

SROVNÁVACÍ LCA ANALÝZA KLASICKÝCH ŽÁROVEK A KOMPAKTNÍCH ZÁŘIVEK

Pavel Rokos

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektrotechnologie

Úvod

Světelné zdroje jsou jedním z prvních skupin elektrických spotřebičů, na které se výrazněji zaměřuje světová environmentální politika. I proto vznikla studie, ze které pramení právě tento článek, který si klade za cíl představit environmentální porovnání klasického světelného zdroje, tepelné žárovky s jeho moderní alternativou kompaktní zářivkou.

Článek je strukturován následovně. V první kapitole jsou stručně představeny oba světelné zdroje s příslušnými charakteristickými vlastnostmi. Druhá kapitola pak představuje metodu, pomocí které jsou studie provedeny. Obsahem třetí a zásadní kapitoly jsou samotné srovnávací LCA studie, a to výroby a zpracování obou světelných zdrojů a rovněž i studie, jež zahrnuje jejich užívání a konečně poslední kapitola nabízí stručnou ekonomickou rozvalu a porovnání obou světelných zdrojů i z pohledu finančního.

1. Žárovka kompaktní zářivka obecně

Žárovka je dnes stále nejrozšířenější světelný zdroj, který se používá v osvětlovacích soustavách, při domácím osvětlení a mnoha dalších aplikacích. Už bezmála sto třicet let tak patří k běžnému životu každého z nás. V dnešní době existuje široká škála všech možných druhů žárovek. K dispozici je široké výkonové i napěťové rozpětí žárovek, existuje mnoho různých tvarů a speciálních úprav baněk (např. baňky zrcadlené, barevné, matované, opalizované, ...). K jejich stále velice hojnému užívání přispívá i nízká cena, která je mimo jiné způsobena i perfektně zvládnutou a stále zdokonalovanou technologií výroby. Výroba žárovky dnes probíhá již téměř bez dotyku lidských rukou. Pozitivní je rovněž fakt, že při výrobě žárovek se nepoužívají téměř žádné škodlivé látky a tak je lze prakticky bez rizik po skončení jejich života skládkovat.



Zejména nevhodné využívání elektrické energie, špatná světelná účinnost a v podstatě i s tím spojené legislativní požadavky však vedou ke hledání jiných druhů světelných zařízení. Na tyto nové světelné zdroje jsou však kladeny jisté požadavky, které plynou z tradičních zvyklostí při používání klasických žárovek. Těmi jsou obzvláště dosažení co možná nejvíce podobné světelné pohody v osvětlované oblasti. Velice důležité jsou i rozměry, neboť drtivá řada svítidel je konstruována pro použití klasických žárovek, a tak nové světelné zdroje by se rozměrům klasických žárovek měly co možná nejvíce podobat. Jako nejvhodnější náhrada klasických žárovek se tak ukazují **kompaktní zářivky**, které v dnešních dnech již téměř stoprocentně

splňují všechny výše uvedené požadavky. Princip svícení kompaktních zářivek je naprosto shodný, jako u klasických lineárních zářivek. Jedná se tedy o nízkotlakové rtuťové výbojky, ve kterých je světlo vyzařováno vrstvou luminoforu buzeného ultrafialovým zářením výboje. Aby se dodržely rozměrové požadavky, je trubice zpravidla upravena do několika paralelních drah. Používají se jednoduché či několikanásobné U tvary a setkat se rovněž můžete se složitějšími tvary, jako jsou šroubovice a jiné. Oproti klasickým žárovkám disponují kompaktní zářivky nespornými výhodami, kterými jsou například vyšší světelná účinnost a s tím spojená nižší spotřeba elektrické energie nebo mnohonásobně delší doba života. Ostatně charakteristické vlastnosti obou světelných zdrojů jsou přehledně zaznamenány v tabulce (Tab. 1).

Klasická žárovka	Kompaktní zářivka
Měrný výkon: 9 až 15 lm/W	Měrný výkon: 50 až 90 lm/W
Doba života: 1000 hodin	Doba života: 8000 až 20000 hodin
Spojité spektrum vyřazujícího světla	Čárové spektrum vyřazujícího světla
Podání barev vynikající: $R_a = 100$	Podání barev uspokojivé: $R_a = 80$ až 90
Zanedbatelný vliv teploty okolí	Teplota okolí hraje roli
Pokles světelného toku života během života	Během celého života stálý světelný tok
Světelný tok nezávislý na okolní teplotě	Závislost světelného toku na okolní teplotě

Tab. 1: Charakteristické vlastnosti klasické žárovky a kompaktní zářivky

Nutno ještě podotknout, že v současné době existuje ke každému druhu klasické žárovky adekvátní náhrada v podobě kompaktní zářivky.

