

Zamówienie jest współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach poddziałania 4.1.3 Innowacyjne metody zarządzania badaniami Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, w ramach projektu pn. Podniesienie poziomu innowacyjności gospodarki poprzez realizację przedsięwzięć badawczych w trybie innowacyjnych zamówień publicznych w celu wsparcia realizacji strategii Europejskiego Zielonego Ładu zgodnie z umową z dnia 3 lipca 2020 r. numer POIR.04.01.03-00-0001/20-00.

## Środowiskowa jakość powietrza. Metoda obliczeń.

Środowiskowa jakość powietrza EAQ w Sali lekcyjnej rozumiana jako suma średnich wskaźników zmiany przyrostu stężenia dwutlenku węgla, koncentracji cząstek PM2.5 oraz zużycia energii elektrycznej w trakcie referencyjnego profilu zapotrzebowania na wentylację Sali lekcyjnej zgodnie z Załącznikiem 3.2 do Załącznika nr 3 - Działanie 1. Wymagania konkursowe. Arkusz kalkulacyjny, zakładka "Program Praca Profil".

Środowiskowa jakość powietrza należy obliczyć ze wzoru 1:

$$EAQ = 0,3 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( \left( 1 - \frac{\Delta CO_{2,L1}}{\Delta CO_{2,limit}} \right) + \left( 1 - \frac{\Delta CO_{2,L2}}{\Delta CO_{2,limit}} \right) \right) + 0,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( \left( 1 - \frac{PM_{2.5,L1}}{PM_{2.5,limit}} \right) + \left( 1 - \frac{PM_{2.5,L2}}{PM_{2.5,limit}} \right) \right) + 0,2 \cdot \left( \left( 1 - \frac{P_{e,L1}}{P_{e,limit}} \right) + \left( 1 - \frac{P_{e,L2}}{P_{e,limit}} \right) \right) \quad (1)$$

gdzie:

EAQ – środowiskowa jakość powietrza w Sali lekcyjnej,

$\Delta CO_{2,limit}$  – maksymalny przyrost stężenia dwutlenku węgla pomiędzy powietrzem wewnętrznym a zewnętrznym, ppm,

Jako maksymalny przyrost stężenia dwutlenku węgla, Zamawiający przyjmuje wartość **550 ppm**.

$\Delta CO_{2,L1}$  – średni przyrost stężenia dwutlenku węgla w trakcie lekcji L1, obliczony zgodnie ze wzorem (2)

$$\Delta CO_{2,L1} = \frac{\Delta CO_{2,L1,1} + \Delta CO_{2,L1,2} + \Delta CO_{2,L1,3} + \Delta CO_{2,L1,4} + \Delta CO_{2,L1,5} + \Delta CO_{2,L1,6} + \Delta CO_{2,L1,7} + \Delta CO_{2,L1,8} + \Delta CO_{2,L1,9}}{9} \quad [ppm] \quad (2)$$

$\Delta CO_{2,L2}$  – średni przyrost stężenia dwutlenku węgla w trakcie lekcji L2, obliczony zgodnie ze wzorem (3)

$$\Delta CO_{2,L2} = \frac{\Delta CO_{2,L2,1} + \Delta CO_{2,L2,2} + \Delta CO_{2,L2,3} + \Delta CO_{2,L2,4} + \Delta CO_{2,L2,5} + \Delta CO_{2,L2,6} + \Delta CO_{2,L2,7} + \Delta CO_{2,L2,8} + \Delta CO_{2,L2,9}}{9} \quad [ppm] \quad (3)$$

gdzie:

$\Delta CO_{2,L1,1} \dots \Delta CO_{2,L1,9}$  – średni przyrost stężenia dwutlenku węgla, mierzony dla dziewięciu 5-minutowych okresów od rozpoczęcia pracy Systemu wentylacji A w Programie Praca, Lekcja L1, [ppm],

$\Delta CO_{2,L2,1} \dots \Delta CO_{2,L2,9}$  – średni przyrost stężenia dwutlenku węgla, mierzony dla dziewięciu 5-minutowych okresów od rozpoczęcia pracy Systemu wentylacji A w Programie Praca, Lekcja L2, [ppm],

