

ZADANIE 1.

DANE:

$A = 75 \text{ m}^2$ - powierzchnia użytkowa $t_0 = 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}$ - całkowity czas wykorzystania oświetlenia w ciągu roku
 $E = 300 \text{ lx}$ - eksploatacyjne natężenie oświetlenia
 $\eta = 80 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$ - skuteczność światła zastosowanych źródeł światła

Oblężni:

E_{Lj} - norme jednostkowe zapotrzebowanie energii na oświetlenie

E_L - norme zapotrzebowanie energii na oświetlenie

P_j - moc jednostkowa zastosowanych źródeł światła

P_{js} - moc jednostkowa szeregowana

Rozważenie:

Założenia: $F_c = 1$ - brak systemów utrzymujących natężenie ośr. na wymagany poziomie
 $F_D = 1$ - brak systemów wykorzystujących światło dienne
 $F_o = 1$ - brak systemów uwzględniających nieobecność pracowników
 $m = 0$ - brak systemów oświetlenia awaryjnego
 $n = 0$ - brak systemów oświetlenia zapasowego

$$E_L = w_e \cdot E_{ELj} \cdot A \quad E_{Lj} = w_e \cdot E_{ELj}$$

E_{ELj} - norme jednostkowe zapotrzebowanie energii elektrycznej na oświetlenie

$$E_{ELj} = \frac{P_j \cdot t_0}{1000 \frac{\text{Wh}}{\text{kWh}}} \quad \text{- wzór postępy po uproszczeniu (uwzględnieniu założenia) wzoru ze str 55 z wykładu.}$$

$$\textcircled{1} P_j = \frac{P_{ol}}{A} \quad P_{ol} - \text{moc cyfrowa źródeł światła (całkowita)}$$

$$\textcircled{2} E = \frac{\Phi}{A} \quad E - \text{eksploatacyjne natężenie oświetlenia} \quad \Phi - \text{całkowity strumień światła}$$

$$\textcircled{3} \eta = \frac{\Phi}{P_{ol}}$$

ze wzoru ① wyznaczamy P_d :

$$P_d = P_j \cdot A$$

ze wzoru ② wyznaczamy Φ :

$$\Phi = E \cdot A$$

do wzoru ③ podstawiamy P_d i Φ ze wzorów ① i ②:

$$\eta = \frac{E \cdot A}{P_j \cdot A} = \frac{E}{P_j}$$

takie założenie można wykonać jedynie przy założeniu, że cała energia słoneczna emitowana przez źródło światła dociera do powierzchni wykonanej z materiału, jednocześnie dając dobre oświetlenie w miejscu pracy !!! Bez tego założenia η nie może być skutecznym wynikiem z not kalendarzowych

z powyższego wzoru: $P_j = \frac{E}{\eta}$

$$P_j = \frac{300 \text{ lx}}{80 \frac{\text{lx}}{\text{W}}} = 3,75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] = \left[\frac{\text{lx}}{\frac{\text{lm}}{\text{W}}} \right] = \left[\frac{\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{lm}}{\text{W}}} \right] = \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

$$P_{js} = \frac{P_j}{\frac{E}{100 \text{ lx}} \cdot 100 \text{ lx}} = \frac{3,75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{\frac{300 \text{ lx}}{100 \text{ lx}} \cdot 100 \text{ lx}} = \frac{3,75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{3 \cdot 100 \text{ lx}} = 1,25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot 100 \text{ lx}}$$

Odniesienie mocy jednostkowej skorygowanej jest wyprzedzonym skutecznym oświetleniem:

$$\eta = \frac{1}{P_{js}}$$

$$E_{ELj} = \frac{P_j \cdot t_0}{1000 \frac{\text{Wh}}{\text{kWh}}} = \frac{3,75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{Wh}}{\text{kWh}}} = 7,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}$$

$$E_{EL} = E_{ELj} \cdot A = 7,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 75 \text{ m}^2 = 562,5 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$E_{Lj} = \eta_c \cdot E_{ELj} = 20,25 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}$$

$$E_L = 1518,75 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}$$

ZADANIE 2

Dane:

$A = 880 \text{ m}^2$ - powierzchnia użytkowa

$E = 500 \text{ lx}$ - ekwibalansowe natężenie oświetlenia

$P_j = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ - moc jednostkowa zainstalowanych źródeł światła

$t_0 = t_D + t_N = 2500 \frac{\text{h}}{\text{r}}$ - czas użytkowania oświetlenia zgodnie z Rozp.