2. Eco-indikátor 99

Hlavním tématem tohoto článku je porovnání obou nabízených možností světelných zdrojů, které se dnes běžně používají, má nižší dopad na životní prostředí a může se tak označit za environmentálně příznivější produkt. K tomu účelu jsou provedeny dvě srovnávací LCA studie. Prezentace výsledků je pak provedena pomocí Eco-indikátoru 99. Tento ekoindikátor je tzv. endpointový, což znamená, že při jeho tvorbě je použito všech statistických a dalších metod, tedy povinných i dobrovolných, tak jak jsou uvedeny v normách ČSN EN ISO 14040 a ČSE EN ISO 14044. Výsledkem tohoto ekoindikátoru je jediné číslo **Point [Pt]**. Díky tomuto číslu lze na první pohled snadno rozeznat, který ze dvou výrobků má vyšší dopad na životní prostředí.

Eco-indikátor je integrován ze tří složek životního prostředí, do kterých spadají jednotlivé kategorie dopadů na životní prostředí. Těmito třemi základními skupinami jsou Lidské zdraví [DALY], kvalita ekosystému [PDF.m².rok] a zdroje [MJ Surplus].

3. Vlastní srovnávací studie klasické žárovky a kompaktní zářivky

V této zásadní části článku jsou provedeny dvě srovnávací LCA studie klasické žárovky a kompaktní zářivky. První z nich se zaměřuje pouze na výrobu a zpracování a druhá pak bere v úvahu i specifika užívání obou světelných zdrojů, tedy mimo jiné i spotřebu elektrické energie během užívání. Obě studie jsou pak prezentovány čtyřmi grafy, a to:

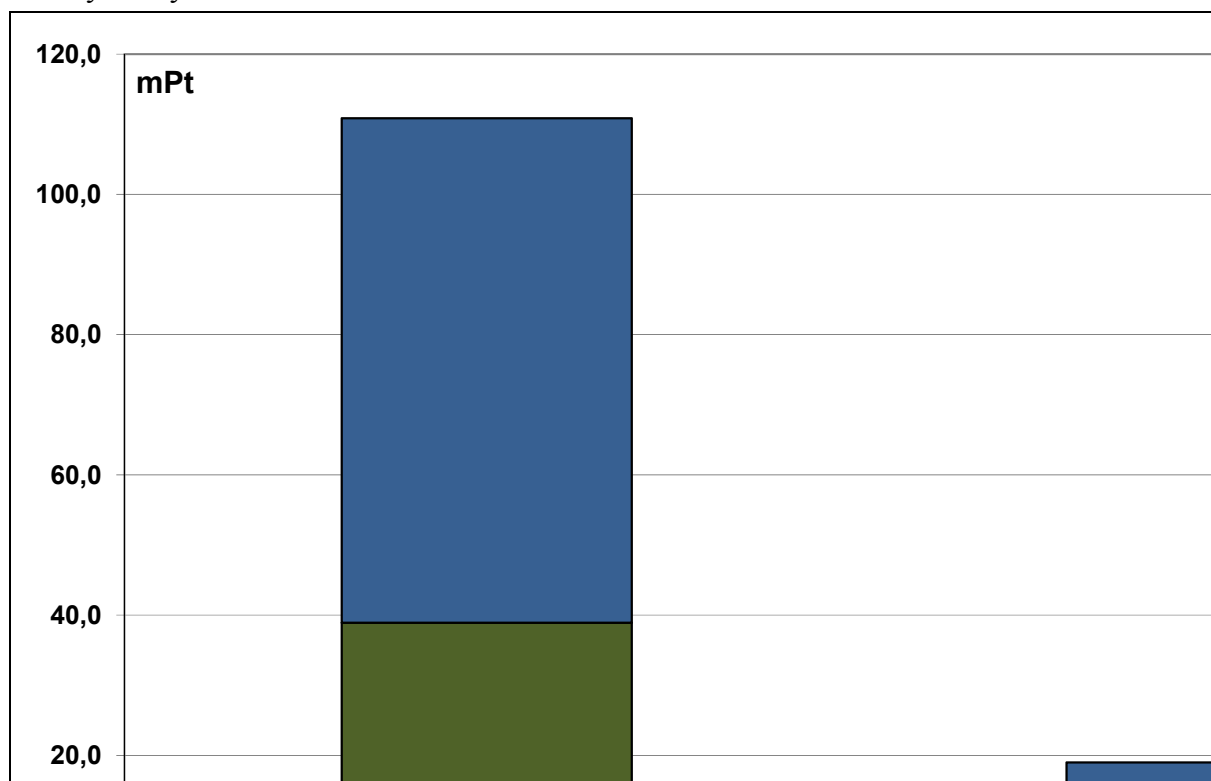
- **Celkový dopad na životní prostředí**
 - Tento graf jasně a zřetelně ukazuje, který ze dvou produktů má vyšší dopad na životní prostředí, protože výsledkem je pouze jediné číslo, výše zmíněný Point
- **Environmentální dopad na hlavní složky životního prostředí**
 - Z tohoto grafu plyne, na které složky životního prostředí má ten či onen produkt dopad a také srovnat, která ze složek je postižena nejvíce