Średni przyrost stężenia dwutlenku węgla, mierzony co 5 minut nie może przekroczyć wartości 550 ppm. Obliczenia należy wykonać na podstawie wzoru 4, przy czym dla  $Lx,y$  indeks  $x$  – przyjmuje wartość 1 lub 2, natomiast dla indeks  $y$  przyjmuje wartość od 1 do 9.

$$\Delta CO_{2,Lx,y} = \left( \frac{C_{CO2,Lx,y,1} + C_{CO2,Lx,y,2} + C_{CO2,Lx,y,3} + C_{CO2,Lx,y,4} + C_{CO2,Lx,y,5} + C_{CO2,Lx,y,6}}{6} \right) - C_{CO2,zewn.} \quad (4)$$

gdzie:

$C_{CO2.Lx.y.1} \dots C_{CO2.Lx.y.6}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w danym punkcie pomiarowym od P1...P6, przy czym Lx,y indeks x – przyjmuje wartość 1 lub 2, natomiast indeks y przyjmuje wartość od 1 do 9.  
 $C_{CO2.zewn.}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w czepni powietrza Systemu wentylacyjnego A, ppm.

$PM2.5_{limit}$  – maksymalna koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$ ,  $\mu g/m^3$ ,  
 Jako maksymalną koncentrację pyłów zawieszonych  $PM2.5$ , Zamawiający przyjmuje wartość  $35 \mu g/m^3$ .

$PM2.5_{zewn.}$  dla lekcji L1 oraz dla przerwy ją poprzedzającej koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$  będzie odpowiadać Indeksowi Jakości Powietrza zewnętrznego „Zły” i wynosić  $90 \pm 15 \mu g/m^3$ , natomiast dla Lekcji L2 oraz dla przerwy ją poprzedzającej i występującej po niej, będzie odpowiadać Indeksowi Jakości Powietrza „Bardzo zły” tzn. koncentracja pyłów  $PM2.5$  będzie wynosić  $130 \pm 20 \mu g/m^3$ .

$PM2.5_{L1}$  – średnia koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$  w trakcie Lekcji L1, obliczona zgodnie ze wzorem 6.

$$PM2.5_{L1} = \frac{PM2.5_{L1.1} + PM2.5_{L1.2} + PM2.5_{L1.3} + PM2.5_{L1.4} + PM2.5_{L1.5} + PM2.5_{L1.6}}{6} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right] \quad (6)$$

$PM2.5_{L2}$  – średnia koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$  w trakcie lekcji L2, obliczona zgodnie ze wzorem 7.

$$PM2.5_{L2} = \frac{PM2.5_{L2.1} + PM2.5_{L2.2} + PM2.5_{L2.3} + PM2.5_{L2.4} + PM2.5_{L2.5} + PM2.5_{L2.6}}{6} \left[ \frac{\mu g}{m^3} \right] \quad (7)$$

gdzie:

$PM2.5_{L1.1} \dots PM2.5_{L1.6}$  – średnia koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$  w trakcie lekcji L1 w poszczególnych punktach pomiarowych P1 - P6,  $\mu g/m^3$ .

$PM2.5_{L2.1} \dots PM2.5_{L2.6}$  – średnia koncentracja pyłów zawieszonych  $PM2.5$  w trakcie lekcji L2 w poszczególnych punktach pomiarowych P1 - P6,  $\mu g/m^3$ .

$P_{e.limit}$  – maksymalne, sumaryczne zużycie energii elektrycznej przez System wentylacji A w trakcie lekcji 45-minutowej, Wh,

Jako maksymalne, sumaryczne zużycie energii elektrycznej przez System wentylacji A, Zamawiający przyjmuje wartość 2760 Wh.

$P_{e.L1}$  – sumaryczne zużycie energii elektrycznej przez System wentylacji A w trakcie Lekcji L1, Wh,

$P_{e.L2}$  – sumaryczne zużycie energii elektrycznej przez System wentylacji A w trakcie lekcji L2, Wh,

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Mikrobiologiczna jakość powietrza. Metoda obliczeń.

