

# VÝZNAM UDRŽIAVACIEHO ČINITEL'A UMELEJ OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY

Richard Drahoš<sup>1)2)</sup>, Milan Drahoš<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> D2R engineering, s.r.o., Na letisko 42, 058 01 Poprad, Slovensko, d2r@d2r.sk

<sup>2)</sup> Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovensko, richard.drahos@d2r.sk

## ÚVOD

Optimálne svetelné podmienky na pracoviskách z umelej osvetľovacej sústavy je možné zabezpečiť len vzájomným zosúladením a ovplyvňovaním článkov reťazca: umelý svetelný zdroj - svietidlo – pracovný priestor/technológia – človek.

Kvantitatívne požiadavky na umelé osvetlenie pracovísk a pracovísk bez denného osvetlenia sú vyjadrené najnižšie prípustnými hodnotami udržiavanej osvetlenosti  $\bar{E}_{m,p}$  s prihliadnutím na trvanie pobytu zamestnancov na pracovisku alebo v jeho funkčne vymedzenej časti a na zrakové nároky pracovných úloh (činností).

Pod pojmom udržiavaná osvetlenosť  $\bar{E}_m$  sa rozumie hodnota, pod ktorú priemerná osvetlenosť danej plochy nemá klesnúť v dobe keď sa má urobiť údržba osvetľovacej sústavy [1].

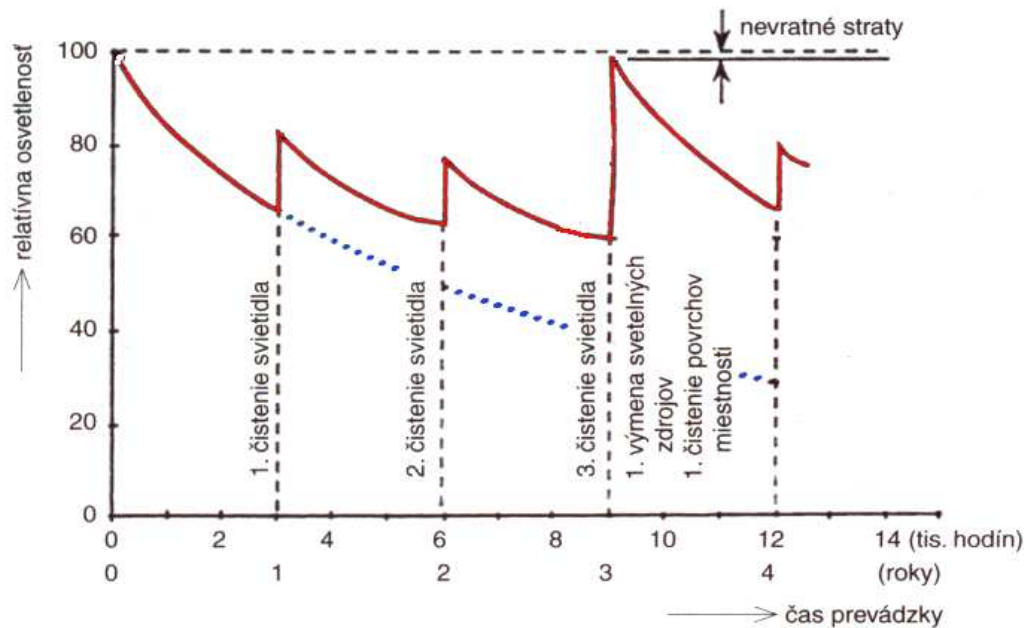
Podrobnosti o požiadavkách na denné, umelé a združené osvetlenie pracovísk a pracovísk bez denného osvetlenia sú ustanovené vo vyhláške MZ SR č. 541/2007 Z.z. [2] v znení vyhlášky MZ SR č. 206/2011 Z.z. [3] (ďalej len „vyhláška“).

## STRATY SVETELNÉHO TOKU OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY

Každá umelá osvetľovacia sústava od okamihu uvedenia do prevádzky sa postupne znehodnocuje. Straty svetelného toku sú spôsobené usadzovaním nečistôt na povrchu svetelných zdrojov a na optických častiach svietidiel a starnutím svetelných zdrojov a svietidiel. K zníženiu osvetlenosti prispieva aj znečistenie svetelne aktívnych vnútorných plôch (povrchov) pracoviska. Na obrázku 1 je znázornená zmena osvetlenosti v priebehu prevádzky (života) umelej osvetľovacej sústavy [4].