- **Dopad na jednotlivé kategorie životního prostředí**
 - Podrobnější výsledky plynou právě z tohoto grafu, na kterém je prezentován environmentální dopad na kategorie životního prostředí tak, jak jsou rozděleny podle Eco-indikátoru 99
- **Poměrné hodnoty dopadů v jednotlivých kategoriích životního prostředí**
 - Posledním srovnávacím grafem jsou poměrné hodnoty dopadů v jednotlivých kategoriích životního prostředí, na kterých lze zřetelně vidět, kolikrát má jeden produkt nižší dopad na životní prostředí oproti druhému

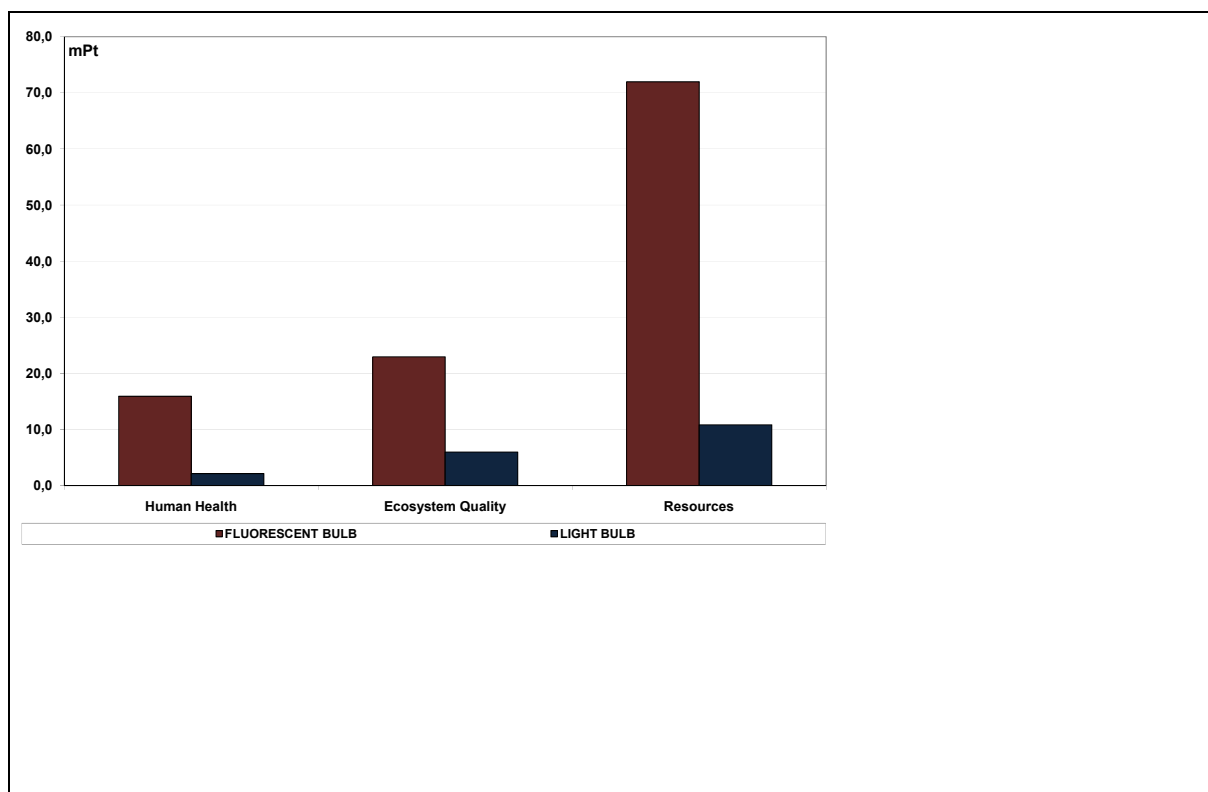
Srovnávací LCA studie výroby a zpracování klasické žárovky a kompaktní zářivky

První studie je zaměřena pouze na výrobu a zpracování obou světelných zdrojů. Funkční jednotkou je **1 kus klasické žárovky**, respektive **kompaktní zářivky**. Zahrnuje všechny technologie a materiály spojené s výrobou a zpracování jednoho kusu daného světelného zdroje.

Výsledky studie:

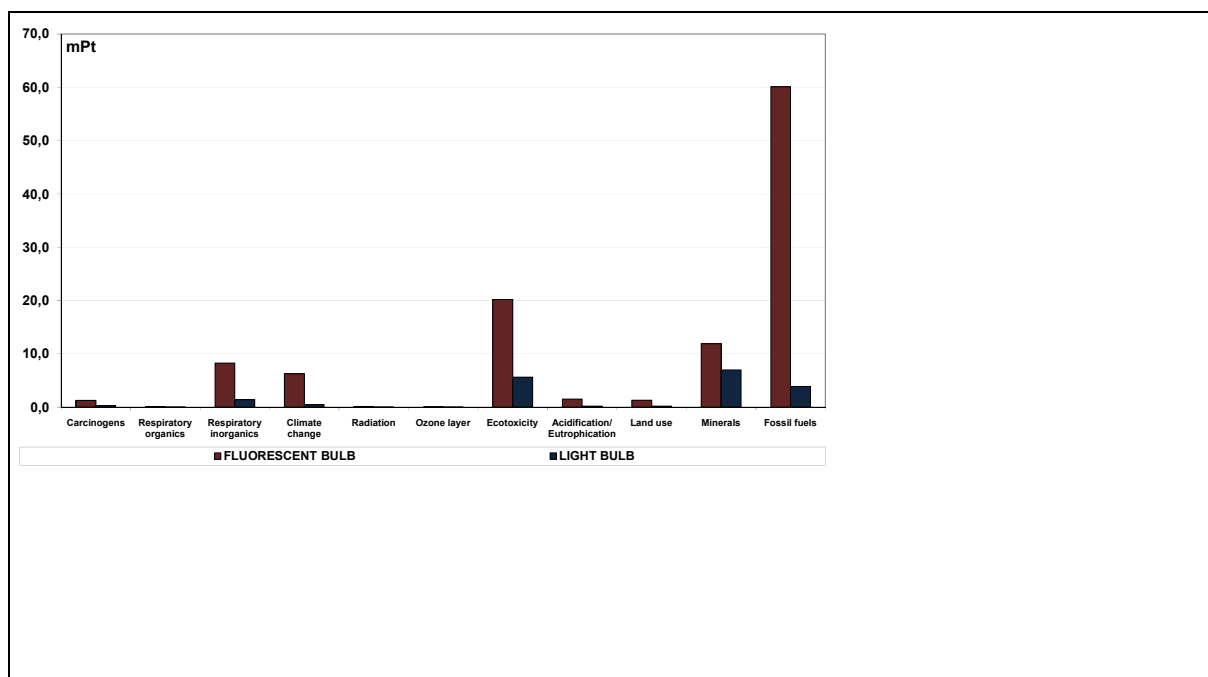


Graf 1: Celkový dopad na ŽP – výroba a zpracování

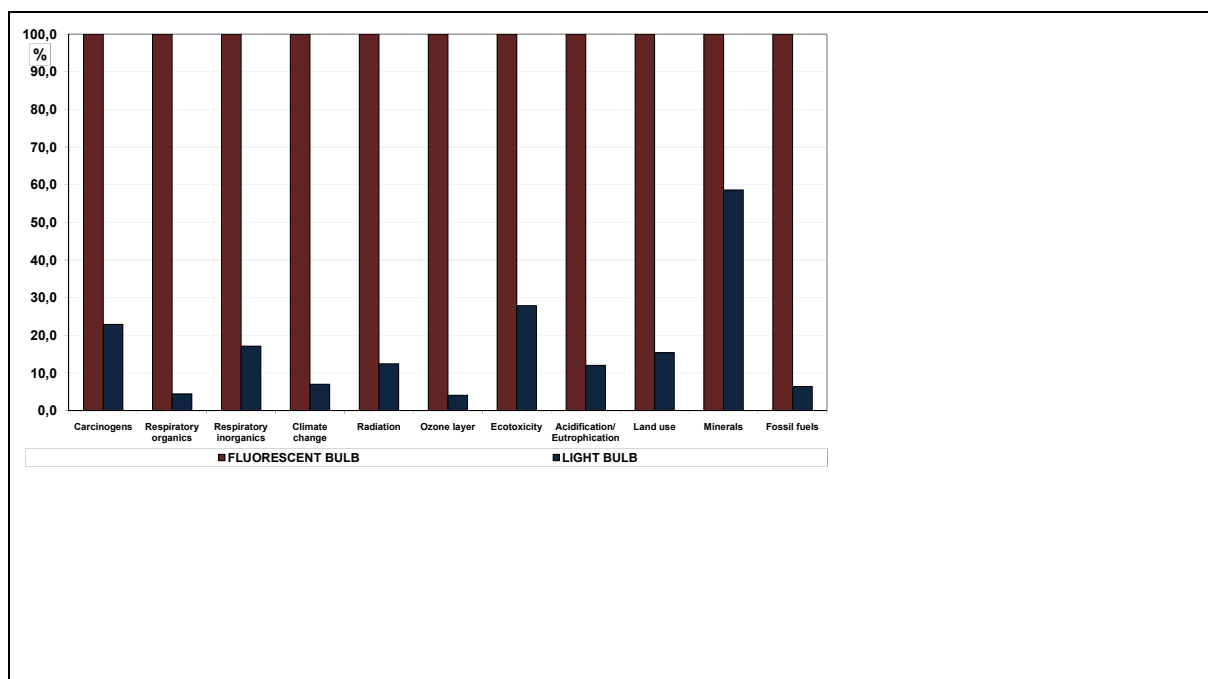


Graf 2: Dopad na složky ŽP – výroba a zpracování

Z grafů celkového dopadu (Graf 1) a dopadu na jednotlivé složky životního prostředí (Graf 2) vyplývá, že environmentální zátěž způsobená výrobou a zpracováním kompaktní zářivky je několikanásobně vyšší. Nejvyšší rozdíl v environmentálním dopadu pak znamená skupina zdrojů. Konkrétnější představu si pak můžete udělat díky podrobnějším grafům dopadu na jednotlivé kategorie životního prostředí (Graf 3) a poměrných hodnot těchto kategorií (Graf 4). U každé z jedenácti skupin představuje výroba a zpracování kompaktní zářivky vyšší environmentální zátěž. Na první pohled by se tak výroba kompaktní zářivky mohla zdát jako mnohem méně environmentálně příznivá, než je tomu u žárovky klasické. Ostatně i s takovýmito názory se lze dnes setkat. Vzhledem k celému životnímu cyklu světelného zdroje je ovšem nutné vzít v úvahu i fázi užití zdroje. Tento komplexní pohled je podrobně rozebrán v druhé srovnávací studii.