Mikrobiologiczna jakość powietrza IAQ w Sali lekcyjnej rozumiana jako zmiana liczby jednostek tworzących kolonie dla aerozolu bakteryjnego GRAM(-) oraz GRAM(+). Strumień powietrza wentylacyjnego ustawiany ręcznie przez Zamawiającego w Programie Praca Manual oddzielnie dla każdego testu, określony na podstawie wyników uzyskanych w trakcie realizacji badań wymagania konkursowego 7.1.

Mikrobiologiczną jakość powietrza należy IAQ obliczyć ze wzoru (1):

$$IAQ = 0,4 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \sum_n^3 JTK_{G-n} \right) + 0,6 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \sum_n^3 JTK_{G+n} \right) \quad (1)$$

gdzie:

IAQ – mikrobiologiczna jakość powietrza w Sali lekcyjnej,

$JTK_{G-n}$  – zmiana, średniej liczby jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) w trakcie 45 minut oraz dla  $n=3$  powtórzeń,

$JTK_{G+n}$  – zmiana, średniej liczby jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(+) w trakcie 45 minut oraz dla  $n=3$  powtórzeń.

Zmianę średniej liczby jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) oblicza się na podstawie wzoru 2.

$$JTK_{G-n} = \frac{JTK_{G-Pn.sr} - JTK_{G-Kn.sr}}{JTK_{G-Pn.sr}} \quad (2)$$

gdzie:

$n$  – liczba powtórzeń. Zamawiający przyjmuje przeprowadzenie 3 serie powtórzeń.

$JTK_{G-Pn.sr}$  – zmierzona, średnia liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-), na początku programu Praca Manual uśredniona dla 3 punktów pomiarowych M1, M2 i M3, obliczona na podstawie wzoru 3.

$JTK_{G-Kn.sr}$  – zmierzona, średnia liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-), na końcu programu Praca Manual uśredniona dla 3 punktów pomiarowych M1, M2 i M3, obliczona na podstawie wzoru 4.

$$JTK_{G-Pn.sr} = \frac{1}{3} \cdot (JTK_{G-Pn.1} + JTK_{G-Pn.2} + JTK_{G-Pn.3}), \text{ jtk/m}^3 \quad (3)$$

gdzie:

$JTK_{G-Pn.1}$ ,  $JTK_{G-Pn.2}$ ,  $JTK_{G-Pn.3}$  – zmierzona liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) na początku programu Praca Manual odpowiednio w poszczególnych punktach pomiarowych M1, M2 i M3, jtk/m<sup>3</sup>

$$JTK_{G-Kn.sr} = \frac{1}{3} \cdot (JTK_{G-Kn.1} + JTK_{G-Kn.2} + JTK_{G-Kn.3}), \text{ jtk/m}^3 \quad (4)$$

gdzie:

$JTK_{G-Pn.1}$ ,  $JTK_{G-Pn.2}$ ,  $JTK_{G-Pn.3}$  – zmierzona liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) na końcu programu Praca Manual odpowiednio w poszczególnych punktach pomiarowych M1, M2 i M3, jtk/m<sup>3</sup>.

Zmianę średniej liczby jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(+) oblicza się na podstawie wzoru 5.

$$JTK_{G+n} = \frac{JTK_{G+Pn.sr} - JTK_{G+Kn.sr}}{JTK_{G+Pn.sr}}, \text{ jtk/m}^3 \quad (5)$$

gdzie:

n – liczba powtórzeń. Zamawiający przyjmuje przeprowadzenie 3 serii powtórzeń.

$JTK_{G+Pn.sr}$  – zmierzona, średnia liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(+), na początku programu Praca Manual uśredniona dla 3 punktów pomiarowych M1, M2 i M3, obliczona na podstawie wzoru 6.