Zmeny svetelného toku majú charakter vratných a nevratných zmien. Vratné zmeny sa môžu zlepšiť bežnou (rutinnou) údržbou, tzn. v pláne údržby sa zavedie cyklus čistenia svetelných zdrojov a svietidiel vrátane svetelne aktívnych vnútorných plôch priestoru. Nevratné zmeny sú vlastné osvetľovacej sústave a nedajú sa zlepšiť bežnou údržbou. K nevratným zmenám patrí napr. starnutie a degradácia materiálov (žltnutie plastov, strata odrazivosti hliníkových prvkov a pod.).

Časovú stratu svetelného toku je nutné odhadnúť už v štádiu projektovania umelej osvetľovacej sústavy a do výpočtu zahrnúť „korekciu“ vo forme udržiavacieho činiteľa. Udržiavací činiteľ vyjadruje pomer udržiavanej osvetlenosti k začiatočnej osvetlenosti (priemerná osvetlenosť novej osvetľovacej sústavy) a závisí od pracovných charakteristík svetelných zdrojov a predradníkov, od druhu svietidiel, od stavu pracovného prostredia a plánu údržby.



Obr. 1 Zmena osvetlenosti v priebehu prevádzky osvetľovacej sústavy

## UDRŽIAVACÍ ČINITEL'

Udržiavací činiteľ osvetľovacej sústavy *MF* (maintenance factor) sa skladá z týchto zložiek:

- činiteľ poklesu svetelného toku zdrojov *LLMF*
- starnutie svetelných činiteľa funkčnej spoľahlivosti svetelných zdrojov *LSF*
- činiteľa znečistenia svietidiel a starnutia materiálov svietidiel *LMF*
- činiteľa znečistenia povrchov miestností – aktívnych plôch priestoru *RSMF*.

Celkový udržiavací činiteľ je násobkom jednotlivých zložiek:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$$

Metodický návod na určenie celkového udržiavacieho činiteľa je uvedený v dokumente CIE 97:2005 [5].

Podľa čl. 4.10 normy STN EN 12464-1:2011 [6] projektant umelej osvetľovacej sústavy musí:

- určiť udržiavací činiteľ a uviesť zoznam všetkých predpokladov pri stanovení jeho hodnoty,
- navrhnúť osvetľovaciu sústavu, ktorá je vhodná pre dané prostredie,
- pripraviť komplexný plán údržby, ktorý obsahuje intervaly čistenia svietidiel, svetelné aktívnych plôch priestoru a výmeny svetelných zdrojov.

Navrhovaná osvetľovacia sústava, ako aj plán údržby má zabezpečiť také svetelné podmienky, aby počas prevádzky osvetľovacej sústavy nedošlo k výraznému zníženiu hodnoty celkového udržiavacieho činiteľa a tým k poklesu hodnoty priemernej osvetlenosti  $E_{priem}$  pod najnižšiu prípustnú hodnotu udržiavanej osvetlenosti  $\bar{E}_{m,p}$  uvedenú v normách alebo právnych predpisoch.

## UPLATNENIE UDRŽIAVACIEHO Činiteľa PRI NÁVRHU OSVETLENIA

Už pri návrhu umelej osvetľovacej sústavy sa má zohľadniť hodnota udržiavacieho činiteľa, aby v čase plánovanej údržby sústavy nepoklesla osvetlenosť na porovnávacej rovine pod najnižšie prípustnú hodnotu udržiavanej osvetlenosti  $\bar{E}_{m,p}$ . Príklad uplatnenia udržiavacieho činiteľa pri návrhu osvetľovacej sústavy je na obrázku 2.