Graf 3: Dopad na kategorie ŽP – výroba a zpracování



Graf 4: Poměrné hodnoty dopadů v jednotlivých kategoriích – výroba a zpracování

Srovnávací LCA studie výroby užití a zpracování klasické žárovky a kompaktní zářivky

V této studii je trochu obtížnější zvolit **funkční jednotku**. Vycházet se musí z předpokládaného použití obou světelných zdrojů a samozřejmě i jejich vlastností. K simulaci chování environmentálního dopadu byla zvolena **60W klasická žárovka a 11W kompaktní zářivka**. Ze standardního měrného výkonu obou zdrojů tak můžeme předpokládat, že oba tyto zdroje poskytují stejný světelný tok. Vedle měrného výkonu je druhou nejdůležitější vlastností životnost světelného zdroje. Jak je vidět z tabulky (Tabulka 1), kompaktní zářivka má osmkrát až dvacetkrát delší dobu života, než je tomu u klasické žárovky. V této studii je zvolen poměr, který je nejméně příznivý pro kompaktní zářivku, tedy 8:1. Konkrétně je pak brána doba živo-

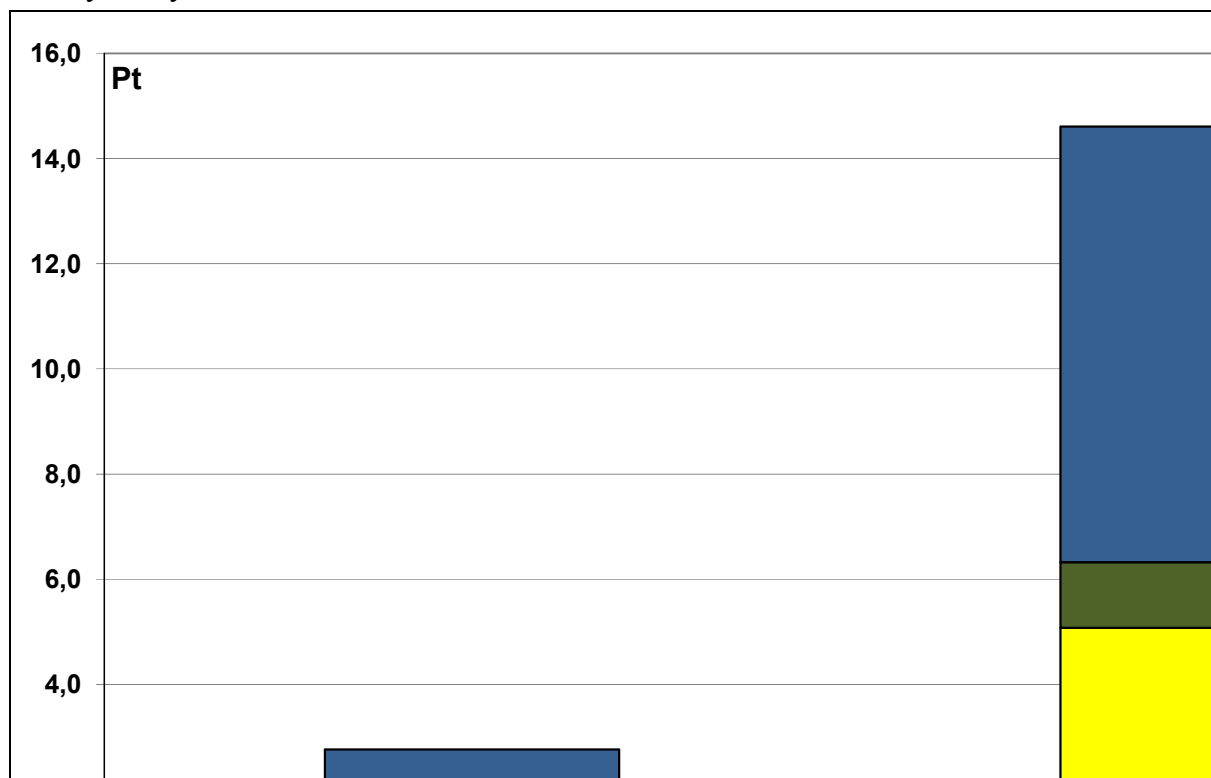
ta 8000 hodin svícení, což v praxi znamená použití 8 kusů žárovek a pouze jediného kusu kompaktní zářivky.

Pro přehlednost je funkční jednotka studie stručně shrnuta v následující tabulce (Tab. 2):

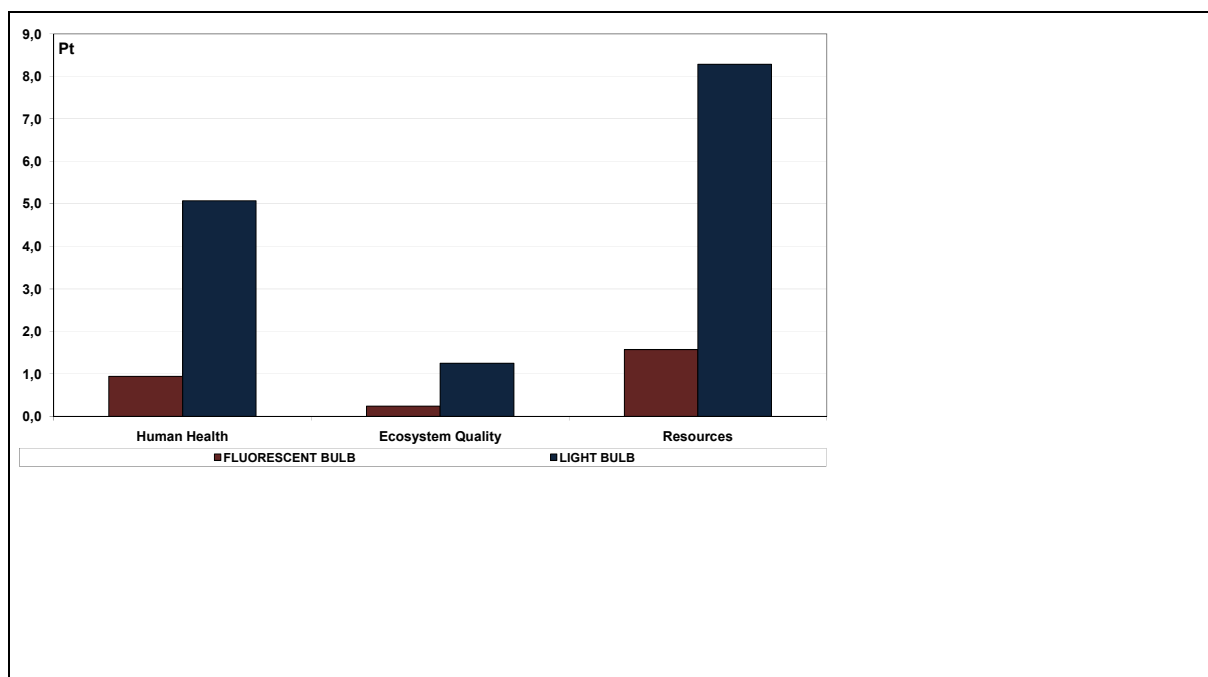
	Klasická žárovka – 60 W	Kompaktní zářivka – 11 W
Počet použitých kusů	8	1
Spotřebovaná elektrická energie	480 kWh	88 kWh

Tab. 2: Funkční jednotka srovnávací LCA studie světelných zdrojů

Výsledky studie:



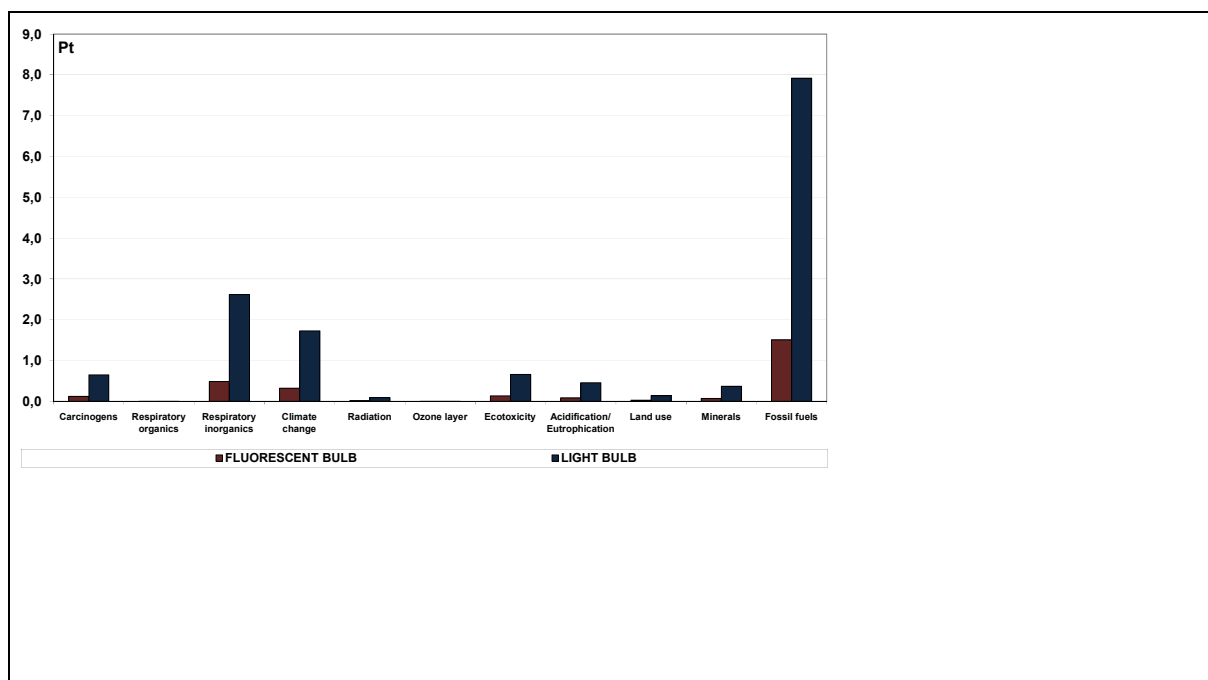
Graf 5: Celkový dopad na ŽP – výroba, zpracování a 8000h užívání



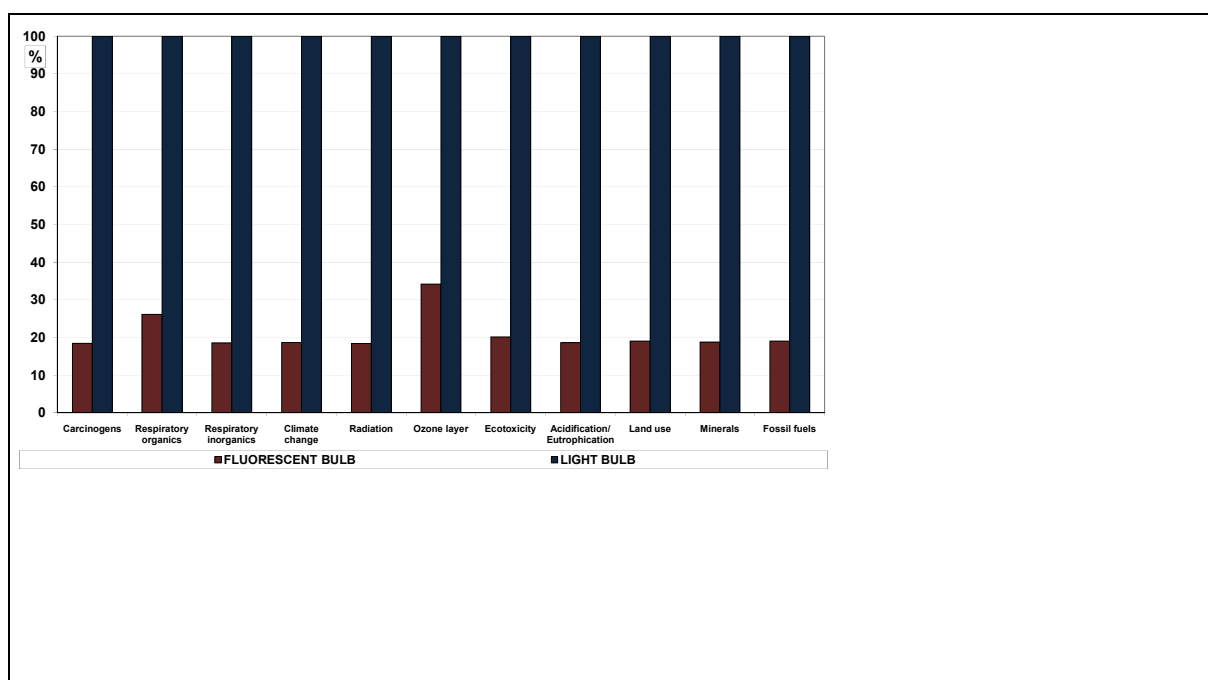
Graf 6: Dopad na složky ŽP – výroba, zpracování a 8000h užívání

První dva grafy této studie, tedy graf celkového dopadu (Graf 5) a dopadu na jednotlivé skupiny životního prostředí (Graf 6) ukazují diametrálně odlišné výsledky, nežli je tomu u studie první. Tomu odpovídají i výsledky podrobnějších grafů níže (Graf 7, Graf 8). Tyto výsledky jsou však očekávatelné už po definování funkční jednotky. V první studii totiž nebyl environmentální dopad kompaktní zářivky osmkrát vyšší. Takže už jen použití osmi klasických žárovek namísto jedné kompaktní zářivky představuje pro životní prostředí vyšší environmentální zátěž. O spotřebě daleko většího množství elektrické energie a jejím dopadu na životní prostředí se snad ani není třeba více rozepisovat.

Největší podíl na celkovém environmentálním dopadu obou žárovek má kategorie spotřeby fosilních paliv ze skupiny zdrojů, což je způsobeno především fází užití a nárokům na fosilní paliva při výrobě elektrické energie. Ostatní kategorie mají již na celkový dopad minoritní podíl. Druhou nejvíce postiženou kategorií je vliv anorganických látek na dýchací soustavu a změny klimatu, tedy kategorie, které spadají do skupiny lidského zdraví.



Graf 7: Dopad na kategorie ŽP – výroba, zpracování a 8000h užívání

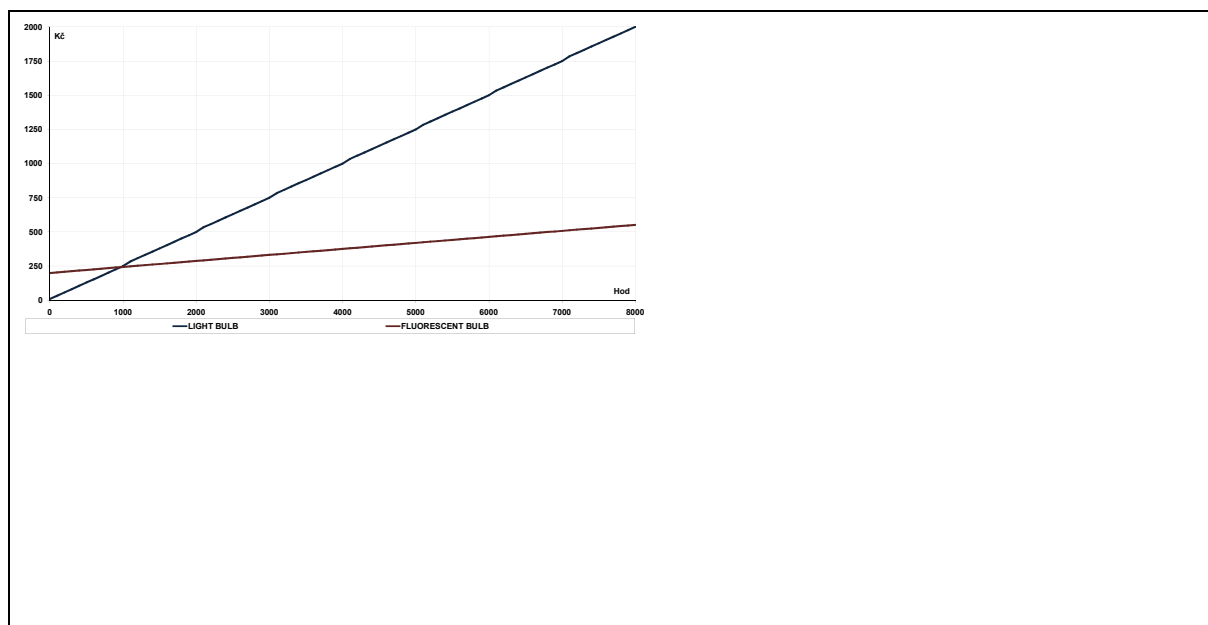


Graf 8: Poměrné hodnoty dopadů v jednotlivých kategoriích – výroba, zpracování a 8000h užívání

4. Stručná ekonomická rozvaha

Fakt, že použití kompaktní zářivky je příznivější k životnímu prostředí, byl prokázán ve studii výše. Spotřebitelé se ale mnohdy rozhodují pouze na základě ceny a nevnímají environmentálně příznivé atributy dražších substitutů jako zajímavé. Na první pohled by se mohlo laicky zdát, že levnější variantou světelného zdroje je klasická žárovka s cenou okolo deseti korun za kus. Do nákladů však ve skutečnosti vstupují i další neopominutelné faktory, které si nemusí spotřebitel při výběru světelného zdroje ihned uvědomovat. Jsou jimi doba života a spotřeba elektrické energie.

Následující graf (Graf 9) srovnává náklady na pořízení a užití obou produktů, klasické žárovky a kompaktní zářivky. Doba svícení je ve shodě s předchozí studií zvolena 8000 hodin. Z toho plyne, že užít se musí buď 8 kusů 60 W klasických žárovek (á 10 Kč) anebo 1 kus 11 W kompaktní zářivky (á 200 Kč) s příslušnou spotřebou elektrické energie, jejíž cena je určena na 4 Kč/kWh.



Graf 9: Ekonomické srovnání použití klasické žárovky a kompaktní zářivky

Z grafu je jasně patrné, že i z hlediska nákladů vynaložených konečným spotřebitelem, je několikanásobně hospodárnější používat kompaktní zářivku namísto klasických žárovek. Už v průběhu doby života první klasické žárovky dojde k návratnosti investice do kompaktní zářivky, jejíž výnosnost se nadále zvyšuje a s postupem času, tedy dobou svícení. Po 8000 odsvícených hodinách tak lze při použití kompaktní zářivky ušetřit přibližně 1500 Kč.

Závěr

Jak bylo prokázáno studií, z hlediska environmentálního je jednoznačně výhodnější používat kompaktní zářivky namísto klasické žárovky. Tento fakt je navíc podpořen i finanční stránkou věci. Zřejmě i z těchto důvodů se na základě nové evropské směrnice má během následujících sedmi let omezit prodávání klasických žárovek na minimum. Tato omezení začnou už v září roku 2009, kdy se již nadále nebudou moci prodávat klasické žárovky s výkonem vyšším, než 80 W.

Pro použití klasické žárovky samozřejmě i nadále hovoří fakt spojitého spektra, lepšího podání barev a dalších výhod, včetně dokonale zvládnuté technologie výroby. Nicméně vývoj kompaktních zářivek letí kupředu takovou rychlostí, že po definitivním vymizení žárovek z obchodních pultů se v těchto parametrech žárovkám zcela vyrovná.