$JTK_{G+Kn.sr}$  – zmierzona, średnia liczba jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(+), na końcu programu Praca Manual uśredniona dla 3 punktów pomiarowych M1, M2 i M3, obliczona na podstawie wzoru 7.

$$JTK_{G+Pn.sr} = \frac{1}{3} \cdot (JTK_{G-Pn.1} + JTK_{G-Pn.2} + JTK_{G-Pn.3}), \text{ jtk/m}^3 \quad (6)$$

gdzie:

$JTK_{G+Pn.1}$ ,  $JTK_{G+Pn.2}$ ,  $JTK_{G+Pn.3}$  – oznaczają, zmierzoną liczbę jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) na końcu programu Praca Manual odpowiednio w poszczególnych punktach pomiarowych M1, M2 i M3, jtk/m<sup>3</sup>.

$$JTK_{G+Kn.sr} = \frac{1}{3} \cdot (JTK_{G-Kn.1} + JTK_{G-Kn.2} + JTK_{G-Kn.3}), \text{ jtk/m}^3 \quad (7)$$

gdzie:

$JTK_{G+Kn.1}$ ,  $JTK_{G+Kn.2}$ ,  $JTK_{G+Kn.3}$  – oznaczają, zmierzoną liczbę jednostek tworzących kolonie aerozolu bakteryjnego GRAM(-) na końcu programu Praca Manual odpowiednio w poszczególnych punktach pomiarowych M1, M2 i M3, jtk/m<sup>3</sup>.

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Efektywność wentylacji. Metoda obliczeń.

Całkowita efektywność wentylacji pomieszczenia rozumiana jako średnia efektywność wentylacji dla Programu Praca Profil obliczona dla Lekcji L1 oraz Lekcji L2, zgodnie z załącznikiem Załącznik 3.1 do Załącznika nr 3 – Działanie 1. Wymagania konkursowe. Arkusz kalkulacyjny. zakładka "Program Praca Profil".

Całkowitą efektywność wentylacji należy obliczyć ze wzoru (1):

$$\varepsilon_{tot} = 0,4 \cdot \varepsilon_{L1} + 0,6 \cdot \varepsilon_{L2} \quad (1)$$

gdzie:

$\varepsilon_{tot}$  – całkowita efektywność wentylacji,

$\varepsilon_{L1}$  – średnia efektywność wentylacji dla Lekcji L1, obliczona na podstawie wzoru (2)

$\varepsilon_{L2}$  – średnia efektywność wentylacji dla Lekcji L2, obliczona na podstawie wzoru (4)

$$\varepsilon_{L1} = \left( \frac{C_{CO2,usuwane} - C_{CO2,nawiew}}{C_{CO2,L1.sr} - C_{CO2,nawiew}} \right) \quad (2)$$

gdzie:

$\varepsilon_{CO2,usuwane}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w powietrzu usuwanym z 45 minut, ppm,

$\varepsilon_{CO2,nawiew}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w powietrzu nawiewanego z 45 minut, ppm,

$\varepsilon_{CO2,L1, sr}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w trakcie lekcji L1 w punkcie pomiarowych P1...P6 dla 45 minut, obliczona na podstawie wzoru (3), ppm,

$$C_{CO2,L1.sr} = \frac{(C_{CO2,L1.1} + C_{CO2,L1.2} + C_{CO2,L1.3} + C_{CO2,L1.4} + C_{CO2,L1.5} + C_{CO2,L1.6})}{6} \quad (3)$$

gdzie:

$C_{CO2,L1, 1... C_{CO2,L1, 6}}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w trakcie Lekcji L1 z danego punktu pomiarowego P1...P6, dla 45 minut,

$$\varepsilon_{L2} = \left( \frac{C_{CO2,usuwane} - C_{CO2,nawiew}}{C_{CO2,L2.sr} - C_{CO2,nawiew}} \right) \quad (4)$$

gdzie:

$\varepsilon_{CO2,L2, sr}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w trakcie Lekcji L2 w punkcie pomiarowych P1...P6 dla 45 minut, obliczona na podstawie wzoru 5, ppm,

$$C_{CO2,L2.sr} = \frac{(C_{CO2,L2.1} + C_{CO2,L2.2} + C_{CO2,L2.3} + C_{CO2,L2.4} + C_{CO2,L2.5} + C_{CO2,L2.6})}{6} \quad (5)$$

gdzie:

$C_{CO2,L2, 1... C_{CO2,L2, 6}}$  – średnie stężenie dwutlenku węgla w trakcie Lekcji L2 z danego punktu pomiarowego P1...P6, dla 60 minut,

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Odzysk ciepła i chłodu. Metoda obliczeń.