The screenshot shows a software dialog box titled "Vlastnosti místnosti" (Room Properties) with a close button (X) in the top right corner. It has three tabs: "Základní rozměry", "Odrážnosti povrchů", and "Údržba" (Maintenance). The "Údržba" tab is active. Under "Udržovací činitel" (Maintenance coefficient), there are two radio buttons: "Počítat dle normy" (checked) and "Zadat". Below are four input fields: "Interval výměny zdrojů" (0 [hodin]), "Interval čištění svítidel" (12 [měsíců]), "Interval obnovy povrchů" (36 [měsíců]), and "Funkční spolehlivost" (1.00 [-]). Under "Udržovací činitel přímý" (Direct maintenance coefficient) is 0.800 [-], and "Snížení odraznosti" (Reduction of reflectance) is 0.800 [-]. On the right, "Čistota prostředí" (Environment cleanliness) has five radio buttons: "1 velmi čisté", "2 čisté" (checked), "3 průměrné", "4 špinavé", and "5 velmi špinavé". Below that, "Výměna zdrojů" (Source replacement) has two radio buttons: "Individuální" (checked) and "Skupinová". At the bottom are "OK", "Storno", and "Nápověda" buttons.

Obr. 2 Uplatnenie udržiavacieho činiteľa pri návrhu osvetlenia

## UPLATNENIE UDRŽIAVACIEHO Činiteľa PRI OBJEKTIVIZÁCII OSVETLENIA MERANÍM

Vplyv znečistenia svietidiel a povrchov odrážajúcich svetlo a vplyv starnutia svetelných zdrojov na danom pracovisku v čase merania celkového umelého osvetlenia je zohľadnený v nameraných hodnotách osvetlenosti na porovnávacej rovine a tým aj v priemernej hodnote osvetlenosti  $E_{\text{priem}}$ .

Vzhľadom na skutočnosť, že od času merania až do času plánovanej údržby (čistenia svietidiel a svetelných zdrojov alebo výmeny svetelných zdrojov) naďalej dochádza k poklesu svetelného toku sa pri objektivizácii, tzn. pri stanovení posudzovanej hodnoty priemernej osvetlenosti  $E_{R,\text{priem}}$  sa okrem hodnoty neistoty merania  $U$  v percentách má zohľadniť aj hodnota udržiavacieho činiteľa

$$E_{R,\text{priem}} = E_{\text{priem}} \times U \times MF \quad \text{kde } U = 1 - \frac{U(\%)}{100}$$

Z ustanovenia § 6 ods. 2 vyhlášky vplyva, že požiadavky na celkové osvetlenie z umelej osvetľovacej sústavy pracoviska alebo jeho funkčne vymedzenej časti sú splnené, ak

$$E_{R,\text{priem}} \geq \bar{E}_{m,p}$$

Pretože obvykle nie je vypracovaný plán pravidelnej údržby osvetľovacej sústavy, je náročné odhadnúť hodnotu udržiavacieho činiteľa od času merania do času pravidelnej údržby a jeho hodnota sa stanovuje kvalifikovaným odhadom.

## ZÁVER

Z uvedených skutočností vyplýva, že už v štádiu projektovania umelej osvetľovacej sústavy pracoviska sa má zohľadniť celkový udržiavací činiteľ a v pláne údržby, ktorý je súčasťou projektovej dokumentácie sa má stanoviť interval a rozsah údržby danej osvetľovacej sústavy.

Prax však ukazuje, že pravidelná údržba sa podceňuje a preto dochádza k ekonomickým stratám spôsobených nevhodnými svetelnými podmienkami na pracoviskách, ktoré vplyvajú na zrakovú únavu a tým aj na nižšiu produktivitu a kvalitu práce.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] STN EN 12665:2011 Svetlo a osvetlenie. Základné termíny a kritériá na stanovenie požiadaviek na osvetlenie
- [2] Vyhláška MZ SR č. 541/2007 Z.z. o podrobnostiach a požiadavkách na osvetlenie pri práci
- [3] Vyhláška MZ SR č. 206/2011 Z.z. ktorou sa menia dopĺňa vyhláška MZ SR č. 541/2007 Z.z. o podrobnostiach a požiadavkách na osvetlenie pri práci
- [4] Gašparovský D., Mácha M.: Vplyv znečistenia optických častí svietidiel na zmeny ich fotometrických parametrov, SVĚTLO 2/2011
- [5] CIE 97:2005 Údržba vnútorných osvetľovacích sústav (interiérové osvetlenie)
- [6] STN EN 12464-1:2011 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 1: Vnútorné pracoviská
- [7] Nariadenie vlády SR č. 391/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko