



## Osvětlení

11. 4. 2023 | Autor: Ing. Martin Varga

V sérii článků se zaměříme na příčiny rozdílů výsledků mezi měsíčním a hodinovým výpočtem. Po nutnosti počítat některé objekty v hodinovém kroku je na toto téma poměrně hodně dotazů. V části 5. se podíváme na rozdíl výpočtu umělého osvětlení.

### Měsíční výpočet:

V měsíčním modulu výpočet umělého osvětlení není vlastně ani měsíční nýbrž roční! Ano je to tak. Výpočet spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení proběhne ročně s tím, že tato roční hodnota je pak zpětně rozdělena mezi jednotlivé měsíce pomocí tzv. redistribučních činitelů. Tyto redistribuční činitele mají zohledňovat vlastnost měsíce z hlediska doby slunečního svitu, resp. venkovní osvětlenosti.

Výpočet spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení probíhá dle normy ČSN EN 15 193 dle čl. 4.1.1:

$$Q_{el} = ((P_n * F_c) * [(t_D * F_o * F_D) + (t_N * F_o)]) * 0,001 \quad [1]$$

$Q_{el}$  [kWh/rok] = spotřeba elektrické energie na umělé osvětlení za rok

$P_n$  [W] - instalovaný příkon svítidel umělého osvětlení

$F_c$  [-] - činitel řízení závislosti na konstantní úrovni osvětlenosti

$F_o$  [-] - činitel závislosti provozní doby na obsazenosti a systémů detekce "obsazení"

$F_D$  [-] - činitel závislosti provozní doby na denním osvětlení (sdružené osvětlení)

$t_D$  [h/rok] - doba svícení umělého osvětlení při denním světle, tj. když je venku ještě denní světlo, které ale svou intenzitou nedostačuje pro zajištění požadavku v zóně na intenzitu osvětlení  $E_m$  jen denním světlem

$t_N$  [h/rok] - doba svícení umělého osvětlení bez denního světla, tj. za tmy

Z výše uvedeného vzorce je patrné, že do něj musí vstupovat průměrné roční hodnoty ( $F_c$ ,  $F_o$ ,  $F_D$ ) a roční sumy ( $t_D$ ,  $t_N$ ). Instalovaný příkon  $P_n$  je návrhová hodnota, kterou buď to známe a zadáme přímo, nebo odvozujeme od požadované osvětlenosti a typu zdroje umělého světla.

Ve finále je tato roční spotřeba rozdělena mezi jednotlivé měsíce tzv. redistribučními činiteli. Nejčastěji jsou použity činitele z tabulky A.77 v ČSN 73 0331-1. Průměr těchto hodnot musí dát hodnotu (a v tabulce dává) 1.

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$f_{L_j}$ (-)	1,52	1,25	1,04	0,85	0,70	0,65	0,65	0,70	0,87	1,03	1,24	1,50

Z výše uvedeného vyplývá, že:

1) pokud jsme chtěli řešit "mimoprovozní měsíce" museli jsem to promítnout jednak do hodnot  $t_D$  a  $t_N$  (vstup !) a jednak do vlastních redistribučních činitelů. Dost komplikovaná záležitost!

2) výše uvedené redistribuční činitele jsou obecné. Stejně pro provozní dobu administrativní budovy od 7 do 18 h, stejně jako pro bytový dům, stejně jako pro obchod od 7 do 22 h. A to bez ohledu na poměr zadaných hodin  $t_D$  a  $t_N$ . Pokud bychom například měli v profilu užívání z hlediska umělého osvětlení pouze hodiny  $t_N$  ( $t_D=0$ ) a použili bychom výše uvedené tabulkové redistribuční činitele, tak poměrně hrubě negativně ovlivníme rozložení spotřeby elektřiny na umělé osvětlení mezi jednotlivé měsíce (a tím pádem tepelné zisky, a tedy potřebu tepla a chladu). Takže tento způsob výpočtu byl poměrně toporný z hlediska možnosti přizpůsobit výpočet realitě provozu umělého osvětlení.

3) spotřeba energie je závislá na předem odhadnutých celkových ročních dobách svícení  $t_D$  a  $t_N$  !

### Hodinový výpočet:

Hodinový výpočet naproti tomu skýtá velké možnosti, jak správně "naladit" spotřebu umělého osvětlení konkrétnímu objektu na míru dle jeho požadavků a doby provozu. A to díky hodinovému kroku výpočtu a hodinovým hodnotám venkovní osvětlenosti  $E$  (lx). V profilu užívání máme hodnoty požadované osvětlenosti v interiéru  $E_m$  (lx) po hodinách. Jako důležitý vstup je i průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti  $DL$  (%) pro osvětlovanou rovinu hodnocené osvětlovací soustavy. Tyto vstupy ( $E_m$ ,  $E$ ,  $DL$ , provozní doba) nám u hodinového

výpočtu zcela přesně identifikují pro každou hodinu v roce, zda-li jde o hodinu t<sub>N</sub> nebo t<sub>D</sub>. A to je ten zásadní rozdíl oproti měsíčnímu (resp. ročnímu) výpočtu. U hodinového výpočtu je určení hodin t<sub>D</sub> a t<sub>N</sub> až výsledkem výpočtu. Kdežto u měsíčního (resp. ročního) výpočtu je to nutný vstup zadaný uživatelem! A to samozřejmě je problém určit předem => pro měsíční výpočet je to proto uvedeno v předdefinovaných profilech užívání.

U hodinového výpočtu pro každou hodinu v roce jednoznačně dokážeme určit, zda-li jde o hodinu (zjednodušeně uvedeno):

t<sub>D</sub>: kdy  $E_m > 0$  a současně  $0 < E * DL < E_m$

t<sub>N</sub>: kdy  $E_m > 0$  a současně  $E * DL = 0$

t<sub>y,E</sub>: kdy  $E_m > 0$  a současně  $E * DL \geq E_m$

t<sub>y,0</sub>: kdy  $E_m = 0$

t<sub>y,E</sub> [-] - hodina, ve které stačí pro požadované osvětlení plně pouze denní světlo

t<sub>y,0</sub> [-] - hodina, ve které není požadavek na osvětlení v interiéru  $E_m = 0$

$E_m$  [lx] - požadavek na osvětlení

$E$  [lx] - venkovní osvětlenost (z klimadat)

DL [%] - činitel denní osvětlenosti udává podíl v %, kolik venkovní denní osvětlenosti  $E$  je v interiéru.  $DL > 0\%$  pouze v případě, že k osvětlované ploše v interiéru je přístup denního světla (průsvitné výplně)

Takže pro každou hodinu v roce pro hodinový výpočet defacto může platit stejný vzorec s tím, že pokud jde o hodinu t<sub>D</sub>, tak t<sub>D</sub>=1 a t<sub>N</sub>=0 a naopak (t<sub>N</sub>=1, t<sub>D</sub>=0).

$$Q_{el} = ((P_n * F_c) * [(t_D * F_o * F_D) + (t_N * F_o)]) * 0,001 \quad [1]$$

Ještě dlužno podotknout, že činitel  $F_D$  je také v rámci hodin t<sub>D</sub> proměnný v závislosti na poměru  $E_m$  k  $E * DL$ . To je také výhoda hodinového výpočtu se známými hodinovými hodnotami ( $E$ ,  $E_m$ ,  $DL$ ).

### Příklad porovnání:

Menší porovnání předdefinovaného profilu RD z hlediska hodin t<sub>D</sub> a t<sub>N</sub>.

pro měsíční výpočet dle ČSN 73 0331-1:

V případě RD je v předdefinovaném profilu užívání počet hodin předem stanoven na t<sub>D</sub>=1200 a počet hodin t<sub>N</sub>=800 (t<sub>D</sub>+t<sub>N</sub>=2000).

Tabulka B.5 – Obytné zóny – parametry pro osvětlení zóny

Parametr	Rozdělení obytných zón			
	Rodinný dům – prostor bytu	Bytový dům – prostor bytu	Prostory plnící funkci domovní komunikace	Prostory plnící funkci domovního vybavení k bytům mimo garáže
Doba využití za denního světla $t_D$ (hod/rok)	1 200	1 200	700	250
Doba využití bez denního světla $t_N$ (hod/rok)	800	800	500	250
Průměrná osvětlenost $E_a$ (lx)	100	100	75	30
Korekční činitel plošného využití zóny $F_{CA}$ (-)	0,9	0,9	1,0	
Činitel absence osob $F_A$ (-)	0,45	0,45	0,8	
Činitel závislosti na denním světle $F_D$ (-)	podle A.73	podle A.73	1,0	
	nebo podrobným výpočtem podle ČSN EN 15193-1.			
Činitel konstantní osvětlenosti $F_C$ (-)	1,0			

a pro hodinový výpočet dle studie STP:

Zde nejsou žádné hodiny t<sub>D</sub> a t<sub>N</sub> předem stanoveny, ale jsou až výsledkem výpočtu. V případě RD to vychází cca na počet hodin t<sub>D</sub>=654 a počet hodin t<sub>N</sub>=2556 (t<sub>D</sub>+t<sub>N</sub>=3210). Nutno dodat, že počet hodin t<sub>D</sub> lze ovlivňovat výší

zadané hodnoty DL (%). Takže tyto hodiny vyšly při DL=3%. Tyto hodnoty jsou také odvozeny jen pro hodinová klimadata dle studie STP (venkovní osvětlenosti E).

Profil č.: 1      Název: <b>Obytné budovy - rodinný dům - prostor bytu</b>														
	Vnitřní výpočtová teplota pro vytápění	Vnitřní výpočtová teplota pro chlazení	Intenzita větrání	Měrný objemový průtok čerstvého vzduchu vztažený k měrné jednotce (osoby apod.)	Minimální výpočtová relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro režim úpravy vlhkosti	Maximální výpočtová relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro režim úpravy vlhkosti	Produkce vlhkosti	Hodinová spotřeba teplé vody	Obsazenost	Měrné tepelné zisky od osob (čteřné)	Měrné tepelné zisky od vybavení	Korekční čísel prolného využití zóny	Požadovaná osvětlenost	
hodina	$\theta_{i,j}$ °C	$\theta_{c,j}$ °C	I 1/h	$V_e$ m <sup>3</sup> /h/os	$rh_{Lmin}$ %	$rh_{Lmax}$ %	$M_w$ g/h/m <sup>2</sup>	$V_w$ l/h/os	$n_{oc}$ m <sup>2</sup> /os	$q_{oc}$ W/m <sup>2</sup>	$q_{AP}$ W/m <sup>2</sup>	$F_{CA}$ -	$\dot{E}_m$ lx	
pondělí až pátek (typ dne 1)	1	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	2	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	3	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	4	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	5	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	6	20	26	0,30	-	30	70	1,50	1,20	40,00	1,75	0,15	0,05	150,00
	7	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,40	53,33	1,31	1,50	0,15	150,00
	8	20	26	0,30	-	30	70	0,75	3,20	80,00	0,88	1,50	0,25	150,00
	9	20	26	0,30	-	30	70	0,38	1,60	160,00	0,44	0,75	0,15	150,00
	10	20	26	0,30	-	30	70	0,38	1,20	160,00	0,44	0,45	0,15	150,00
	11	20	26	0,30	-	30	70	0,38	1,20	160,00	0,44	0,45	0,15	150,00
	12	20	26	0,30	-	30	70	0,38	2,00	160,00	0,44	0,75	0,25	150,00
	13	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,20	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	14	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,60	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	15	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,60	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	16	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,00	53,33	1,31	1,75	0,25	150,00
	17	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,40	53,33	1,31	1,50	0,50	150,00
	18	20	26	0,30	-	30	70	1,13	3,20	53,33	1,31	2,25	0,50	150,00
	19	20	26	0,30	-	30	70	1,50	4,00	40,00	1,75	2,25	0,50	150,00
	20	20	26	0,30	-	30	70	1,50	4,00	40,00	1,75	3,00	0,50	150,00
	21	20	26	0,30	-	30	70	1,50	3,20	40,00	1,75	3,00	0,50	150,00
	22	20	26	0,30	-	30	70	1,50	2,80	40,00	1,75	1,50	0,25	150,00
	23	20	26	0,30	-	30	70	1,50	1,20	40,00	1,75	0,75	0,25	150,00
	24	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,05	150,00
sobota (typ dne 2), neděle (typ dne 3), svátek (typ dne 4)	1	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	2	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	3	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	4	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	5	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	6	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,40	40,00	1,75	0,15	0,00	0,00
	7	20	26	0,30	-	30	70	1,13	1,20	53,33	1,31	1,50	0,05	150,00
	8	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,40	53,33	1,31	1,50	0,15	150,00
	9	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,40	53,33	1,31	0,75	0,25	150,00
	10	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,20	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	11	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,20	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	12	20	26	0,30	-	30	70	1,50	2,80	40,00	1,75	1,50	0,25	150,00
	13	20	26	0,30	-	30	70	1,50	2,80	40,00	1,75	0,75	0,25	150,00
	14	20	26	0,30	-	30	70	1,13	1,60	53,33	1,31	0,75	0,25	150,00
	15	20	26	0,30	-	30	70	0,75	1,60	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	16	20	26	0,30	-	30	70	0,75	2,00	80,00	0,88	0,75	0,25	150,00
	17	20	26	0,30	-	30	70	0,75	2,40	80,00	0,88	1,50	0,25	150,00
	18	20	26	0,30	-	30	70	1,13	2,80	53,33	1,31	2,25	0,50	150,00
	19	20	26	0,30	-	30	70	1,50	3,20	40,00	1,75	2,25	0,50	150,00
	20	20	26	0,30	-	30	70	1,50	4,00	40,00	1,75	3,00	0,50	150,00
	21	20	26	0,30	-	30	70	1,50	4,00	40,00	1,75	3,00	0,50	150,00
	22	20	26	0,30	-	30	70	1,50	2,80	40,00	1,75	1,50	0,25	150,00
	23	20	26	0,30	-	30	70	1,50	1,20	40,00	1,75	0,75	0,25	150,00
	24	20	26	0,30	-	30	70	1,50	0,00	40,00	1,75	0,15	0,05	150,00

Z výše uvedeného porovnání jenom počtu stanovení hodin tD (1200 vs. 654) a tN (800 vs. 2556) je patrné, že musí dojít k rozdílu ve výpočtu spotřeby elektriny na umělé osvětlení mezi měsíčním a hodinovým výpočtem. Už jenom tady je rozdíl, nehledě na další údaje v profilu užívání z hlediska požadavků na umělé osvětlení mezi předdefinovanými profily pro měsíční a hodinový výpočet. Ale o tom zase v dalším článku.

### Již jsme na toto téma napsali:

[HOD vs. MĚS - část 1.: vliv klimadat](#)

[HOD vs. MĚS - část 2A.: vliv profilů užívání \(teplota, větrání, vnitřní tepelné zisky od osob a spotřebičů\)](#)

[HOD vs. MĚS - část 3.: ekvivalentní profily užívání?](#)

[HOD vs. MĚS - část 4.: \(ne\)spojitost výpočtu](#)

<http://deksoft.eu/technicke-forum/technicka-knihovna/story-212>