Całkowity odzysk ciepła rozumiany jako suma cząstkowych współczynników odzysku ciepła i chłodu dla wybranych parametrów powietrza zewnętrznego tj. -15°C, -7°C, 7°C, 24°C i 28°C. Strumień powietrza wentylacyjnego ustawiany ręcznie przez Zamawiającego w Programie Praca Manual, określony na podstawie wyników uzyskanych w trakcie realizacji badań Wymagania Konkursowego 7.1.

Całkowity odzysk ciepła i chłodu należy obliczyć ze wzoru 1:

$$\eta_t = 0,3 \cdot \eta_{t,-15} + 0,25 \cdot \eta_{t,-7} + 0,1 \cdot \eta_{t,7} + 0,1 \cdot \eta_{t,24} + 0,25 \cdot \eta_{t,28} \quad (1)$$

gdzie:

$\eta_t$  – całkowity odzysku ciepła i chłodu,

$\eta_{t,-15}$  – zmierzony w warunkach ustabilizowanych, średni współczynnik sprawności temperaturowej odzysku ciepła, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21}=-15^\circ\text{C}$  oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$\eta_{t,-7}$  – zmierzony w warunkach ustabilizowanych, średni współczynnik sprawności temperaturowej odzysku ciepła, dla temperatury zewnętrznego  $\theta_{21}=-7^\circ\text{C}$ , oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$\eta_{t,7}$  – zmierzony w warunkach ustabilizowanych, średni współczynnik sprawności temperaturowej odzysku ciepła, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21}=7^\circ\text{C}$ , oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$\eta_{t,24}$  – zmierzony w warunkach ustabilizowanych, średni współczynnik sprawności temperaturowej odzysku ciepła, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21}=24^\circ\text{C}$ , oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$\eta_{t,28}$  – zmierzony w warunkach ustabilizowanych, średni współczynnik sprawności temperaturowej odzysku ciepła, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21}=28^\circ\text{C}$ , oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

### **Wilgotność powietrza nawiewanego. Metoda obliczeń.**

Wilgotność powietrza nawiewanego rozumiana jako suma cząstkowych zmian wilgotności powietrza nawiewanego dla wybranych parametrów powietrza zewnętrznego tj. -15°C, -7°C i 7°C. Strumień powietrza wentylacyjnego ustawiany ręcznie przez Zamawiającego w Programie Praca Manual, określony na podstawie wyników uzyskanych w trakcie realizacji badań Wymagania Konkursowego 7.1.

Wilgotność powietrza nawiewanego  $X$  należy obliczyć ze wzoru 1:

$$X = 0,5 \cdot x_{-15} + 0,3 \cdot x_{-7} + 0,2 \cdot x_7 \quad (1)$$

gdzie:

$X$  – wilgotność powietrza nawiewanego,

$x_{-15}$  – zmierzona w warunkach ustabilizowanych, średnia zmiana zawartości wilgoci w powietrzu nawiewanym względem zawartości wilgoci w powietrzu usuwanym, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21} = -15^\circ\text{C}$  oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$x_{-7}$  – zmierzona w warunkach ustabilizowanych, średnia zmiana zawartości wilgoci w powietrzu nawiewanym względem zawartości wilgoci w powietrzu usuwanym, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21} = -7^\circ\text{C}$  oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

$x_7$  – zmierzona w warunkach ustabilizowanych, średnia zmiana zawartości wilgoci w powietrzu nawiewanym względem zawartości wilgoci w powietrzu usuwanym, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21} = 7^\circ\text{C}$ , oraz  $rH_{21}$  typowej dla parametrów powietrza zewnętrznego.

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Zużycie energii elektrycznej. Metoda obliczeń.

Obliczenia Wymagania konkursowego 7.6 Zużycie energii elektrycznej zostanie przeprowadzone w trybie serwisowym Program Praca Manual. Na podstawie wyników uzyskanych w ramach Wymagania Konkursowego 7.1 zostanie obliczony średni strumień powietrza wentylacyjnego dla Lekcji L1 i Lekcji L2. Jako nastawa do pomiaru zużycia energii elektrycznej zostanie przyjęta większa wartość strumienia powietrza wentylacyjnego  $q_{m22}$  lub  $q_{m11}$ .