Obliczyć:

E_{EL} - wzne zapotrzebowanie energii na oświetlenie

R_L - wskaźnik zapotrzebowania energii na oświetlenie

η - skuteczność świetlną wypadkową

Przebieganie

Założenia: takie jak w zadaniu poprzednim czyli: $F_c = F_D = F_0 = 1$
 $n = m = 0$

$$E_{ELj} = \frac{P_j (t_D + t_N)}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} = \frac{P_j t_0}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \quad \text{- wzór ten jest uproszczeniem wzoru ze str. 55 z uwzględnieniem przy uwzględnieniu powyższych założeń}$$

$$E_{ELj} = \frac{15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2500 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} = 37,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \quad \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \right] = \left[\frac{\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{h}}{\text{r}}}{\frac{\text{W}}{\text{kW}}} \right] = \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \right]$$

$$E_L = \eta_e \cdot E_{ELj} \cdot A = 2,7 \cdot 37,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 880 \text{ m}^2 = 89100 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$P_j = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad E = 500 \text{ lx}$$

Korzystając ze wzoru $P_j = \frac{E}{\eta}$ wyznaczamy:

$$\eta = \frac{E}{P_j} = \frac{500 \text{ lx}}{15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = 33 \frac{\text{lm}}{\text{W}} \quad \left[\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right] = \left[\frac{\text{lx}}{\frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \right] = \left[\frac{\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \right] = \left[\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right]$$

$$R_L = \frac{E_L}{E_{LR}}$$

E_{LR} - wzne ~~jednostkowe~~ zapotrzebowanie energii na oświetlenie w budynku referencyjnym

$$ELR = \eta_e \cdot ELR_j \cdot A$$

ELR_j - roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii na oświetlenie w budynku referencyjnym zgodnie z tabelą sporządzoną w Rozp. Przedstawiona jest ona na str. 67 wykładu.

w przypadku budynku biurowego, w którym eksploatacyjne natężenie oświetlenia wynosi $500lx$ ELR_j równe jest $50 \frac{kWh}{m^2 \cdot r}$

$$ELR = 2,7 \cdot 50 \frac{kWh}{m^2 \cdot r} \cdot 880 m^2 = 118800 \frac{kWh}{r}$$

$$R_L = \frac{89100 \frac{kWh}{r}}{118800 \frac{kWh}{r}} = 0,75$$

ZADANIE 3

Dane:

$A = 880 \text{ m}^2$ - powierzchnia użytkowa

$E = 500 \text{ lx}$ - eksploatacyjne natężenie oświetlenia

$P_j = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ - moc jednostkowa uzyskująca z zainstalowanych źródeł światła

$t_0 = t_D + t_N = 2500 \frac{\text{h}}{\text{r}}$ - czas użytkowania oświetlenia zgodnie z Rozp.

Obliczyć:

$$t_D = 2250 \frac{\text{h}}{\text{r}} \quad t_N = 250 \frac{\text{h}}{\text{r}}$$

E_L - norme zapotrzebowanie energii na oświetlenie

R_L - wskaźnik zapotrzebowania energii na oświetlenie

Rozwiązanie:

Założenia: wszystkie możliwe systemy oświetlenia są wykorzystane poza systemem utrzymującym natężenie oświetlenia na wymagany poziomie ($F_0 = 1$). Wartości współczynników F_0, F_c, m, n przyjęte zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury ich wartości zestawione są na str. 57 i 58 ugiładu.

$$F_0 = 0,9, \quad F_c = 0,9, \quad m = 1, \quad n = 1$$

$$E_{ELj} = F_c \cdot \frac{P_j \cdot F_0 (F_0 t_N + t_0)}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} + m + n \cdot \frac{5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}}{t_y} [t_y - t_0]$$

$t_y = 8760 \frac{\text{h}}{\text{r}}$ - czas pracy jednego roku odliczeniowego (365 dni \cdot 24 $\frac{\text{h}}{\text{doba}}$)

$$E_{ELj} = 1 \cdot \frac{15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,9 \cdot (0,9 \cdot 2250 \frac{\text{h}}{\text{r}} + 250 \frac{\text{h}}{\text{r}})}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} + 1 + \frac{5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}}{8760 \frac{\text{h}}{\text{r}}} [8760 \frac{\text{h}}{\text{r}} - 2500 \frac{\text{h}}{\text{r}}]$$

$$= 30,7125 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} + 1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} + 3,573 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \approx 35,28 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}}$$

$$E_L = w_e \cdot E_{ELj} \cdot A = 2,7 \cdot 35,28 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 880 \text{ m}^2 \approx 838,38 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

E_{LR} - tak jak w zadaniu poprzednim

$$E_{LR} = w_e \cdot E_{ELj} \cdot A = 2,7 \cdot 50 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 880 \text{ m}^2 = 118800 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$R_L = \frac{E_L}{E_{LR}} = \frac{838,38 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}}{118800 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}} \approx 0,70$$

ZADANIE 4

Dane:

$A_1 = 140 \text{ m}^2$ - powierzchnia wyłkowa pierwszego pomieszczenia

$A_2 = 84 \text{ m}^2$ - powierzchnia wyłkowa drugiego pomieszczenia

$\eta_1 = 100 \text{ lm/W}$ - skuteczność źródeł światła zastosowanych w pierwszym pomieszczeniu

$\eta_2 = 15 \text{ lm/W}$ - skuteczność źródeł światła zastosowanych w drugim pomieszczeniu

$E_1 = 300 \text{ lx}$ - eksploatacyjne natężenie oświetlenia w pierwszym pomieszczeniu

$E_2 = 200 \text{ lx}$ - eksploatacyjne natężenie oświetlenia w drugim pomieszczeniu

$t_0 = t_D + t_N = 2000 \text{ h}$ - czas wyłączenia oświetlenia w pomieszczeniu (zgodnie z Rozporządzeniem)

Obliczyć:

R_L - wskaźnik zapotrzebowania energii na oświetlenie w dwóch sytuacjach:

a) gdy pierwsze pomieszczenie oświetlane jest ze źródłem światła o skuteczności 100 lm/W , a drugie oświetlane jest źródłem światła o sk. 15 lm/W

b) gdy sytuacja pierwsze pomieszczenie oświetlane jest źródłami światła o sk. 15 lm/W , a drugie źródłami światła o sk. 100 lm/W .

Rozwiązanie: Zakładamy brak systemu sterowania oświetleniem: $f_c = f_o = f_D = 1$
 $n = n_0 = 0$

(a) Obliczamy moc jednostkowe w pomieszczeniach ze wzoru $P_j = \frac{E}{\eta}$

- dla pom. o pow $A = 140 \text{ m}^2$ i $E = 300 \text{ lx}$ $P_{j1} = \frac{300 \text{ lx}}{100 \frac{\text{lm}}{\text{W}}} = 3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

- dla pom. o pow $A = 84 \text{ m}^2$ i $E = 200 \text{ lx}$ $P_{j2} = \frac{200 \text{ lx}}{15 \frac{\text{lm}}{\text{W}}} = 13,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

$$EEL_j = \frac{P_j (t_D + t_N)}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \quad EEL = EEL_j \cdot A$$

w naszym przypadku: $EEL = \frac{P_{j1} \cdot (t_D + t_N)}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} A_1 + \frac{P_{j2} \cdot (t_D + t_N)}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} A_2$

podstawiając wartości lubowe otrzymujemy:

$$EEL = \frac{3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \cdot 140 \text{ m}^2 + \frac{13,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \cdot 84 \text{ m}^2 =$$

$$= 840 \frac{\text{kWh}}{\text{r}} + 2234,4 \frac{\text{kWh}}{\text{r}} = 3074,4 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$E_{\text{Lc}} = E_{\text{LRj}} (A_1 + A_2)$$

E_{LRj} - wartości jednostkowego samego zapotrzebowanie na energię w budynku referencyjnym trzeba wyliczyć na podstawie tabeli zawartej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury
obliczamy wartości średnich wartości eksploatacyjnego metrażu oświetlenia w budynku

$$E_{\text{AVG}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i}{A_c} \quad \text{w naszym przypadku } n=2$$

$$E_{\text{AVG}} = \frac{E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} = \frac{140 \text{ m}^2 \cdot 300 \text{ lx} + 84 \text{ m}^2 \cdot 200 \text{ lx}}{224 \text{ m}^2} = 262,5 \text{ lx}$$

E_{LRj} wyliczamy z proporcji:

$$\begin{array}{r} 200 \text{ lx} - 16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ r}} \\ 262,5 \text{ lx} - x \end{array}$$

$$x = \frac{262,5 \text{ lx} \cdot 16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ r}}}{200 \text{ lx}} = 21 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ r}}$$

$$E_{\text{LR}} = E_{\text{LRj}} (A_1 + A_2) = 21 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ r}} \cdot 224 \text{ m}^2 = 4704 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$R_L = \frac{E_L}{E_{\text{LR}}} = \frac{3074,4 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}}{4704 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}} = 0,65$$

(b) Obliczamy moc jednostkowe w pomieszczeniach przy założeniu średni światła.

- dla pom. o pow $A=140 \text{ m}^2$ i $E=300 \text{ lx}$ $P_{j1} = \frac{300 \text{ lx}}{15 \frac{\text{lx}}{\text{W}}} = 20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

- dla pom. o pow $A=84 \text{ m}^2$ i $E=200 \text{ lx}$ $P_{j2} = \frac{200 \text{ lx}}{100 \frac{\text{lx}}{\text{W}}} = 2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

wykonujemy analogiczne obliczenia jak poprzednio:

$$E_{\text{EL}} = \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \cdot 140 \text{ m}^2 + \frac{2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2000 \frac{\text{h}}{\text{r}}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \cdot 84 \text{ m}^2 = 5936 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$E_{\text{LR}} = 4704 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$ - takie jak poprzednio

$$R_L = \frac{5936 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}}{4704 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}} = 1,26$$

ZADANIE 7

Dane:

$P_{js} = 1,6 \frac{W}{m^2 \cdot 100lx}$ - moc szczytowa zainstalowanego oświetlenia

Eksploatacyjne natężenie oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach:

- $815 m^2$ - $E_1 = 500lx$ pomieszczenie biurowe
 - $415 m^2$ - $E_2 = 750lx$ pomieszczenie kieszonkowe
 - $180 m^2$ - $E_3 = 500lx$ pokój konferencyjny
 - $250 m^2$ - $E_4 = 100lx$ korytarz
 - $70 m^2$ - $E_5 = 150lx$ klatki schodowe
 - $100 m^2$ - $E_6 = 200lx$ łazienki i toalety
 - $80 m^2$ - $E_7 = 300lx$ portienie i bufet
- } zgodnie z
Wzrost PN-EN 12466

Obliczyć: $t_D = 2250 \frac{h}{r}$ $t_N = 250 \frac{h}{r}$ - okres użytkowania

E_L - równe zapotrzebowanie energii na oświetlenie

R_L - wskaźnik równego zapotrzebowania energii na oświetlenie

η - skuteczność świetlna rozporowatego źródła światła

Rozwiązanie:

Założenia: $F_c = F_o = F_D = 1$ $m = n = 0$

$$\eta = \frac{1}{P_{js}} = \frac{100lx \cdot m^2}{1,6W} = 62,5 \frac{lm}{W}$$

Obliczamy średnie natężenie eksploatacyjnego natężenie oświetlenia:

$$E_{AVG} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot A_2 + E_3 \cdot A_3 + E_4 \cdot A_4 + E_5 \cdot A_5 + E_6 \cdot A_6 + E_7 \cdot A_7}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7}$$

$$= \dots = 465lx$$

Obliczamy moc jednostkową: $P_N = \frac{E_{AVG}}{\eta} = \frac{465lx}{62,5lm/W} = 7,44 \frac{W}{m^2}$

$$E_{ELI} = \frac{P_N \cdot (t_D + t_N)}{1000 \frac{Wh}{m^2}} = 18,6 \frac{kWh}{m^2 \cdot r}$$

$$E_{EL} = E_{ELj} (A_1 + A_2 + \dots + A_7) = 18,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 1910 \text{m}^2 =$$

$$= 35526 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$E_L = w_e \cdot E_{EL} = 2,7 \cdot 35526 \frac{\text{kWh}}{\text{r}} = 95920 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

Obliczamy normę zapotrzebowania energii na ogrzanie w budynku referencyjnym:

$$E_{LR} = w_e E_{LRj} \cdot A$$

E_{LRj} - obliczamy z proporcji na podst tabeli zawartej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury (str 67 załącznik)

$$\begin{array}{l} 465 \text{ lx} - x \\ 500 \text{ lx} - 50 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \end{array} \Rightarrow x = 46,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} = E_{LRj}$$

$$E_{LR} = 2,7 \cdot 46,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{r}} \cdot 1910 \text{m}^2 = 239800 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}$$

$$R_L = \frac{E_L}{E_{LR}} = \frac{95920 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}}{239800 \frac{\text{kWh}}{\text{r}}} = 0,4$$