozpoujily žhavicí obvod zářivky, pak za stejnou dobu, bude mít menší žhavicí proud za následek nižší teplotu na předžhavení elektrod a zážeh zářivky při nedostatečně nažhavených elektrodách. Dochází tak k poškození emisní vrstvy elektrod v důsledku vytrhávání materiálu elektrickým polem a ke zkrácení života zářivky. Úbytek napětí na katodě je při nízké teplotě totiž vyšší právě z důvodu nízké termoemise elektronů z elektrod. Naopak vyšší teplota předžhavení způsobuje odpařování elektrod během předžhavení.



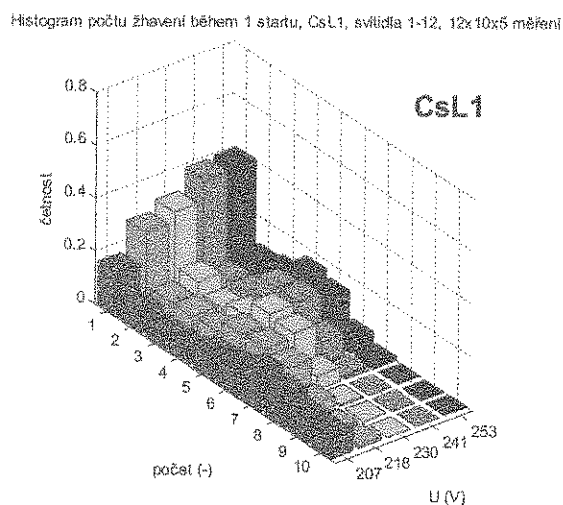
Obrázek 20: Četnost doby trvání stavu „žhavení vláken zářivky“ během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro sériovou kompenzaci účiníku s tlumivkou L1

Na obr. 21, 22 jsou vyobrazeny histogramy počtu úseků žhavení během jednoho startu.

Paralelní kompenzace zpravidla nespustí napoprvé. Pro jmenovité napětí potřebuje cca 3 cykly žhavení. Naopak sériová větev DUO kompenzace s pravděpodobností 30 % startuje napoprvé, tj. s jedním cyklem žhavení během jednoho. Pokud se start na poprvé nepovede, je naopak počet žhavení větší než u paralelní kompenzace. Zjevný je nárůst počtu žhavení s klesajícím napájecím napětím.



Obrázek 21: Četnost počtů žhavení během jednoho startu zářivky, ze 12×10 startů na svítidlech 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro paralelní kompenzaci účiníku s tlumivkou L1



Obrázek 22: Četnost počtů žhavení během jednoho startu zářivky, ze 12×10 startů na svítidlech 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro sériovou kompenzaci účiníku s tlumivkou L1

Svícení

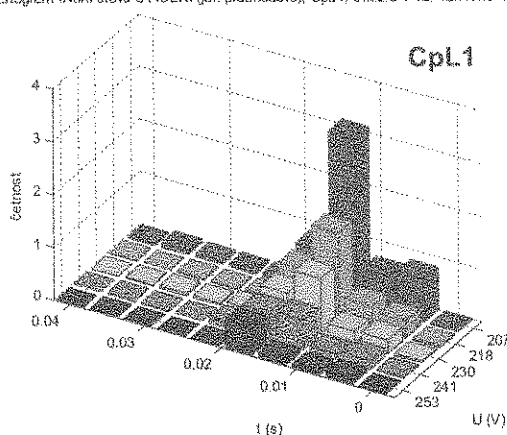
Při startování zářivkového svítidla může nastat situace, kdy se výboj v zářivce neudrží. Zářivka se tak nerozsvítí a dochází k opětovnému ohřevu startéru. Neúspěšné úseky stavu „svícení“, respektive četnosti délky jejich trvání, jsou zachyceny na histogramech na obr. 23, 24, ze kterých plyne, že tyto krátké záblesky trvají od 1/6 do 1 periody napájecího napětí.

Samozřejmě je, že na konci startovacího procesu byla zářivka u každého provedení měření na nových zářivkách rozsvícena. Svícení pak trvalo do ukončení vzorkování dat. Tyto úseky byly vždy delší jak jedna sekunda.

Ve všech případech je zjevná závislost na napájecím napětí svítidla, kde roste počet neúspěšných startů a celková doba startu zářivky.

U paralelní kompenzace odpovídají tyto krátké záblesky neúspěšným zápalům zářivky, a také zapálení výboje s nedostatečným nažhavením elektrod, kde dochází k přerušování hoření výboje těsně po jeho zapálení.

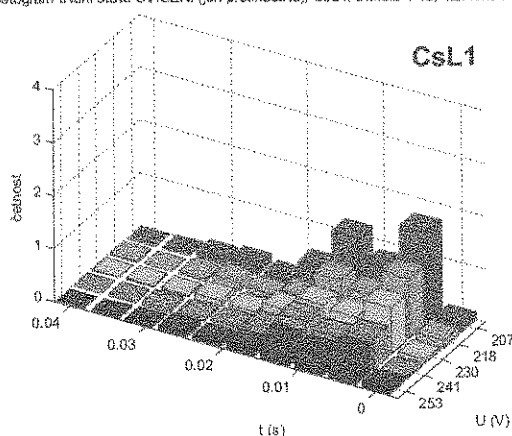
Histogram trvání stavu SVÍCENÍ (jen přechodové), Cpl.1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření



Obrázek 23: Četnost doby trvání stavu „svícení“ během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro paralelní kompenzaci účinniku s tlumivkou L1

V sériově kompenzované větvi DUO zapojení se častěji vyskytují krátké záblesky svícení zářivky, způsobené ztrátou spojení na bimetalových kontaktech startéru. Tyto záblesky mají kratší dobu trvání než částečné hoření výboje při běžném neúspěšném startu. To je dobře patrné na histogramech nárůstem četností trvání záblesků svícení pod 0,01 s, tedy poj ½ periody napájecího napětí.

Histogram trvání stavu SVÍCENÍ (jen přechodové), CsL.1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření

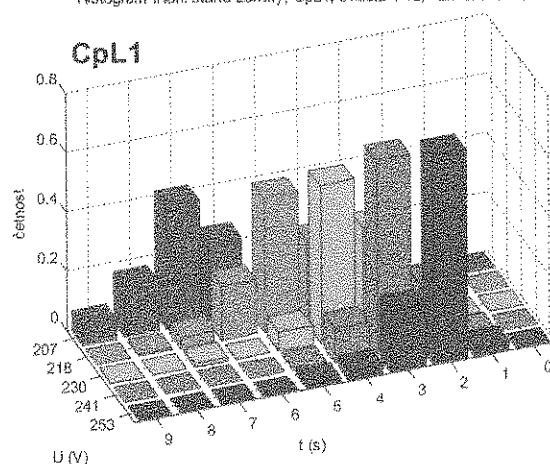


Obrázek 24: Četnost doby trvání stavu „svícení“ během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro sériovou kompenzaci účinniku s tlumivkou L1

Celková doba trvání startu zářivky

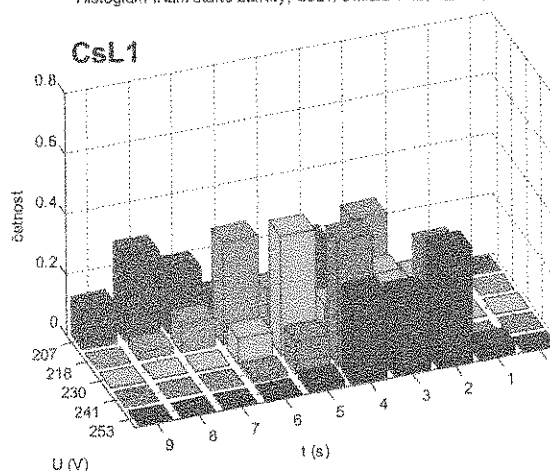
Celková doba startu zářivky je uvedena na histogramech na obr. 25, 26.

Histogram trvání startu zářivky, Cpl.1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření



Obrázek 25: Četnost celkové doby startu zářivky během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro paralelní kompenzaci účinniku s tlumivkou L1

Histogram trvání startu zářivky, CsL.1, svítidla 1-12, 12x10x5 měření



Obrázek 26: Četnost celkové doby startu zářivky během 12×10 startů svítidel 1+12 v závislosti na napájecím napětí pro sériovou kompenzaci účinniku s tlumivkou L1

Délka startu významně závisí na napájecím napětí, a to u obou zapojení. Zapojení s paralelní kompenzací mají menší rozptyl doby trvání startu. Přestože průměrně při jednom startu dochází ke třem žhavením, je celková doba zapálení zářivky překvapivě vyrovnaná. U sériové větve DUO kompenzace je rozptyl doby startu větší. Navíc střední hodnota je posunuta – starty jsou cca o sekundu pomalejší.

Nejdélším stavem celého rozsvěcování je doba prvního ohřevu startéru po připojení napájení, která je přítom pro oba typy kompenzace téměř totožná stejně tak, jako doba trvání prvního žhavení vláken zářivky. Rozdíl je způsoben výrazně větším počtem startovacích cyklů u zářivky se sériovou kompenzací.

ZÁVĚR

Sériová větev svítidla s DUO kompenzací startuje s vysokou pravděpodobností po prvním cyklu žhavení elektrod zářivky. Dochází tak k zapálení výboje zářivky s nedostatečně nažhavenými elektrodami s poměrem odporů teplé ku studené katodě $R_H/R_C < 2$, přitom optimální hodnota je $> 4,25$. Dále se v tomto zapojení vyskytuje větší počet nestandardních dějů, kde svítidlo přechází z fáze žhavení elektrod zářivky do svícení a zpět ke žhavení.

Svítidla s paralelní kompenzací prokázala výbornou stabilitu startovacího procesu. Dobré předžhavení elektrod zářivky a stabilní doba zapálení jsou ve prospěch života zářivek. U tohoto typu kompenzace je výraznější závislost kvality předžhavení na napájecím napětí. Při podpětí v napájecí síti -10 %, protíná úroveň předžhavení oblast optimálních hodnot, což bude mít za následek zvýšené opotřebování elektrod zářivky.

Uvedené měření jednoznačně prokázalo horší parametry startu svítidel s DUO kompenzací, které zapříčiňuje snížení života zářivek. DUO zapojení je tedy vhodné pro rozsáhlejší instalace s větším počtem svítidel tam, kde nedochází k častému zapínání osvětlovací soustavy. V takovém případě se plně projeví výhody tohoto zapojení, zejména lepší a stabilnější odběrové parametry, imunita vůči proudovým oscilacím a potlačení stroboskopického efektu. Snížený život zářivek pak nebude hrát významnou roli.

LITERATURA

- [1] RICHTER, A.; NOVÁK, M. Science and technology of power systems for light sources State of the art, Future Challenges. [pevný disk] Tutorial conference ECMS, 2003
- [2] JI, Y., et al. Compatibility testing of fluorescent lamp and ballast systems. *IEEE Journals: Industry Applications*. 1999, vol. 35, no. 6, s. 1271 - 1276. ISSN 0093-9994.
- [3] JI, Y.; DAVIS, R. Starting performance of high-frequency electronic ballasts for four-foot fluorescent lamps. *IEEE Journals: Industry Applications*. 1997, vol. 33, no. 1, s. 234 - 238. ISSN 0093-9994.
- [4] HAMMER, E.E.; HAAS, D. Phot'ocell enhanced technique for measuring starting electrode temperatures of fluorescent lamps. In *IEEE Conferences: Industry Applications*. New Orleans: IEEE, 1997, vol. 3, s. 2313 - 2333. ISBN 0-7803-4067-1.
- [5] WAKABAYASHI, F.T., et al. Setting the Preheating Process of Electronic Ballasts for Hot-Cathode Fluorescent Lamps, considering the R_H/R_C Ratio. In *IEEE Conferences: IEEE Industrial Electronics*. Paris: IEEE, 2006. s. 2396 - 2401. ISBN 1-4244-0390-1.
- [6] BUSO, D., et al. Predictive Evaluation of Fluorescent Lamp Lifetime. In *IEEE Conferences: Industry Applications*. Houston: IEEE, 2009. s. 1 - 7. ISBN 978-1-4244-3475-6
- [7] TLAIS, Z., et al. Auxiliary heating influence on barium loss from fluorescent lamp electrode under HF operation. In *IEEE Conferences: Plasma Science*. Norfolk: IEEE, 2010. s. 1. ISBN 978-1-4244-5474-7.
- [8] Final Report: Year 2. In *Reducing Barriers to Use of High efficiency Lighting Systems*. New York: Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, 2003. s. 107.
- [9] TETRI, E. *Effect of dimming and cathode heating on lamp life of fluorescent lamps*. Helsinki, Finland, 2001. 120 s. Doctoral Thesis. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory.
- [10] DORLEIJN, J.W.F.; GOUD, L.H. Standardisation of the static resistances of fluorescent lamp cathodes and new data for preheating. In *IEEE Conferences: Industry Applications*. Pittsburgh: IEEE, 2002, vol. 1, s. 665 - 672. ISBN 0-7803-7420-7
- [11] TETRI, E. Profitability of Switching off Fluorescent Lamps: Take-a-break. *Right Light* [online]. 1997, vol. 1, no. 4, s. 113 - 116, [cit. 2011-02-23]. Dostupný z WWW: <http://www.iaeel.org/IAEEL/Archive/Right_Light_Proceedings/Proceedings_body/BOK4/RL4tctri.pdf>.
- [12] BIERMAN, A., et al. Testing a Lamp Life Predictor for Instant-Start Fluorescent Systems. In *IESNA Annual Conference Technical Papers*. New York: IESNA, 2002. s. 141-156.
- [13] DORLEIJN, J.W.F.; GOUD, L.H. Standardized data for dimming of fluorescent lamps. In *IEEE Conferences: Industry Applications*. Pittsburgh: IEEE, 2002, vol. 1, s. 673 - 679. ISBN 0-7803-7420-7.
- [14] CORAZZA, A.; GIORGI, S.; MASSARO, V. Mercury Dosing in Fluorescent Lamps. In *IEEE Conferences: Industry Applications Society Annual Meeting*. Edmonton: IAS, 2008, s.1 - 4. ISBN 978-1-4244-2278-4.
- [15] EU. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 244/2009 ze dne 18. března 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign nesměrových světelných zdrojů pro domácnost.

In *Úřední věstník Evropské unie*. 2009, L 76, s. 3-16.

- [16] EU. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 245/2009 ze dne 18. března 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign zářivek bez integrovaného předřadníku, vysoce intenzivních výbojek a předřadníků a svítidel, jež mohou sloužit k provozu těchto zářivek a výbojek, a kterým se zrušuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/55/ES. In *Úřední věstník Evropské unie*. 2009, L 76, s. 17-44.
- [17] FASSBINDER, Stefan. Optimal selection and operation of ballasts for fluorescent lamps. In *The Global Community for Sustainable Energy Professionals* [online]. Düsseldorf: Deutsches Kupferinstitut Berufsverband, Transl. to Eng. from Elektropraktiker, HUSS-MEDIEN GmbH, 10400 Berlin, ed. 11/03, ed. 04/05, ed. 11/06, ed. 12/06, ed. 12/08, ed. 05/09 [cit. 2011-07-12]. Dostupné z WWW: <www.leonardo-energy.org/webfm_send/4751>.

Technické údaje

Hodnoty světelného toku a příkonu

podle IEC 60081

Minimální světelný tok jednotlivé zářivky je 92 % jmenovitého světelného toku při 25 °C, v průměru 95 % jmenovitého světelného toku.

Životnost

Průměrné a servisní životnosti zářivek LUMILUX® jsou uvedeny v následující tabulce. Zásadně je třeba vycházet z toho, že nedodržení provozních podmínek vede ke zkrácení životnosti.

Provozní poloha – libovolná při průměru 26

a 38 mm. U zářivek T5 HE a T5 HO se ve svislé provozní poloze musí zářivka používat tak, aby byla její patice s potiskem dole; u zářivek T5 FC® je při vertikálním provozu patice 2GX13 dole. U svítidel s více zářivkami musí být zářivky T5 HE nebo T5 HO zásadně používány patičkami s potiskem vedle sebe. Doporučená minimální vzdálenost mezi dvěma zářivkami T5 je pro optimální provoz ≥ 32 mm (dodržení světelného toku a teplotní křivky).

Životnost podle podmínek DIN IEC 60081:

(Rytmus spínání IEC)	T8	T8	T8	T5	T5	T5	T5
165 min. zapnuto, 15 min. vypnuto	BASIC	LUMILUX	LLX DE LUXE	FH (HE)	FQ (HO)	FC LUMILUX	LLX DE LUXE
servisní životnost s KP/BZP	5.000	–	–	–	–	–	–
průměrná životnost s KP/NZP	13.000	–	–	–	–	–	–
servisní životnost s EP s teplým startem	–	18.000	16.000	16.000	18.000	9.000	16.000
průměrná životnost s EP s teplým startem	–	20.000	20.000	20.000	24.000	16.000	20.000

Servisní životnost je definována jako okamžik, kdy přestane fungovat 10 % zářivek.

Max. světelné toky zářivek T5 (16 mm) a zářivek FH® a FQ®

	880	865	840	835	830	827
	SKYWHITE	studené denní světlo	studená bílá	bílá	teplá bílá	INTERNA
FH 14 W HE	1.250	1.300	1.350	1.350	1.350	1.350
FH 21 W HE	1.900	2.000	2.100	2.100	2.100	2.100
FH 28 W HE	2.700	2.750	2.900	2.900	2.900	2.900
FH 35 W HE	3.450	3.500	3.650	3.650	3.650	3.650
FQ 24 W HO	1.850	1.900	2.000	2.000	2.000	2.000
FQ 39 W HO	3.225	3.325	3.500	3.500	3.500	3.500
FQ 49 W HO	4.600	4.700	4.900	4.900	4.900	4.900
FQ 54 W HO	4.650	4.750	5.000	5.000	5.000	5.000
FQ 80 W HO	6.550	6.650	7.000	7.000	7.000	7.000
FQ 24 W HO CONSTANT	–	1.900	2.000	2.000	2.000	2.000
FQ 39 W HO CONSTANT	–	3.325	3.500	3.500	3.500	3.500
FQ 54 W HO CONSTANT	–	4.750	5.000	5.000	5.000	5.000
FQ 80 W HO CONSTANT	–	6.650	7.000	7.000	7.000	7.000

Všechny hodnoty pro HE, HO při 35 °C

pro HO CONSTANT není max. světelný tok definován pro určitou teplotu.

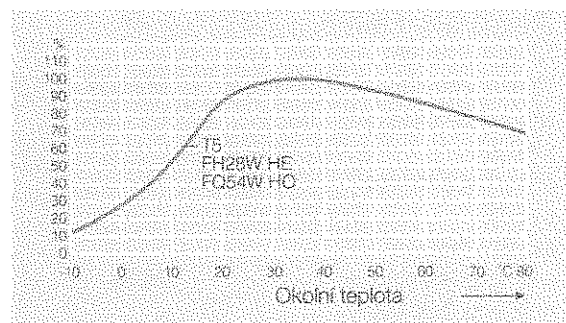
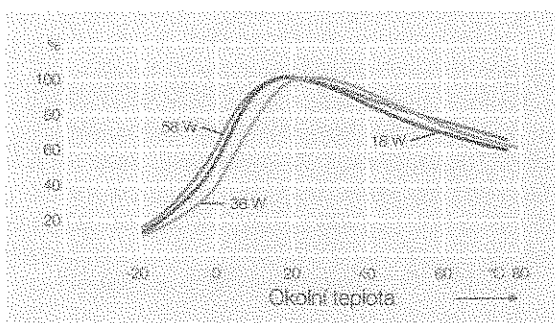
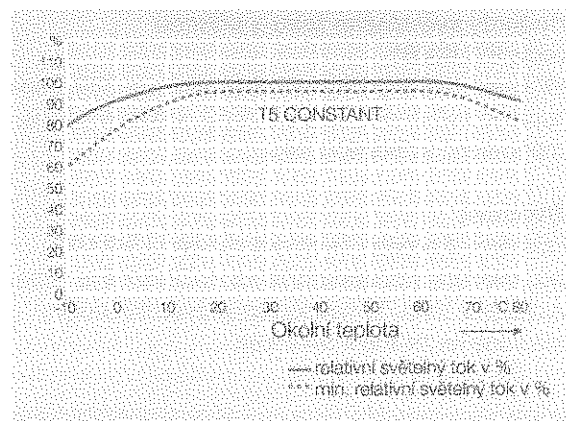
Jako u všech lineárních zářivek je účinnost svítidla se zářivkami T5 kalkulována při okolní teplotě 25 °C. Jinými slovy: světelný tok zářivky měřený při 25 °C a světelný tok svítidla měřený při 25 °C jsou použity jako základ pro výpočet účinnosti svítidla. Při měřeních s goniofotometrem s pohybující se zářivkou je třeba si uvědomit, že proudění vzduchu při vysoké rychlosti může vést k posunutí nejstudenějšího místa („cold spot“) na straně označení zářivky!

U zářivek T5 HE, T5 HO a především u FC® je bezpodmínečně nutné dodržovat dobu zahřevání zářivky nejméně 100 hodin před měřením intenzity osvětlení v zařízení. Pokud jsou dvě zářivky v provozu vedle sebe, musíte dávat pozor, aby byly jejich konce patičkami s potiskem na stejné straně, tzn. aby se nezahlával „cold spot“.

Technické údaje

Závislost na teplotě

U zářivek T5 HE a T5 HO, se jmenovitý světelný tok stanovuje, jako u zářivek obecně, při 25 °C, max. světelného toku dosahují zářivky T5 HE a T5 HO ovšem při teplotách mezi 34 a 38 °C. Jednou z výhod zářivek T5 je tedy vyšší provozní účinnost svítidla. Kruhové zářivky T5 FC[®] mají maximum světelného toku v rozsahu 25 °C - 30 °C. Světelný tok zářivky T5 HO CONSTANT činí při 25 °C v průměru 97 % max. světelného toku, 90 % max. světelného toku se dosahuje v rozsahu teplot +5 °C až +70 °C.



Předřadník

K provozu každé zářivky je nutný vhodný předřadník, závislý na výkonu zářivky. Kromě jeho úlohy při zapalování slouží k omezení proudu pro proces výboje. Pozor: záruka na zářivky se dá poskytnout jedině při použití předřadníků, které jsou schválené nebo prohlášené za vhodné. Předřadníky musí vyhovovat předpisům VDE. Moderní předřadníky pro hospodárný a komfortní provoz energeticky úsporných zářivek, např. QUICKTRONIC[®], viz kapitola 10. Přístroje používané v Evropské unii musí mít značku ENEC (vyzkoušený způsob činnosti podle IEC 60081). V takovém případě se záruka na zářivky za normálních okolností poskytuje.

Zapojení

Viz schémata zapojení na stranách 4.42 und 4.43 a kapitola 10.

Napájecí napětí

je obvykle střídavé napětí 230 V. Přípustné přechodné kolísání napětí je u střídavého napětí do roku 2008 -10% +6%, tzn. 207 až 244 V. Od roku 2009 bude přípustná odchylka $\pm 10\%$, tzn. 207 až 253 V. Elektronické předřadníky jsou podstatně méně citlivé na kolísání napájecího napětí než konvenční předřadníky. Stejnou směrem je zřejmý ze specifikací elektronických provozních systémů.

Příslušenství

Předřadníky a objímky jsou dodávány příslušnými dodavateli elektrotechnických zařízení. Zářivky a kompaktní zářivky OSRAM neobsahují kadmium.

Technické údaje

Zářivka	Ø	Jmenovitý proud zářivky (provoz s KP) bez kompenzace	Provozní napětí UL po zapálení ($\pm 10\%$)	Odpor / Impedance Z (na KP)	Přadehřivací proud IEC81	Jas LF 840, 830, 827	Kompenzační kondenzátor ¹⁾ Účinník = 1 při provozu s KP	Sériový kondenzátor pro zapojení se dvěma KP ²⁾
(výkon)	(mm)	(A)	(V)	(Ω)	(mA) ⁴⁾	(cd/cm ²)	(μF)	(μF/Vc)
4	16	0,17	29	170	220	-	2,0	-
6	16	0,16	42	260	220	-	2,0	-
8	16	0,145	56	385	220	-	2,0	-
10	26	0,17	64	375	220	-	2,0	-
13	16	0,165	95	590	220	-	2,0	-
15	26	0,33	55	165	440	1,0	4,5	-
16	26	0,20	90	450	260	0,8	2,5	-
18	26	0,37	57	155	550	1,0	4,5	2,7/480
18/... U	26	0,37	60	165	550	-	-	-
20	38	0,37	57	155	550	-	4,5	2,7/480
20/... XL	38	0,38	57	155	-	-	4,5	-
22 C	29	0,37	62	165	600	-	5,0	3,0/480
30	26	0,365	96	265	550	1,2	4,5	2,9/450
32 C	29	0,425	81	190	675	0,9	5,0	3,4/450
36	26	0,43	103	240	650	1,2	4,5	3,4/450
36/... U	26	0,43	108	250	650	-	-	-
36-1	26	0,556	81	145	730	1,3	6,0	4,3/480
38 ⁰⁾	26	0,43	104	240	650	-	4,5	3,4/450
40	38	0,43	103	240	650	-	4,5	3,4/450
40 C	29	0,415	108	260	630	-	-	-
40/... SA	38	0,43	103	240	650	-	-	-
40/... DS ³⁾	38	0,43	103	240	650	0,7	-	-
40/... XL	38	0,415	103	240	-	-	4,5	-
40/... K	38	0,88	52	-	-	-	-	-
58	26	0,67	110	165	1000	1,5	7,0	5,3/450
58/... U	26	0,67	115	170	1000	-	-	-
60 C	29	0,750	90	260	630	-	-	-
65	38	0,67	110	165	1000	-	7,0	5,3/450
65/... SA	38	0,67	110	165	1000	-	-	-
65/... DS ³⁾	38	0,67	110	165	1000	0,8	-	-
65/... XL	38	0,67	110	165	-	-	-	-

1) Pro paralelní kompenzaci podle schémat zapojení 1 a 2 na straně 4.43

2) Dvojité zapojení podle schématu zapojení 3 na straně 4.43

3) Na 40W předřadníku

4) Žhavicí proudy jsou max. hodnoty po dobu 2 sekund doby žhavení

Technické údaje

Zářivka	Ø	Jmenovitý proud zářivky (provoz s EP) (±10%) ¹⁾	Provozní napětí UL po zapálení ²⁾	Výkon systému s před- řadníkem (W)	Zhavicí proud IEC 81	Jas LF 640
(výkon)	(mm)	(A)	(V)		(mA)	(cd/cm ²)
14 (FH HE)	16	0,165	86	16,0 ⁶⁾	210	1,7
21 (FH HE)	16	0,165	126	23,5 ⁶⁾	210	1,7
28 (FH HE)	16	0,170	166	30,5 ⁶⁾	210	1,7
35 (FH HE)	16	0,175	205	38,5 ⁶⁾	210	1,7
24 (FO HO)	16	0,295	77	27,0 ⁷⁾	440	2,5
39 (FO HO)	16	0,325	118	45,5 ⁷⁾	440	2,8
49 (FO HO)	16	0,245	191 ⁴⁾	55 ⁷⁾		2,3
54 (FO HO)	16	0,455	120	61,0 ⁷⁾	720	2,9
80 (FO HO)	16	0,530	152	85,0 ⁷⁾	765	3,2
24 (FO HO CONSTANT)	16	0,295	77	27,0 ⁷⁾	440	2,5
39 (FO HO CONSTANT)	16	0,325	118	45,5 ⁷⁾	440	2,8
54 (FO HO CONSTANT)	16	0,455	120	61,0 ⁷⁾	720	2,9
80 (FO HO CONSTANT)	16	0,530	152	85,0 ⁷⁾	765	3,2
22 (FC)	16	0,30	70	24,5 ⁸⁾	440	1,7
40 (FC)	16	0,32	126	46,5 ⁸⁾	440	2,1
55 (FC)	16	0,55	101	62,0 ⁸⁾	765	2,6
6 (FM)	7	0,10	51	7,5 ³⁾	120 ⁵⁾	2,5
8 (FM)	7	0,10	79	11,0 ³⁾	120 ⁵⁾	2,5
11 (FM)	7	0,10	110	13,0 ³⁾	120 ⁵⁾	2,5
13 (FM)	7	0,10	136	16,0 ³⁾	120 ⁵⁾	2,5

1) Hodnoty při 25 °C na referenčním předřadníku
 2) Výkon systému s QT-ECO FM 1x6-8/220-240, viz kapitola 10
 3) Výkon systému s QT-ECO FM 1x11-13/220-240, viz kapitola 10
 4) Hodnoty při 35 °C, pro 25 °C proud o cca. 10 mA nižší

5) S výhradou.
 6) Výkon systému na QT-FH.
 7) Výkon systému na QT-FO.
 8) Výkon systému na QT-M nebo QT-FC.

Leuchtstofflampen-Lebensdauer und Schalthäufigkeit

S. Fassbinder, Düsseldorf

Ein altes Gerücht besagt, Leuchtstofflampen verbrauchten beim Einschalten sehr viel Strom und sollten deshalb lieber eingeschaltet bleiben, wenn sie für kürzere Zeit nicht benötigt würden. Was ist davon zu halten? Zur Klärung dieser Frage wird unter anderem auf die Normlebensdauer und die Start-Problematik der verschiedenen Technologien (VVG, EVG, Glimm- und elektronische Starter) eingegangen.

1 Stromverbrauch oder Wirtschaftlichkeit

Zunächst kann erfahrungsgemäß niemand, der diese alte Weisheit zitiert, spezifizieren, was „beim Einschalten“ in diesem Zusammenhang besagen soll oder wie lange eine „kurzzeitige“ Ausschaltung währt. Jeder hat das nur so – ohne spezifische Angaben – irgendwo gehört. Die Erkenntnis, sofern es sich um eine solche handelt, ist wesentlich älter als das elektronische Vorschaltgerät (EVG), muss sich also auf den Betrieb an induktiven (magnetischen) Vorschaltgeräten (KVG/VVG) beziehen. Diese sind noch lange nicht so „tot“ wie es oftmals den Anschein hat, daher bleibt die Beschäftigung mit dieser Thematik entsprechend spannend. Was also steckt hinter der alten 'Bauernregel'? Das kommt zunächst einmal darauf an, wie sie denn gemeint ist:

- Sollte der Begriff „Stromverbrauch“ wörtlich zu nehmen und darunter die Stromstärke zu verstehen sein, ist die Aussage innerhalb enger Grenzen wahr. Von gewisser Bedeutung kann dies bei der richtigen Bemessung des Leitungsschutzes sein, denn die Lampe wird zuerst praktisch kurzgeschlossen, und der Strom, jetzt nahezu ausschließlich durch die Drosselwirkung des Vorschaltgeräts begrenzt, steigt um etwa 35 % über den Bemessungswert.
- Tatsächlich jedoch ist hier natürlich der Energieverbrauch bzw. die Leistungsaufnahme der Lampensysteme gemeint. Dann ist die Aussage völlig falsch. Die Wirkleistung und damit der Energieverbrauch sind beim Vorglühen der Kathoden ebenso wie während des Warmlaufs der Lampe sogar geringer als im stationären Zustand (Bild 1).

Gemeint war vermutlich, dass es unwirtschaftlich ist, Leuchtstofflampen zu häufig zu schalten, da dies bekanntlich einen bedeutenden Alterungsfaktor darstellt. Doch wie groß ist dieser Einfluss nun?

Nach einem vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie angegebenen Richtwert ist

Autor
Dipl.-Ing. Stefan Fassbinder ist Berater für elektrotechnische Anlagen beim Deutschen Kupferinstitut (DKI), Düsseldorf.

es nicht der Mühe wert, sondern eher kontraproduktiv, eine Leuchtstofflampe für weniger als 10 Minuten abzuschalten, da der zusätzliche Verschleiß der Lampe mehr kostet als die eingesparte Energie [1]. Als grober Richtwert mag das richtig sein, doch muss man die Dinge differenziert betrachten, denn der zusätzliche Alterungseffekt hängt in entscheidendem Maße von der Betriebsweise der Lampe ab.

2 Norm-Lebensdauer von Leuchtstofflampen

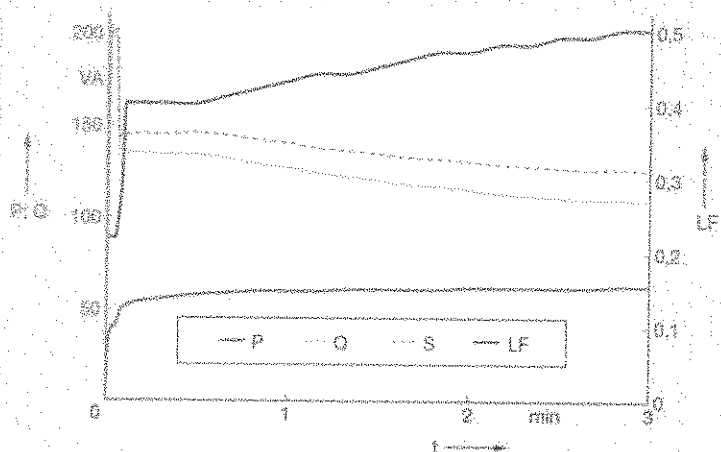
Es gibt in verschiedenen Normen verschiedene Definitionen von Lebensdauer. Es gibt eine Nutzlebensdauer (bis 10 % oder 20 % Abfall des Lichtstroms), eine mittlere Lebensdauer (bis 50 Ausfälle in einer Probe aus 100 Lampen) und eine durchschnittliche Lebensdauer (durchschnittliche Zeit bis zum Ausfall der einzelnen Lampe, was nicht notwendigerweise das Gleiche ist). Das Kriterium des Lichtstrom-Verlusts der einzelnen Lampe lässt sich natürlich auch noch mit der Ausfallrate kombinieren (z. B. Abfall auf 80 % des ursprünglichen Lichtstroms einer gesamten Anlage – Wartungsfaktor 0,8). Die Lebensdauer wird in der Regel mit dem in der IEC 60081 [2] angegebenen Prüfzyklus bestimmt, nach dem die Systeme jeweils für 2:45 h ein-

und für 15 min ausgeschaltet werden. Die Lampe gilt als ausgefallen, wenn ihr Lichtstrom auf 92 % des Anfangswerts abgefallen ist. Die dabei verwendeten Starter, so heißt es dort, müssten der Norm IEC 60155 (VDE 0712-101) [3] entsprechen. Diese wiederum bezieht sich auf Glimmstarter, und somit bezieht sich der für den Betrieb an VVG angegebene Wert der Lampen-Lebensdauer auf Zündung durch Glimmstarter.

Entscheidend für die praktische Lebensdauer der Lampe bzw. für den Einfluss der Start-Vorgänge ist die optimale Vorheizung. Für den Betrieb derselben Lampe an einem Warmstart-EVG wird ein Lebensdauer-Vorteil von manchmal 30 %, manchmal 50 % angegeben. Angaben für den Betrieb an Sofortstart-EVG findet man dagegen nicht, obwohl diese die Standard-Anwendung darstellen. Beim VVG wählt man den umgekehrten Weg und setzt den – leider sehr niedrigen – Standard des Glimmstarters als die Messlatte der Norm.

Allerdings wird von einigen Fachleuten der Vorglüh-Vorgang auch am Warmstart-EVG nur als lauwarm angesehen. Zur optimalen Lampenschonung, heißt es dort [4], müssten die Kathoden schon 2 s lang vorgeheizt werden, und der Vorglühstrom sei auch nicht immer das, was er sein sollte, doch eine derart lange Vorwärmzeit scheint dem Nutzer heute wohl nicht mehr zumutbar zu sein.

Dem Hersteller der Lampen auch nicht, denn nach Angaben von Philips hält eine Dreiband-Leuchtstofflampe im Dauerbetrieb ohne Schalten um 60000 h und im Norm-Zyklus, also mit 8 Schaltungen täglich, um 15000 h. Eine Einband-Lampe schafft etwa die Hälfte dieser Werte, spezielle Longlife-Typen können es auf mehr als das Doppelte bringen – mit allem Vorbehalt, denn ehe eine mehrjährige Erfahrung vorliegt, müssen zwangsläufig mehrere Jahre vergehen. Ob die gerade eben erst vervollständigte Erfahrung bis dahin noch aktuell ist, die betroffenen Typen also in dieser Ausführung überhaupt noch lieferbar sind, ist eine andere Frage.



1 Start- und Nachlaufvorgang einer Leuchtstofflampe 58 W mit VVG

3 Optimaler Start außerhalb der Norm

Die dritte Frage ist, wie lange eine Leuchtstofflampe denn nun hält, wenn sie wirklich optimal vorgeglüht wird. Keine Frage ist es dagegen, dass der herkömmliche Glimmstarter weit hinter dieses Optimum zurück fällt, da er einen Start-Vorgang durch mehrere Start-Versuche ersetzt und so die Zahl der Start-Vorgänge vervielfacht. Auch derjenige Versuch, der letztendlich zum Erfolg führt, kann nur in seltenen Glücksfällen optimal verlaufen sein. Vielmehr wird oftmals der Augenblickswert des Stroms im Moment der Zündung nur gerade eben statt mit Glanz ausreichen, was den Glühwendeln wiederum zusetzt. Der unvermeidliche Entstör-Kondensator im Starter (Bild 2 in [5]) dämpft den Impuls, rundet ihn ab, nimmt ihm also die Spitze und mindert so die Wirksamkeit. Wie groß ist folglich das Verbesserungspotential „anderer als Glimmstarter“ gemäß IEC 60927, etwa elektronischer Starter [5], die, abhängig u. a. von der Umgebungstemperatur, immer nach optimaler Vorglühzeit und immer am Stromscheitel und daher immer im ersten Versuch erfolgreich und mit größtmöglicher Impulshöhe zünden? Auch hierzu fehlen Angaben der Industrie. Selbst die Hersteller solcher Starter haben keine, weil diese Firmen klein und entsprechende normgemäße Untersuchungen dem Aufwand gemäß teuer sind. Wenn aber die gängigsten Lampentypen im Dauerbetrieb 4-mal so lange halten wie im Normzyklus, dann erlaubt dies den Schluss, dass bei der oben genannten Norm-Schalzhäufigkeit von 1 Mal je 3 h nur 1/4 des Lampen-Verschleißes auf die eigentliche Erzeugung von Licht, aber 3/4 auf das Konto der Schaltungen gehen. Darüber hinaus gibt es immerhin einige Hinweise und Erfahrungen zur weitaus überlegenen Lampenschonung durch elektronische Starter.

So muss an der regelmäßig auf Fachmessen ausgestellten Demonstrationstafel eines Herstellers die am Glimmstarter betriebene Lampe (Bild 2 unten rechts) – samt dem Starter – nach jeweils zwei Messen ausgewechselt werden. Die Lampen werden hier in dem extrem schnellen, nach IEC 60155 zur Prüfung von Startern vorgesehenen Schaltrhythmus betrieben, also 40 s ein und 20 s aus. Die Lampe hat dann etwa 6 000 Zündungen hinter sich. Schon nach einer Messe sind die Enden so schwarz, dass die Lampe die 92 % des Anfangs-Lichtstroms wohl kaum noch erbringen dürfte. Nach zwei Messen ist dann regelmäßig entweder eine der Glühwendeln durchgebrannt, oder die Starterkontakte sind verschweißt, so dass die Sicherung des Sicherungsstarters anspricht, oder die Lampe flackert nur noch statt durchgehend zu leuchten, was ebenfalls die Startersicherung auslöst und die Lampe still setzt. Dies ist ohne jeden Interpretationsspielraum das eindeutige Ende der Lebensdauer, das es geben kann. Die mit elektronischem Starter betriebene Lampe hat hingegen nach inzwischen 25 Messauftritten in nur etwa 1.300 Leuchtstunden annähernd 120 000 Starts überstanden, ist noch immer intakt und kaum geschwärzt (Bild 2 oben links). Hiervon abweichend ist der Lampentest nach IEC 60081, wenn er mit Glimmstartern zu einer Lebensdauer von 15 000 h führt, bei einer Netto-Betriebszeit von 2:45 h je 3 h Brutto-Versuchsdauer mit einer Gesamtdauer von 16 364 h verbunden. In diesen Zeitraum fallen also 5 455 Starts, die, wie ausgeführt, für 3/4 der Alterung verantwortlich zeichnen. Noch 1/4 drauf, und die Leuchtstofflampe wäre also theoretisch nach 7 264 Glimmstarts schon 'erledigt', ohne überhaupt geleuchtet zu haben. Einen Moment muss sie dazwischen natürlich immer geleuchtet haben – wenigstens ausreichend lange, um die erfolgreiche Zündung

nachzuweisen. Dies deckt sich recht genau mit der Beobachtung an der Messetafel. Waren es dort nicht „ungefähr 6 000 Starts“, sondern genau 7 264 Starts in 81 h Betrieb, so liegt dieser Punkt zusammen mit den beiden Punkten „5 455 Starts bei 15 000 h“ und „6 000 h bei nur einem Start“ genau auf der in Bild 2 dargestellten schwarzen Geraden. Es lässt sich also – bei aller Vorsicht wegen fehlender Daten – aus den vorliegenden Beobachtungen folgern, dass im Normzyklus mit einer Ein- und einer Ausschaltung je 3 Stunden der größte Teil der Alterung handelsüblicher Leuchtstofflampen auf das Konto der Start-Vorgänge geht. Bei Verwendung derselben Lampe und desselben VVG jedoch trägt die Schalhäufigkeit ganz offensichtlich so gut wie überhaupt nicht zur Alterung bei, sobald der Glimmstarter durch einen elektronischen ersetzt wird! Dies gilt selbst dann noch, wenn die hier zu Grunde liegenden 'unwissenschaftlichen' Ad-Hoc-Werte z. B. um den Faktor 4 zu gut liegen sollten – einschließlich der hier nur beispielhaft genannten Preise.

4 Die Logik des Marktes

Der Vorteil bei der Lampen-Lebensdauer, den EVG üblicherweise für sich beanspruchen, nimmt sich im Vergleich hierzu äußerst marginal aus. Der Effekt der längeren Gebrauchsdauer der gleichen Lampe am EVG liege u. a. auch darin begründet, so wird argumentiert, dass die elektronische Regelung des EVG den Lampenlichtstrom konstant – oder zumindest doch konstanter – halte als das passive VVG. Dadurch bleibe die vorgeschriebene Mindest-Beleuchtungsstärke länger erhalten. Dies ignoriert zum Einen schon wieder den Umstand, dass, wenn

SigmaGT PR+

für Prüfungen nach
DIN VDE 0701-0702 jetzt
mit neuen Funktionen

Bluetooth-Datenübertragung an den PC,
Scanner und Drucker
PRCD-Prüfung inkl. Typ S und K,
RCD-Prüfung inkl. Typ B
kompatibel mit neuem aktiven 3-Phasen-
Adapter A 1322

Aktiver 3-Phasen- Adapter A 1322 **NEU**

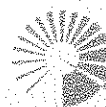
Professionelles Prüfen von 3-phasigen
Geräten nach DIN VDE 0701-0702 und
3-phasigen Maschinen nach DIN VDE 0113
(Vdng m. Nr. 1322)

Alle Prüfungen können im aktiven Zustand
durchgeführt werden einschließlich der
Messung von Differenzstrom, Leistung
(kVA, kW, kvar, cos φ), RCD (Typ AC, A, B)
und PRCDs (Typ K, S)

GRATIS Spannungsprüfer

light + building

Wollt ihr 2013 in Frankfurt
prüfen, so geht's: Verleiht
euch einen gratis
Spannungsprüfer
von Metrel



METREL[®]
Mess- und Prüftechnik

www.metrel.de



⊗ Messe-Demo – unten rechts wurden sowohl Lampe als auch Starter schon 12- bis 14-mal ersetzt, oben links noch nie

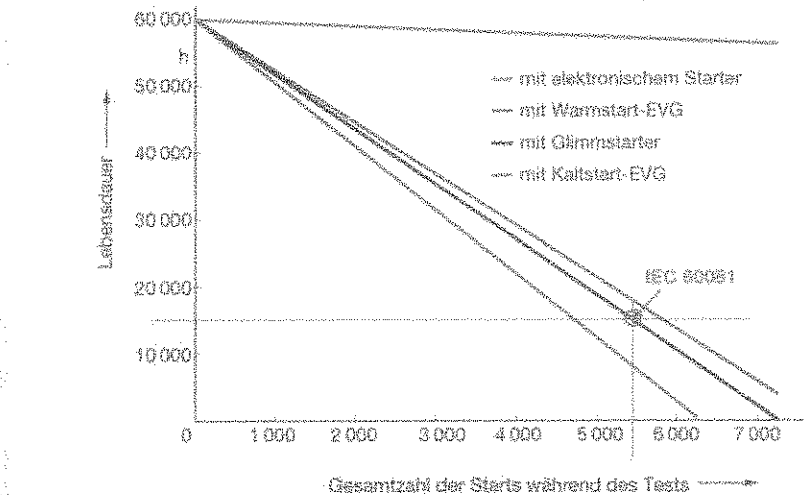
man nachmisst, die Lampe am VVG anfangs heller ist als am EVG [6]. Deswegen werden die Diagramme immer in Prozent des Anfangs-Lichtstroms angegeben. Tatsächlich aber liegt der Anfangswert als normative Messlatte beim EVG niedriger.

In einer Informationsbroschüre des Fachverbands Licht im ZVEI findet sich eine solche Gegenüberstellung der Lichtstromkurven von T8-Leuchtstofflampen an VVG und an EVG [7]. Eigenartigerweise gleichen sich die beiden Diagramme auf den Seiten 6 und 7 der Broschüre nicht nur wie ein Ei dem anderen, sondern sind vielmehr bis auf das i-Tüpfelchen bzw. jedes einzelne Pixel identisch. Man möchte an einen Druckfehler, eine Verwechslung glauben, doch hat das denn seit 2005 niemand bemerkt?

Die anderen Diagramme weisen immerhin ihre Unterschiede auf. Bei diesen wiederum hat man aber darauf geachtet, einen Mittelwert aus einer Duo-Schaltung von 50 % induktiv und 50 % kapazitiv betriebenen Lampen anzugeben. Während dessen jedoch drängte gerade eben dieser ZVEI zu gerade eben jener Zeit darauf, die Duo-Schaltung möglichst nicht mehr zu verwenden (statt die Kapazitäts-Vorgaben zeitgemäß anzupassen – etwa an 230 V statt 220 V Netzspannung, 58 W statt 65 W Lampenleistung sowie viel engere Toleranzen bei Lampen, VVG und Startern). So aber werden die neuen Lampen mit alten Kondensatoren im kapazitiven Zweig erheblich überlastet [8].

Hätte man jeweils getrennte Diagramme für den induktiven und den kapazitiven Zweig einer Duo-Schaltung aufgeführt, wie es korrekt gewesen wäre, wäre auch gleich deutlich geworden, warum die Duo-Schaltung abgeschafft werden sollte. Allerdings wäre auch in Erscheinung getreten, dass der induktive Zweig, optional parallel kompensiert wie von eben diesem ZVEI seither empfohlen, nahezu die gleiche Lebensdauer bietet wie das Warmstart-EVG.

In einem alten Bericht von 1995 aus dem Hause Philips jedoch, der zudem „nur zum internen Gebrauch bestimmt“ war, wurden die Systeme



⊗ Lebensdauer handelsüblicher Dreiband-Leuchtstofflampen in Abhängigkeit von der Anzahl der Startvorgänge und der eingesetzten Betriebsgeräte

noch getrennt protokolliert. Hier wurden für den Betrieb am Warmstart-EVG genau 16000 Betriebsstunden – mit einer geringen Streuung von etwa $\pm 10\%$ – ermittelt (50 %-Ausfall-Kriterium). Die nicht kompensierte Gruppe mit KVG und Glimmstarter erreichte ziemlich genau 15000 h. Das sind sage und schreibe 7 % Vorteil für das Warmstart-EVG! Dafür erreichte die Gruppe mit Kaltstart-EVG nur 13000 h, also sogar 15 % weniger Lebensdauer als mit dem unsäglichen Glimmstarter zu erreichen war! Die ungünstige kapazitive KVG-Schaltung mit dem zu großen Kondensator erreichte mit 12000 h nur unwesentlich weniger.

Es darf mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass eine bessere Vorglühlung als die gegenwärtig auf dem Markt angebotene auch beim EVG technisch möglich und mit Blick auf die gesamten Betriebskosten einer Anlage zudem wirtschaftlich vernünftig wäre. Eine Industrie, die sowohl Lampen als auch EVG verkauft, mag noch eine positive Bilanz ziehen, wenn sie je Leuchte ein EVG für 30 € pro Stück verkauft und dafür 1/3 des Umsatzes mit Ersatzlampen zu je 3 € pro Stück verliert.

Einen Wegwerf-Starter für 30 Cent jedoch durch einen elektronischen für 3 € zu ersetzen, der eine ähnliche Lebensdauer aufweist wie das zugehörige VVG für 12 €, nämlich näherungsweise so lange wie das ganze Gebäude steht, und dafür den EVG-Markt vollständig sowie etwa 70 % des Lampen-Ersatzmarktes zu opfern, das rechnet sich zwar für den Anwender, nicht aber für die Lampen- und EVG herstellende Industrie.

⊗ Was ist nun mit der „Bauernregel“

In Tafel ⊗ wurden die beiden Fälle des Glimmstarts und des elektronischen Starts einander gegenüber gestellt, und es zeigt sich: Der Richtwert des Wuppertal Instituts stimmt ziemlich genau, wenn man annimmt, dass er einen

Mittelwert über verschiedene Lampen-Nennleistungen und über den Betrieb mit Glimmstartern und mit elektronischen Startern darstellt.

Es bestätigt sich wieder einmal, dass die Energiekosten beim Betrieb elektrischer Betriebsmittel in aller Regel die anderen Anteile an den Lebensdauerkosten bei weitem dominieren. Diese Beobachtung macht man immer wieder. Ausnahmen sind Geräte, Anlagen und Situationen mit sehr geringer Einschaltdauer oder Auslastung.

Die Lampe für 2,50 € aber verbraucht während ihres 15000 h währenden Arbeitslebens Energie für etwa 125 €. Obwohl ein 'Glimmstart' die Lampe über 8 Stunden Lebensdauer kostet, lohnt ein Abschalten daher schon ab etwa 10 Minuten für eine 58-W-Lampe und ab etwa 25 Minuten für eine 18-W-Lampe, je nach Lampenpreis und Strompreis. Zu diesem Zeitpunkt kostet die durch Abschalten gesparte Energie gerade so viel wie der geopferte Lampenverschleiß, bzw. kostet umgekehrt, wenn man auf das Abschalten verzichtet, der eingesparte Lampenverschleiß so viel wie der mehr verbrauchte Strom. Bei Verwendung elektronischer Starter hingegen lohnt sich das Abschalten schon für nur ein bis zwei Minuten! Ein Warmstart-EVG verkürzt die für den Glimmstarter gültigen Zeiten um ein paar Minuten; das gewöhnlich eingesetzte Kaltstart-EVG verlängert sie um doppelt so viele Minuten!

⊗ LED-Leuchtröhren sind keine Alternative

Von vielen fernöstlichen Herstellern – Osram und Philips mussten jetzt nachziehen – werden seit einiger Zeit LED-Leuchtröhren angeboten, die gegen bestehende T8-Leuchtstofflampen austauschkompatibel sein sollen. So vorteilhaft wie LED-Leuchtmittel auch sind, da sie

- beliebig oft schaltbar sind, ohne dass die Lebensdauer darunter leidet,

- sofort nach dem Einschalten die volle Leistung bringen,
- wenn dafür eingerichtet, mit geringem technischen Aufwand bis auf 0 dimmbar sind,
- bei Voll- und Teillast einen hohen Wirkungsgrad bieten,
- auf den Punkt leuchten und
- zu alledem auch noch die Anlagen für ein sehr langes Leben mit sich bringen,

so ist die Umrüstung doch eher mit dem Umbau eines Bootes in ein Auto zu vergleichen. Nichtsdestoweniger werden teilweise sogar Neuinstallationen gleich mit solchen Leuchtröhren geplant – was ungefähr so ist, als wenn man Boote produziert, um diese anschließend zu Autos umzurüsten. LED-Leuchtmittel entfalten ihre vollen Stärken nur in dafür entworfenen LED-Leuchten – und nicht in einem Boot mit Rädern.

Auch sind sie nicht effizienter als Leuchtstofflampen, wie stets geglaubt wird, sondern der Wirkungsgrad fällt bislang noch immer etwas hinter den der Leuchtstofflampen zurück. In den entsprechenden Berichten und Anzeigen wird dies zumeist auch gar nicht behauptet, sondern dort steht nur „...spart Energie“, was, für sich allein genommen, stimmt. Die Lampen bieten für 50 % weniger Leistungsaufnahme rund 60 % weniger Licht. So gesehen spart selbst eine 40-W-Glühlampe 60 % Energie, wenn man damit eine 100-W-Glühlampe ersetzt.

Erst vor kurzem wurde wieder eine nagelneue Fabrikhalle mit dieser Art von Beleuchtung konzipiert. 11 Lichtbänder waren erforderlich statt mit 5 bis 6 Leuchtstofflampen-Bändern auszukommen. So mussten je 2 LED-Röhren zu je etwa 60 € eine Leuchtstofflampe zu höchstens 3 € ersetzen. Das Licht ist nun leider trotz der hohen Leuchtanzahl, und obwohl die Lampen rund 6 m hoch hängen, ziemlich ungleichmäßig, denn LED sind gerichtete Leuchtmittel – sehr vorteilhaft dort, wo man gerichtetes Licht benötigt. Mit Leuchtstofflampen ist es praktisch unmöglich, gerichtetes Licht zu erzeugen. Dimmbar wurden sie nicht ausgeführt, dazu bestand kein Erfordernis. Entweder man braucht dort Licht, oder man braucht keines. Mit „Longlife“-Leuchtstofflampen, VVG und elektronischen Startern hätte man eine ähnliche Wartungsarmut erreicht wie diejenige, auf die man jetzt hofft.

Der zusätzliche Einsatz einer Spannungs-Regulier-Anlage [9] hätte die Effizienz noch einmal angehoben und den Abstand zur jetzt installierten LED-Beleuchtung weiter vergrößert. Wie sich deren Investition jedoch amortisieren soll, ist unklar. Wahrscheinlich wurde die Angabe „60 % weniger Energie“ wieder als „60 % mehr Effizienz“ missverstanden. Während dessen ist im Betrieb eine heftige Diskussion entbrannt, welches Licht denn nun für die Beschäftigten angenehmer ist und wie folglich mit weiteren zu bauenden Hallen zu verfahren sei – offensichtlich reine Geschmackssache.

Keine Geschmackssache hingegen ist die Bilanz der anbietenden Industrie. Die stimmt wieder, wenn das (hoffentlich – bzw. leider) extrem langlebige Produkt wenigstens extrem teuer ist. Hoffen dürfen die Anwender nun, dass nicht nur die LED, sondern auch die Treiber-Elektronik so lange hält wie versprochen.

7 Bilanz

Jeden Euro, den jemand mehr verdient, muss jemand anderes mehr ausgeben. Was man ein Mal „Wirtschaftswachstum“ nennt, heißt ein anderes Mal „Kostenspirale“. Die Verlängerung z. B. der Lampenwechsel-Intervalle freut die Nutzer, schmälert aber den Auftragseingang des mit der Instandhaltung beauftragten Elektrohandwerkers.

Die Fachzeitschriften des Elektrohandwerks, naturgemäß mehr Partner des Handwerks als der Industrie, raten dennoch nicht zum Einbau „billigen Plunders“, um den – zwar unzufriedenen – Kunden des Handwerksbetriebs nichtsdestoweniger zur baldigen Platzierung eines erneuten Auftrags zu zwingen, denn eine ertragreiche Langzeit-Strategie erwüchse hieraus trotz allem nicht.

Es sei denn, man betreibe eine solche Strategie sehr subtil. Dazu muss sich ein ganzer Industriezweig einig sein, was zwar selten, aber immerhin vorkommt. Doch auch dann bleibt es eine offene Frage, wie lange eine solche Strategie Bestand hat, wenn Störfaktoren von außen

auftreten. So könnte es etwa sein, dass eine solche Fachzeitschrift den Ruf ihrer Leserschaft gefährdet sieht, wenn sie diese von einem gewissen Zwang zum Anbieten sich nicht rechnender Lösungen bedroht sieht.

Beispielsweise eine Leuchtstofflampe zu 3 € mit einem elektronischen Starter, ebenfalls zu 3 €, die es zusammen auf eine Lebensdauer von 30000 h bringen, durch zwei LED-Leuchtröhren zu je 60 € zu ersetzen, die die 30000 h immerhin auch schaffen, nützt ganz offensichtlich der Wirtschaft. Der Betreiber hat von beiden Varianten im täglichen Gebrauch ähnlichen Nutzen bei ungefähr gleichem Energie-Verbrauch, im ersten Fall jedoch nur einen Bruchteil der Kosten. Im zweiten bezahlt er der Wirtschaft ihr bejubeltes Wachstum. Die Vermarktung eines solchen Produkts aber obliegt nicht dem Betreiber und weniger dem Errichter der Anlage, sondern in erster Linie dem Hersteller. Beispielsweise ein von diesem bereit gestellter Energiespar-Rechner [10] bietet folglich, neben anderen Fehlern, keine Möglichkeit, für VVG und EVG verschiedene Lebensdauern einzugeben. Auf Rückfrage beim Hersteller erhält man die Auskunft: „Nicht zuständig – außerhalb unseres Einflussbereichs – macht eine externe Firma.“ Multinationale Weltkonzerne arbeiten offenbar gar nicht, die lassen nur arbeiten. Hinter solchen Verhältnissen lassen sich notfalls auch Strategien verstecken.

Zitat eines Mitarbeiters von Siemens: „Wir sind doch nur eine Bank mit angeschlossener Elektrotechnik.“ Nur der kleine, selbstständige Elektrohandwerker arbeitet selbst und ständig – und ist dabei auf solche Anbieter angewiesen. Gesamtheitlich sinnvolles Wirtschaften sieht anders aus; von der Ökologie gar nicht erst zu reden.

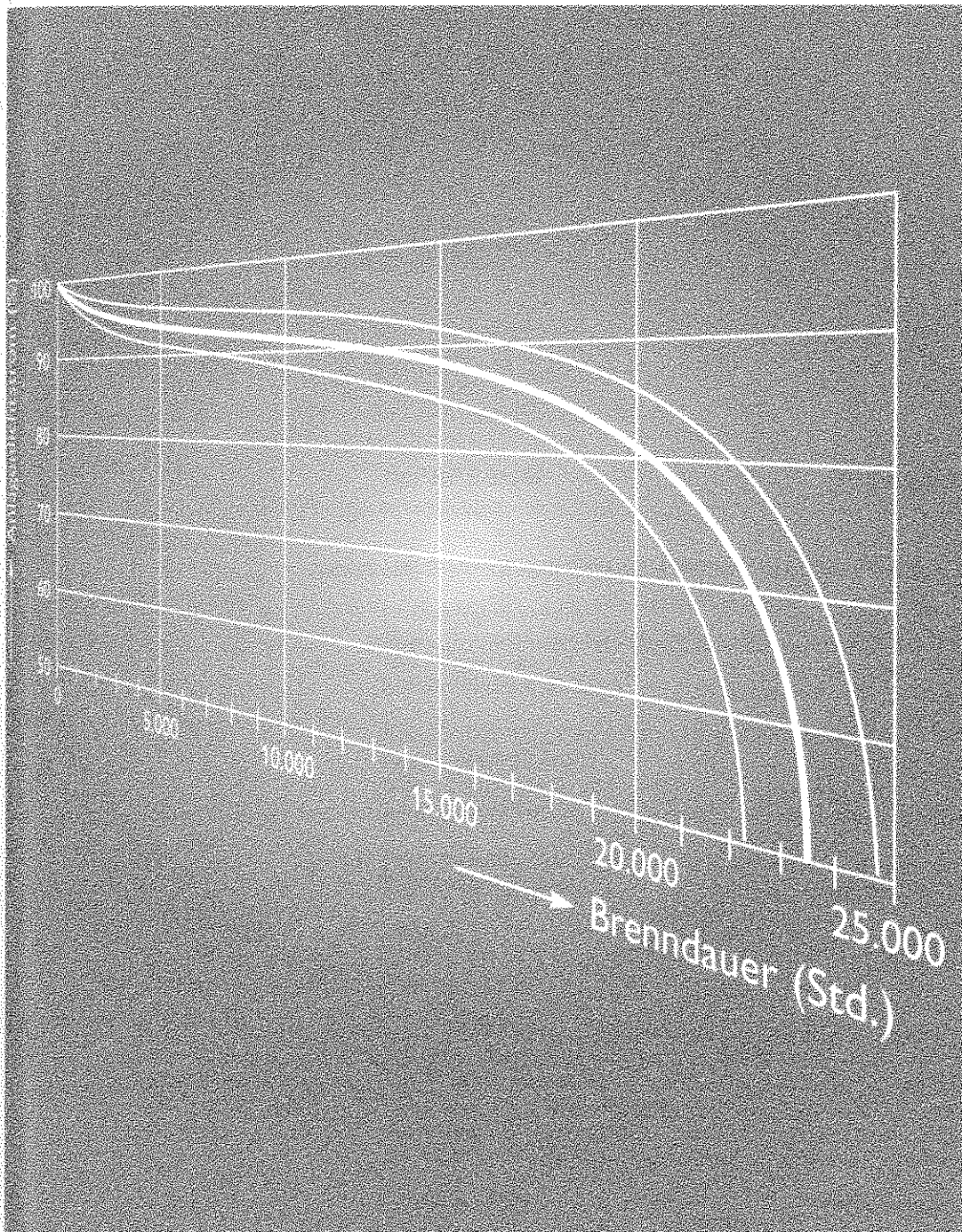
Literatur

- [1] www.wupperinst.de
- [2] DIN EN 60081:2010-12: „Zweiseitig gesockelte Leuchtstofflampen – Anforderungen an die Arbeitsweise“ (IEC 60081:1997 + A1:2000, modifiziert + A2:2003 + A3:2005 + A4:2010); Deutsche Fassung EN 60081:1998 + A1:2002 + A2:2003 + A3:2005 + A4:2010.
- [3] DIN EN 60155:2007-07 (VDE 0712-101): „Glimmstarter für Leuchtstofflampen“ (IEC 60155:1993 + A1:1995 + A2:2006); Deutsche Fassung EN 60155:1995 + A1:1995 + A2:2007.
- [4] Z. B. Ulrich Peter, BLA Beleuchtungsanlagen, Hauptstr. 36, D-07957 Langenwetzendorf, 036625 50940.
- [5] S. Fassbinder: „Elektronische Starter für Leuchtstofflampen.“ Elektropraktiker, Berlin 60 (2006) 11, S. 937 f.
- [6] http://leonardo-web.org/de/licht/vvg-evg/swirkungsgrad
- [7] ZVEI (Hrsg.): „Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung – Grundlagen für Planung und Wartung“, Pf./Main 2005, www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lebensdauerZVEI.pdf
- [8] S. Fassbinder: „Blindleistungskompensation bei Leuchtstofflampen“. Elektropraktiker, Berlin 57 (2003) 11, S. 870 f.
- [9] Verschiedene Modelle sind verfügbar z. B. bei www.stilaenergy.de, www.ruhstrat.com, http://sicherheitstechnik.buerkle-schoeck.de/EMU-Energiesparsysteme_11089_whtml, www.ipsi.dk
- [10] Z. B. www2.philips.de/licht/spar-rechner

Tafel 7 Ab etwa 10 bis 25 Minuten lohnt sich das Ausschalten

Ab wann lohnt sich das Ausschalten bei T8-Leuchtstofflampen mit VVG EEI=B1?					
Messbedingungen		Glimmstarter		Elektronik-Starter	
		anlassen	ausschalten	anlassen	ausschalten
spart unter dem Strich (mit folgenden Daten):					
Strompreis			12 c/kWh		
Lebensdauer			15000 h		
Lampenpreis			2,50 €		
58 W	Ausschaltzeit	keine	00:10:45 h	keine	00:00:38 h
	Kosten	0,1375 c	0,1376 c	0,0081 c	0,0081 c
Lampenpreis			2,30 €		
18 W	Ausschaltzeit	keine	00:26:21 h	keine	00:01:41 h
	Kosten	0,1265 c	0,1265 c	0,0081 c	0,0081 c

Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung



Grundlagen
für Planung und
Wartung

IMPRESSUM

Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung

Herausgegeben vom:
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Fon 069 6302-350
Fax 069 6302-317
Mail licht@zvei.org
www.zvei.org/lampen

Fachverband:
Elektrische Lampen

Kontakt:
Wolfram Pajek

Trotz größtmöglicher Sorgfalt keine Haftung für den Inhalt.
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des ZVEI reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

November 2005

IMPRESSUM

Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung

Herausgegeben vom:
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Fon 069 6302-350
Fax 069 6302-317
Mail licht@zvei.org
www.zvei.org/lampen

Fachverband:
Elektrische Lampen

Kontakt:
Wolfram Pajek

Trotz größtmöglicher Sorgfalt keine Haftung für den Inhalt.
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des ZVEI reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

November 2005

Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für Beleuchtung

1. Vorbemerkungen

Diese Unterlagen unterstützen die Planung und Wartung professioneller Beleuchtungseinrichtungen.

Alle Angaben in diesem Papier gelten für typische Standardprodukte der im Fachverband Elektrische Lampen des ZVEI vertretenen Lampen-Hersteller. Daneben gibt es weitere Lampentypen, deren Eigenschaften den jeweiligen Herstellerangaben zu entnehmen sind.

In der Übersicht (Abschnitt 3) ist für die betrachteten Lampenarten, die in Gruppen zusammengefasst sind, der entsprechende Lebensdauerwert angegeben. Ergänzend zu dieser Übersicht ist das Lebensdauerverhalten der wichtigsten Lampengruppen in den Anlagen durch je 3 Kurven detailliert dargestellt. Diese Kurven beschreiben im einzelnen (s. auch Definitionen):

1. Lampenlebensdauerfaktor (LSF)
2. Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor (LLMF)
3. Lampenwartungsfaktor (LWF)

Dabei ist anzumerken, dass die dargestellten Kurven, bzw. die genannten Werte in der Übersicht, aus einer Vielzahl von Untersuchungen unter kontrollierten, genormten und reproduzierbaren Laborbedingungen resultieren. Die Streukurven sind die Einhüllenden der unterschiedlichen Lampentypen bzw. Leistungsstufen und unterschiedlicher Fertigungslose. Bei den Leuchtstoff-/Kompaktleuchtstofflampen mit VVG (s. Gruppen 1 und 2 der Tabelle) hat die Schaltungsvariante (induktiv/kapazitiv) einen zusätzlichen Einfluss auf die Streuung.

Es lassen sich aus den gezeigten Werten keine Angaben zum Lebensdauerverhalten von einzelnen Lampen ableiten. Für die Ermittlung der Wartungsfaktoren zu Planungszwecken wird üblicherweise die Mittelwertkurve (dicke Linie) benutzt.

Unter realen Betriebsbedingungen hängt die Lebensdauer von Entladungslampen unter anderem von folgenden Einflüssen ab:

- Lampenart/-leistung
- Leuchtstoffart
- Art des Schaltkreises
- Art des Vorschaltgerätes (KVG/VVG, EVG)
- Spannungsversorgung
- Schaltrhythmus

Die nachfolgend angegebenen Werte gelten für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Lampen. Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb können zu Änderungen im Lebensdauerverhalten führen.

2. Definitionen

Zum Thema 'Lebensdauer von Lampen' gibt es verschiedene Definitionen oder Begriffe, die im Markt je nach Lampentyp, Lampenhersteller und geographischer Region in unterschiedlicher Weise zur Anwendung kommen. Dieses kann zu Missverständnissen beim Anwender führen. Nachstehend sind die wichtigsten Definitionen aufgeführt (siehe auch EN 12464-1, EN 12665 und CIE 97):

Lebensdauer, allgemeiner Begriff

Zeitspanne, während der eine Lampe betrieben wird, bevor sie unbrauchbar ist

Mittlere Lebensdauer (average life)

Mittelwert der elektrischen Lebensdauer (Überlebensrate) einer Anzahl Lampen, die unter genormten Bedingungen betrieben werden (Lebensdauer bei 50 % Ausfällen = B50)

Ausfallrate Bx

Prozentsatz der ausgefallenen Lampen, z. B. B10 (10% Ausfälle)

Lampenlebensdauerfaktor (lamp survival factor – LSF / Überlebensrate in %)

Verhältnis noch elektrisch funktionsfähiger Lampen zur betrachteten Gesamtmenge

Nennlebensdauer (nominal life)

Die vom Hersteller veröffentlichte Lebensdauer unter Angabe des zu Grunde liegenden Schaltrhythmus und der Ausfallrate; Kurzform z. B.: Lebensdauer 12B10 (12-Stunden-Schaltrhythmus / 10% Ausfälle)

Nennlichtstrom (nominal luminous flux)

Der vom Hersteller angegebene Lichtstrom

Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor (lamp lumen maintenance factor - LLMF / Lampenlichtstrom in %)

Verhältnis des Lichtstroms einer betrachteten Anzahl Lampen zu ihrem Anfangslichtstrom (100 h-Wert) in Abhängigkeit von der Brenndauer

Lampenwartungsfaktor (LWF / Anlagenlichtstrom in %)

Produkt aus Lampenlebensdauerfaktor und Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor; auch Anlagenlichtstrom genannt

KVG

Konventionelles Vorschalt-Gerät

VVG

Verlustarmes konventionelles Vorschalt-Gerät

EVG

Elektronisches Vorschalt-Gerät

3. Lebensdauerangaben von Entladungslampen für Beleuchtung

3.1 Stabförmige Leuchtstofflampen

Die angegebene Nennlebensdauer bezieht sich auf einen 12-Stunden-Schaltrhythmus (11 Std. "Ein", 1 Std. "Aus") und die Ausfallrate B10 (Lebensdauer 12B10)

Grp.	Lampenart	VG-Art	Lampentyp/-sockel	Nennlebensdauer (h)	Anl. Nr.
01	Leuchtstofflampen Ø 16 mm (T5)	EVG ¹	14–80 W, 3-Banden-Leuchtstoff	20.000	1
	Leuchtstofflampen Ø 26 mm (T8)	EVG ¹	18–58 W, 3-Banden-Leuchtstoff	16.000	2
		VVG ²	18–58 W, 3-Banden-Leuchtstoff	11.000	3
		VVG ²	18–58 W, Standard-Leuchtstoff ³	8.000	4
			andere Typen	s. Herstellerangaben	

3.2 Kompaktleuchtstofflampen

Die angegebene Nennlebensdauer für die Gruppe 02 bezieht sich auf einen 12-Stunden-Schaltrhythmus (11 Std. "Ein", 1 Std. "Aus") und die Ausfallrate B10 (Lebensdauer 12B10)

Grp.	Lampenart	VG-Art	Lampentyp/-sockel	Nennlebensdauer (h)	Anl. Nr.
02	Kompaktleuchtstofflampen (KLL), externes VG	EVG ¹	Ein- und Dreirohrlampen ⁶ 5-42 W, Sockel 2G7 und GX24q	8.500	5
		EVG ¹	Zweirohrlampen ⁶ 10-26 W, Sockel G24q	10.000	6
		VVG ⁴	Ein-, Zwei- und Dreirohrlampen ⁶ 5-26 W, Sockel G23, G24d und GX24d	7.000	7
		EVG ¹	18-80 W, Sockel 2G11	16.000	8
		VVG ²	18-36 W, Sockel 2G11	11.000	9
			andere Typen	s. Herstellerangaben	
03	Energiesparlampen (KLL mit eingebautem VG) ⁵	EVG	alle Typen	s. Herstellerangaben	

3.3 HID-Lampen (High Intensity Discharge), Induktionslampen

Die angegebene Nennlebensdauer bezieht sich auf einen 12-Stunden-Schaltrhythmus (11 Std. "Ein", 1 Std. "Aus") und die Ausfallrate B10 (Lebensdauer 12B10)

Grp.	Lampenart	VG-Art	Lampentyp/-sockel	Nennlebensdauer (h)	Anl. Nr.
04	Natriumdampf - Hochdrucklampen	KVG	50/70 W	12.000	10
		KVG	150-400 W, Standardlichtstrom	16.000	11
		KVG	100-400 W, erhöhter Lichtstrom	18.000	12
			andere Typen	s. Herstellerangaben	
05	Natriumdampf - Niederdrucklampen	KVG EVG	alle Typen	s. Herstellerangaben	
06	Quecksilberdampf - Hochdrucklampen	KVG	50-1000 W, Standard	8.000	13
			andere Typen	s. Herstellerangaben	
07	Halogen - Metaldampflampen	KVG EVG	alle Typen	s. Herstellerangaben	
08	Induktionslampen	EVG	alle Typen	s. Herstellerangaben	

1 Warmstart-EVG

2 50% induktiv / 50% kapazitiv

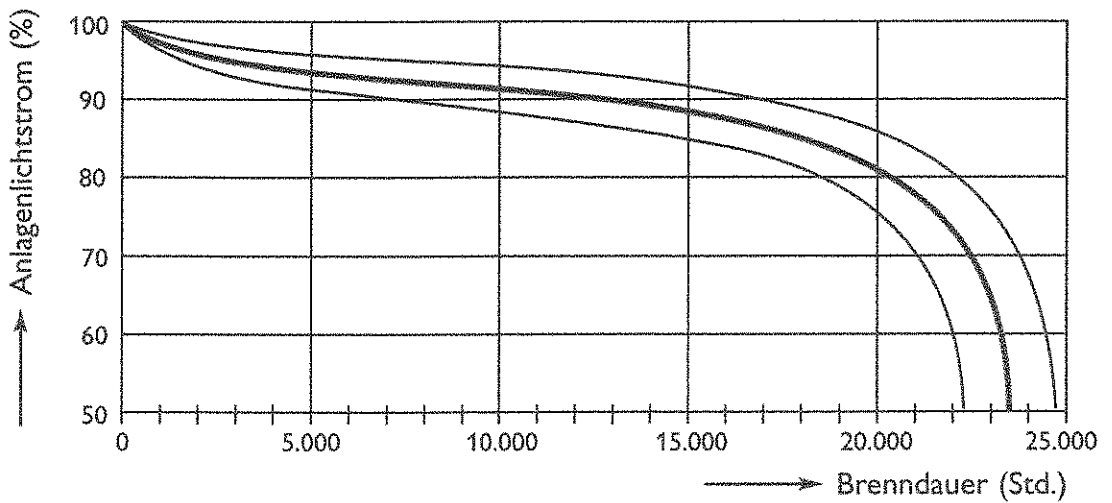
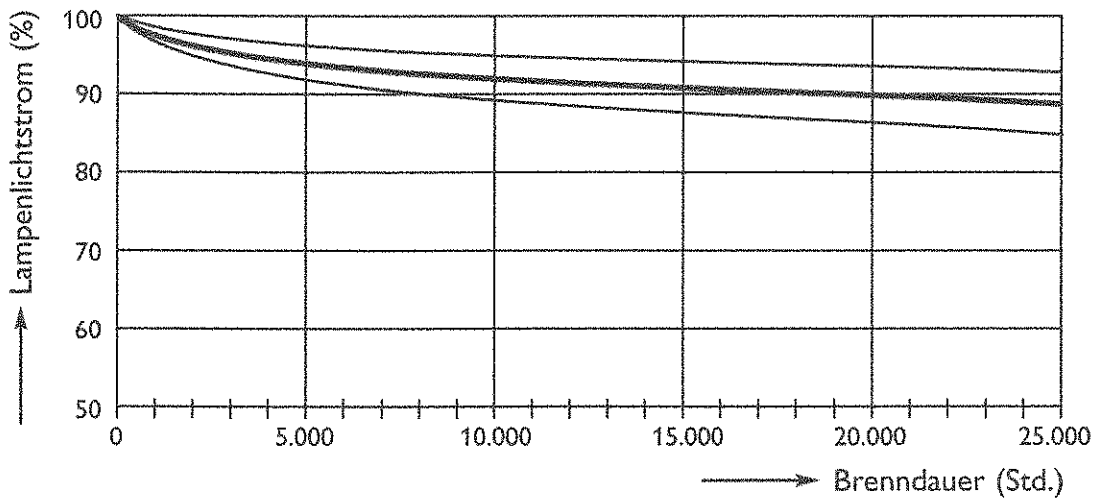
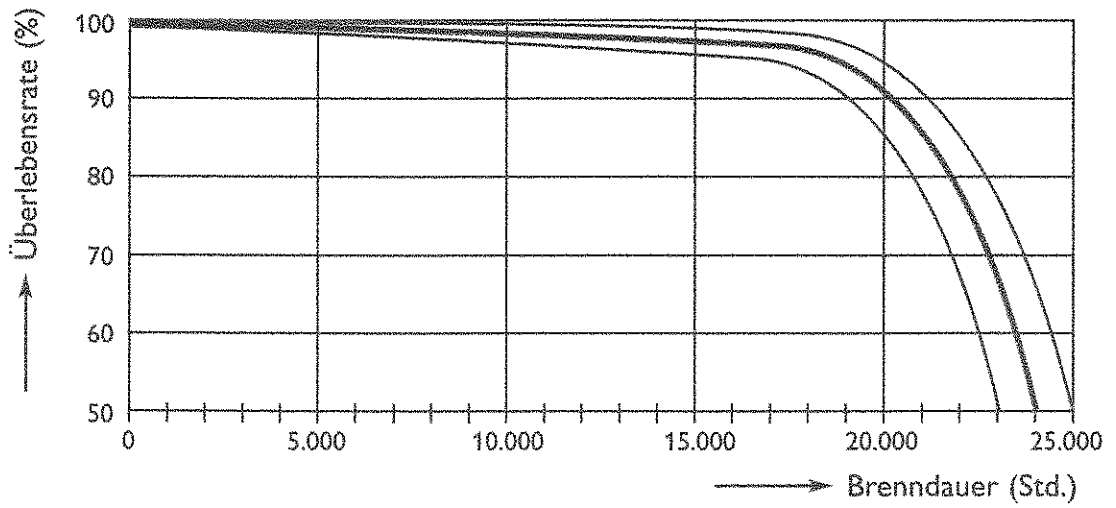
3 "Lampen mit einem Farbwiedergabe-Index kleiner als 80 sollten in Innenräumen, in denen Menschen für längere Zeit arbeiten oder sich aufhalten, nicht verwendet werden." (EN 12464-1, Abschnitt 4.6.2)

4 induktiv

5 3-Stunden-Schaltrhythmus (2 3/4 Std. "Ein", 1/4 Std. "Aus") und Ausfallrate B50 (mittlere Lebensdauer)

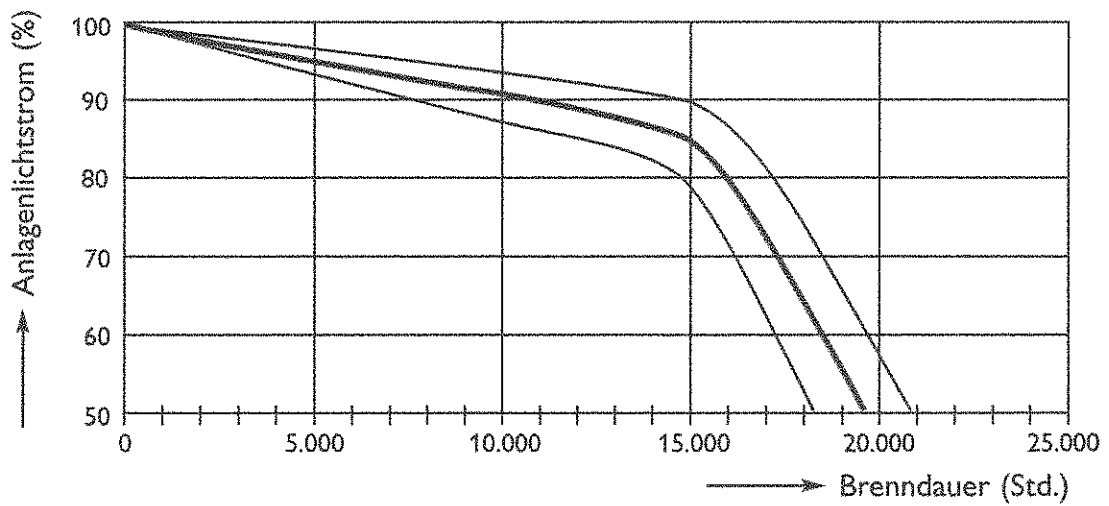
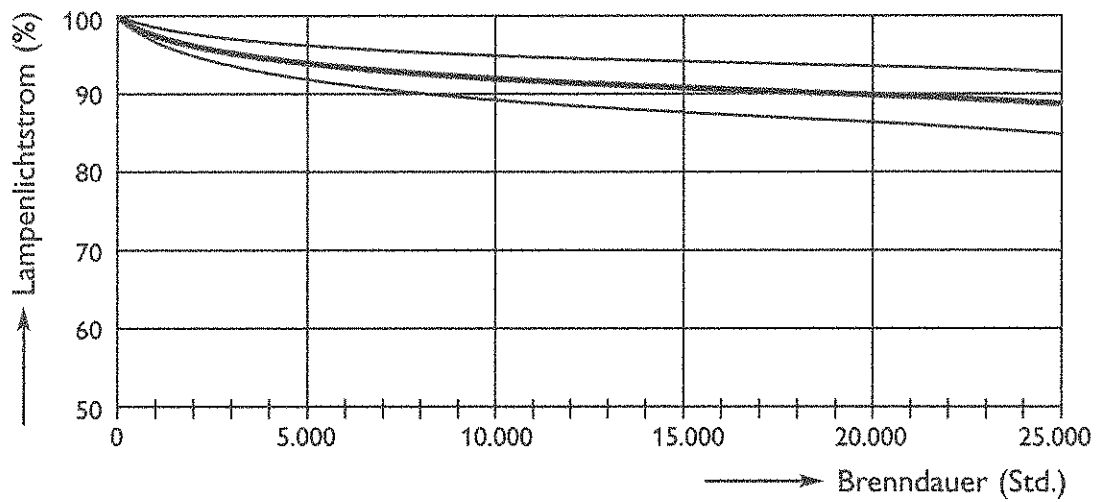
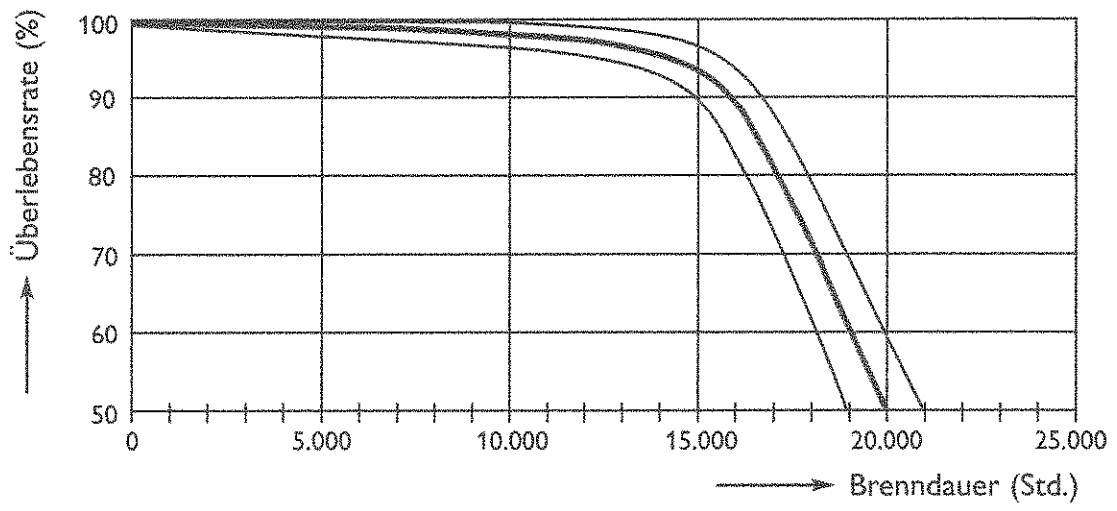
6 Mit Ein-, Zwei- und Dreirohrlampen (1, 2 oder 3 "Bögen" bzw. 2, 4 oder 6 "Stäbe") sind die verbreiteten Lampenarten der Reihen FSD, FSQ und FSM (ILCOS-Code) mit den angegebenen Sockeln gemeint.

01	Leuchtstofflampen Ø 16 mm (T5)	EVG	14-80W 3-Banden-Leuchtstoff	Anlage 1
----	-----------------------------------	-----	--------------------------------	-------------



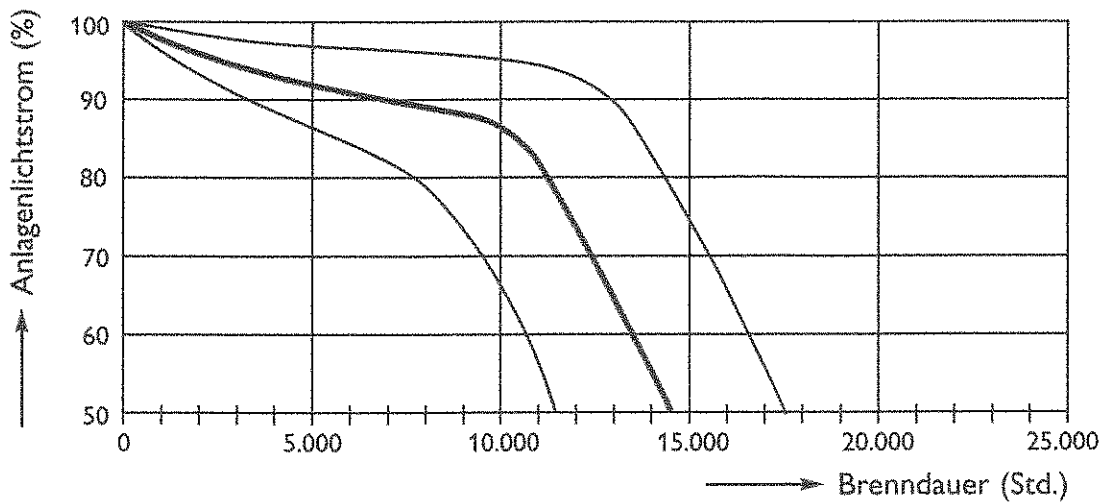
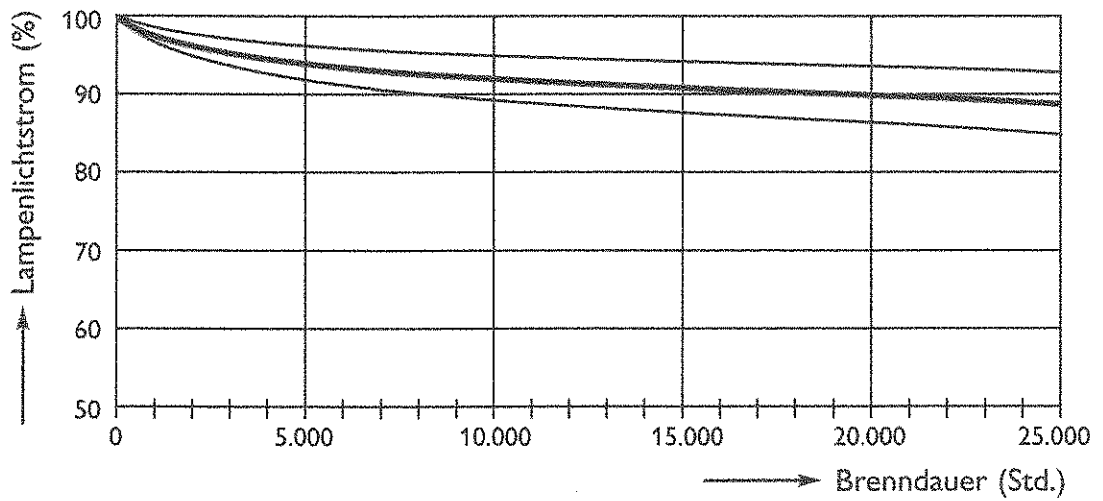
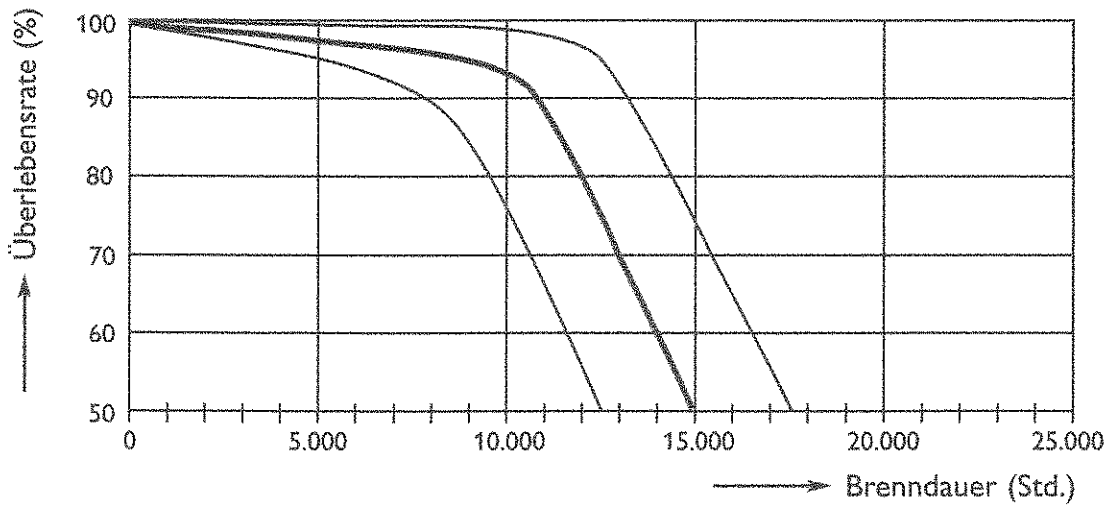
Weitere Einzelheiten siehe Vorbemerkungen bzw. Übersichtstabellen

01	Leuchtstofflampen Ø 26 mm (T8)	EVG	18-58 W 3-Banden-Leuchtstoff	Anlage 2
----	-----------------------------------	-----	---------------------------------	-------------



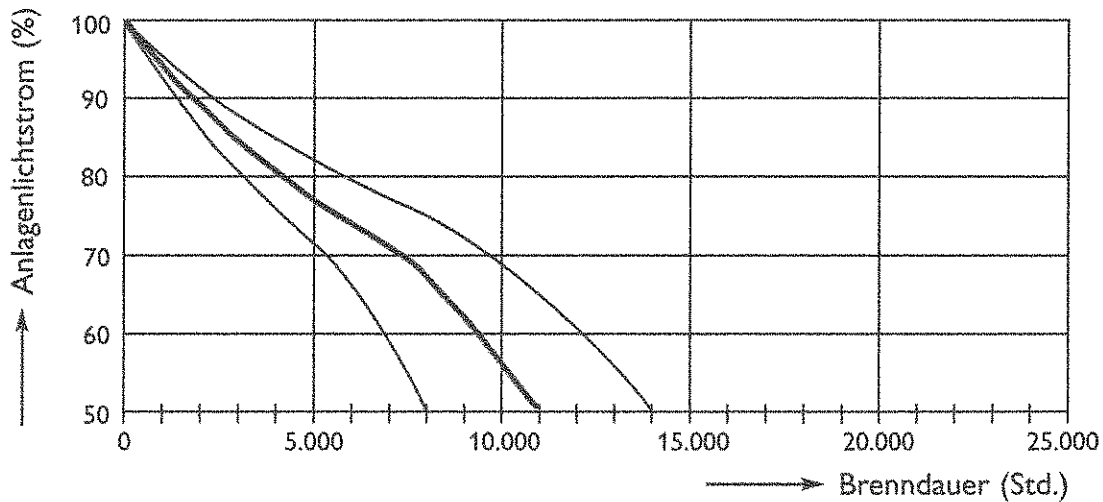
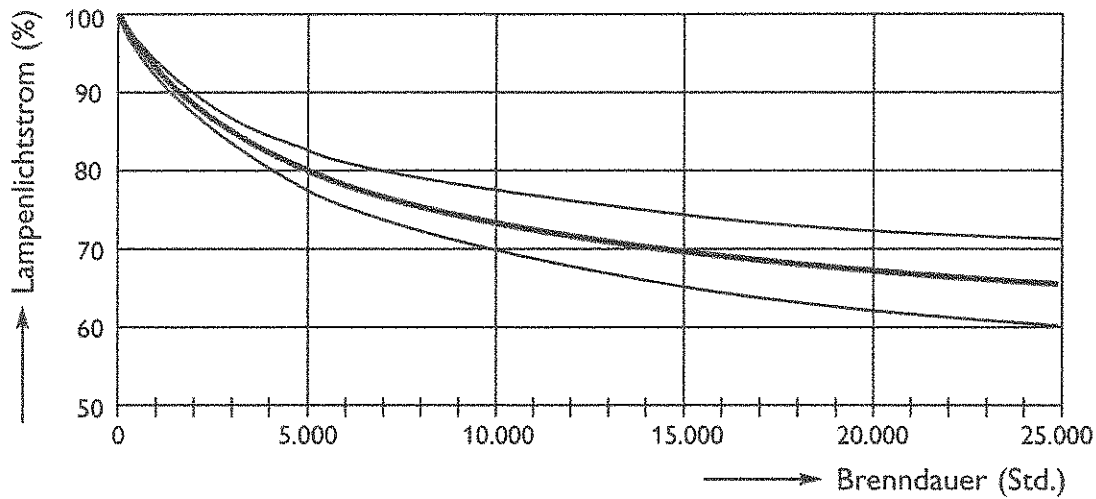
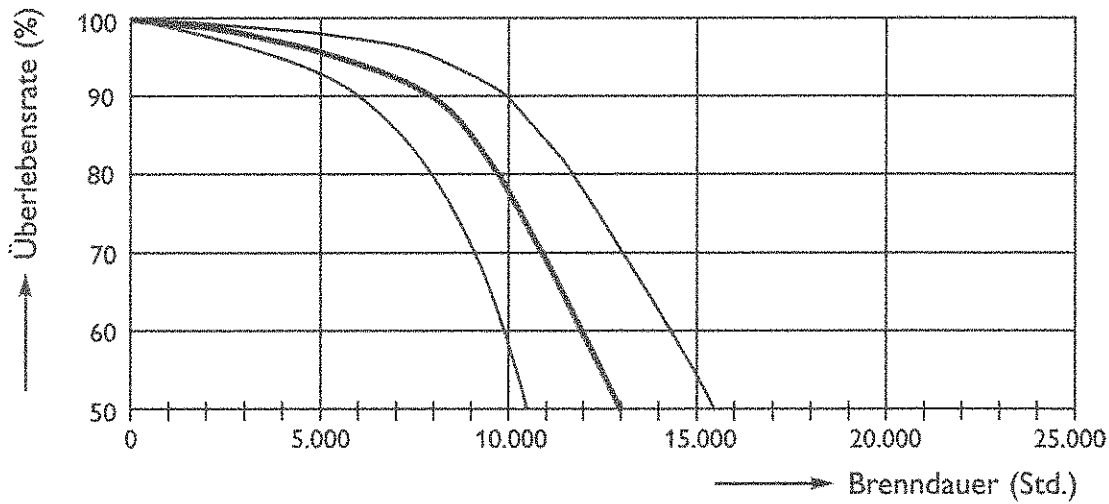
Weitere Einzelheiten siehe Vorbemerkungen bzw. Übersichtstabellen

01	Leuchtstofflampen Ø 26 mm (T8)	VVG	18-58 W 3-Banden-Leuchtstoff	Anlage 3
----	-----------------------------------	-----	---------------------------------	-------------



Weitere Einzelheiten siehe Vorbemerkungen bzw. Übersichtstabellen

01	Leuchtstofflampen Ø 26 mm (T8)	VVG	18-58 W Standard-Leuchtstoff	Anlage 4
----	-----------------------------------	-----	---------------------------------	-------------



Weitere Einzelheiten siehe Vorbemerkungen bzw. Übersichtstabellen

5.4.3

Compact Fluorescent Lighting

Compact fluorescent lamps are energy-efficient, long-lasting substitutes for incandescent lamps. Introduced in the early 1980s, these lamps use only one-quarter to one-third as much energy to produce the same light output as incandescents. Because they last up to 13 times longer than incandescent lamps, CFLs also provide an attractive return on investment.

Opportunities

Compact fluorescent lamps can be substituted for incandescent lamps in nearly all applications where incandescents are commonly used—except where directional accent lighting is required (for example, where artwork needs to be illuminated). Incandescent lamps used the most hours per day are the highest-priority candidates for replacement with CFLs; replacement can easily be justified because of the energy savings possible with any lamp used more than an hour a day. It is best to replace incandescent fixtures with those optically designed and hard-wired for CFLs. Alternatively, screw-in CFLs with integral ballasts can often be swapped for incandescent lamps, though this is not generally recommended for recessed downlights. CFLs are particularly appropriate for wall sconces, low ceiling downlights (ceilings up to 9 ft or 2.7 m), wall-washers, and decorative pendants.



Retrofit lamps that contain the lamp, ballast, and screw base all in one unit are widely available. As a rule, however, these units should be avoided for several reasons:

- They are often replaced by incandescent lamps when they fail, negating savings.
- The geometry of the bulky retrofit often makes it difficult to position the lamp in the fixture where it can achieve the best lighting output.
- The ballasts can outlast the lamps by a factor of five or more, and disposing of the ballast with the lamp is thus wasteful.
- Though this varies according to the manufacturer and the configuration, heat from an integral ballast does not dissipate well, and thus both lamp life and ballast life are reduced.
- It is easier for these relatively expensive retrofits to be stolen than for a whole new fixture to be removed.

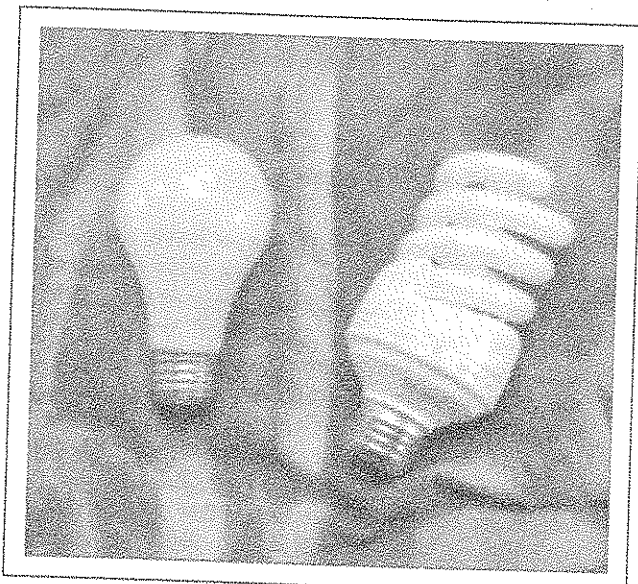
Technical Information

Compact fluorescent lamps have excellent color rendition and are available in a wide variety of sizes, shapes, and wattages. They are suitable both in new buildings and in renovations and are most appropriate for general (as opposed to directional) lighting. For dimming applications, four-pin CFLs are required. As a rule of thumb, 1 watt of compact fluorescent can replace 3 to 4 watts of incandescent lighting—e.g., a 60-watt incandescent lamp can be replaced by a 15- to 20-watt compact fluorescent lamp. The light output of fluorescent lamps is sensitive to both temperature and burning position, while that of an incandescent bulb is not—so in some fixtures CFLs will perform differently than in others. Very-low-wattage CFLs (below 13 watts) have lower efficacy than higher-wattage CFLs, poor power factor, and lower-quality phosphors; they are generally available only with magnetic ballasts.

Fixtures for compact fluorescent lamps come in a variety of styles to meet many lighting situations. Fixtures hard-wired for CFLs contain ballasts required to operate the lamps and special sockets to hold the lamps in the proper position. With this modular configuration, when the lamps fail, they can be replaced without having to replace the longer-life ballasts as well. CFLs are also available with integral ballasts and screw-base sockets for use in fixtures designed for standard incandescent lamps. See the cautionary note on this page regarding retrofit lamps.

A lighting survey is the first step in planning to replace incandescent lamps with CFLs. Although not every incandescent lamp has a compact fluorescent equivalent, facility managers can establish a plan to gradually change over to these more cost-effective alternatives. Software such as the *Lighting Technology Screening Matrix (LTSM)* and the *Lighting System Screening Tool (LSST)* can help with planning and a financial assessment. See Section 5.4 for a description of these tools and how to obtain them.


Rated lamp life of CFLs is typically 10,000 hours, or 5 to 13 times longer than that for incandescent lamps. Long life helps provide a favorable life-cycle cost and labor savings for lamp replacement. However, lamp life varies considerably by manufacturer (see NLRIP Specifier Report: Screwbase CFLs) and is sensitive to how often the lamp is switched on and off. Burning life is longer if lamps burn continuously or for many hours at a time; lamp life can be much shorter if the lamp is switched on and off frequently, so be careful about using CFLs in fixtures on motion sensors that are activated frequently.



Source: Pacific Northwest National Laboratory

The new twisted-tube compact fluorescent lamps are nearly as small as standard lightbulbs.

Overlighting is common, so one-for-one replacement of incandescent lamps with their CFL equivalents may result in overlit conditions. As part of a lighting survey, it is important to determine the lowest wattage lamp that can be used for the application.

 Replacing incandescent fixtures with compact fluorescent fixtures typically achieves a 35% annual return on investment.

References

Electric Utility Guide to Marketing Efficient Lighting (ref. contract DE-AC65-86WA00467), Western Area Power Administration, Golden, CO, 1990.

Contacts




Defense Logistics Agency, Defense Supply Center, Richmond, VA; (800) DLA-BULB; www.dgsc.dla.mil.


EPA Green Lights and ENERGY STAR® Programs Hotline: (888) STAR-YES.

The National Lighting Product Information Program (NLPIP) of the Lighting Research Center at Rensselaer Polytechnic Institute offers independently evaluated product information, including manufacturer-specific test results on thousands of lamps, fixtures, ballasts, and controls; www.lrc.rpi.edu.

WHERE CFLS ARE NOT AS APPROPRIATE

Where CFLs Should Be Avoided	More Appropriate Solution
Applications where tight beam control is required	Provide low-wattage reflector-type tungsten halogen lighting.
Outdoor lighting in very cold areas	Many CFL ballasts will not operate below about 32°F (0°C). Even when low-temperature ballasts are used, lamps will not reach full brightness for several minutes in cold weather.
High-bay lighting—ceiling higher than 20 ft (6 m)	Specify linear fluorescent lighting, including high-bay luminaires using tightly packed T-5 lamps.
Medium-bay lighting—ceiling 12 to 20 ft (3.7 to 6 m)	Use a combination of direct and indirect lighting with linear fluorescents.
Exposed-lamp applications with high-wattage CFLs	High-wattage CFLs are very bright if exposed; provide some type of shielding.
Where frequent switching is required, such as with motion sensors	Frequent on-off switching will reduce lamp life of CFLs; incandescents (including halogen lamps) may be a better option.
Exit sign illumination	Replace incandescent or fluorescent lamps with LED retrofits, or replace exit signs with LED models.

-  **Look for applications with long burn hours.** Interior and exterior hallways and walkways provide excellent opportunities for cost-effective replacements with CFLs because these locations typically have long burn hours. Sconces containing CFLs make excellent retrofit fixtures for these applications. Make sure the lamp does not extend below the bottom of the luminaire.
-  **The National Electric Code forbids the use of incandescent fixtures in small clothes closets and other locations where the heat from incandescent lamps can be a fire hazard.** CFLs can be used in many of these applications due to their low heat generation.
-  **When replacing incandescent lamps in recessed cans with screw-in CFLs, it is often best to use a CFL with a built-in reflector or a retrofit CFL reflector fixture.**

 **Some lamps take a second to turn on and flicker initially; others do not. Consult your supplier about this issue.**



PROCTUS CZ s.r.o. Londýnská 51/2, Liberec 1

IČO: 60 27 66 73 DIČ: 192 - 60 27 66 73

zapsaná v OR vedeného KS Ústí n.L. odd. C, vl.č. 6364

kancelář: Počernická 168, 100 99 Praha 10 tel: 267207466, fax: 267207457

V Praze dne 16. června 2003

Vážený majiteli, vážená majitelko garáže,

ve dnech 16.6.-30.6.2003 proběhnou v rámci v objektu garážového domu opravy omítek, malby, venkovní dlažby a ostatních závad na objektu.

Žádáme Vás o nahlášení případných nutných oprav na Vašich garážích do pátku 20.6. Požadavky na opravy prosím sepište a vhodte do schránky na dopisy umístěné na kanceláři v Hasově ulici (pod rampou). My Vás potom telefonicky zkontaktujeme a domluvíme si termín odstranění.

Dále bychom Vás rádi informovali o úpravě vnitřního osvětlení v objektu z důvodu vysoké spotřeby elektrické energie ve společných prostorech (39,- Kč za měsíc na garáž). Byla odpojena pohybová čidla, takže jednotlivá patra si rozsvítíte pouze vypínači umístěnými na stěnách. V případě, že Vám toto opatření nebude vyhovovat, dejte nám vědět, čidla opět zapojíme, ale budeme nuceni zvýšit zálohy na osvětlení společných prostor.

Dne 11. dubna 2003 bylo založeno s prvními vlastníky nebytové jednotky Společenství vlastníků jednotek Hasova 1999, se sídlem Hasova 5/1999, Praha 4. Návrh na zápis společenství do obchodního rejstříku byl podán 9. 5.2003. Pověřeným vlastníkem se stala společnost STEGO INVEST s.r.o., jako největší vlastník podílu na společných částech objektu v té době. Příští rok bude svoláno shromáždění vlastníků, kde si budete moci zvolit orgány společenství.

Měsíční zálohy ve výši 200,- Kč (fond oprav, provozu , správa) prosím nyní zasílejte na nově zřízený účet Společenství číslo 1020812 / 0800 vedený u ČS a.s. Praha 4. Již zaplacené zálohy budou na tento účet převedeny.

S pozdravem

Miroslava Pirchanová

PROCTUS CZ s.r.o.
Londýnská 51/2
460 11 Liberec 11
IČ : 60276673
DIČ : 192 - 60276673