Całkowite zużycie energii elektrycznej zostanie obliczona jako średnia ważona z 9 testów dla różnych warunków testowych zaprezentowanych w Tabeli 1.

Tabela 1. Warunki testowe

L.p.	Test 1	Test 2	Test 43	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9
Temperatura powietrza zewnętrznego [°C]	-15	-5	7	24	28	-15	-7	28	28
Temperatura powietrza usuwanego [°C]	21	21	21	21	21	18	18	24	28
Temperatura powietrza nawiewanego [°C]	*	*	*	*	*	21	21	16	16

\* - brak regulacji temperatury powietrza nawiewanego, załączone wyłącznie systemy przeciwarzamrozeniowe.

Całkowite zużycie energii elektrycznej należy obliczyć ze wzoru (1):

$$P_{tot} = 0,15 \cdot P_{-15} + 0,1 \cdot P_{-7} + 0,05 \cdot P_7 + 0,05 \cdot P_{15} + 0,1 \cdot P_{28} + 0,1 \cdot P_{-15,18,21} + 0,1 \cdot P_{-7,18,21} + 0,15 \cdot P_{28,24,16} + 0,2 \cdot P_{28,28,16}, \text{ Wh (1)}$$

gdzie:

$P_{tot}$  – całkowite zużycie energii elektrycznej, Wh,

$P_{-15}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,-15}=-15^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{-7}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,-7}=-7^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_7$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,7}=7^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{24}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,24}=24^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{28}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,28}=28^{\circ}\text{C}$ , Wh;



$P_{-15,18,21}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,-15,18,21}=-15^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza usuwanego  $\theta_{11,-15,18,21}=18^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza nawiewanego  $\theta_{22,-15,18,21}=21^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{-7,18,21}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,-7,18,21}=-7^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza usuwanego  $\theta_{11,-7,18,21}=18^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza nawiewanego  $\theta_{22,-7,18,21}=21^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{28,24,16}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,28,24,16}=28^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza usuwanego  $\theta_{11,28,24,16}=24^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza nawiewanego  $\theta_{22,28,24,16}=16^{\circ}\text{C}$ , Wh;

$P_{28,28,16}$  – zmierzone, zużycie energii elektrycznej w ustalonym czasie, dla temperatury powietrza zewnętrznego  $\theta_{21,28,28,16}=28^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza usuwanego  $\theta_{11,28,28,16}=28^{\circ}\text{C}$ , temperatury powietrza nawiewanego  $\theta_{22,28,28,16}=16^{\circ}\text{C}$ , Wh;

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Hałas. Metoda obliczeń.

Pomiar całkowitego poziomu dźwięku przeprowadzony zostanie w trybie Program Praca Manual. Na podstawie wyników z Wymagania Konkursowego 7.1. zostanie obliczony średni strumień powietrza wentylacyjnego dla Lekcji 1 i Lekcji 2. Jako nastawa do pomiaru całkowitego poziomu dźwięku zostanie przyjęta większa wartość strumienia powietrza wentylacyjnego.

Całkowity poziom dźwięku w Sali lekcyjnej zostanie obliczony jako suma średnich cząstkowych poziomów dźwięku zmierzony w 6 punktach pomiarowych w Sali lekcyjnej oraz dla temperatury powietrza podawanego na czerpnię powietrza  $\theta_{21}=28^{\circ}\text{C}$ .

Całkowity poziom dźwięku w Sali lekcyjnej zostanie obliczony na podstawie wzoru 1:

$$LA_{eq} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 10^{0,1 \cdot L_{AE,n}}\right) \quad (1)$$

gdzie:

n - punkt pomiarowy, n=1...6,

$LA_{eq}$  – całkowity poziom dźwięku  $LA_{eq}$  w Sali lekcyjnej, dB,

$L_{AE,n}$  – średni poziom dźwięku, z poszczególnych punktów pomiarowych P1-P6 w Sali lekcyjnej, dB.

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Ryzyko przeciągu. Metoda obliczeń.

Pomiar całkowitego wskaźnika ryzyka przeciągu w Sali lekcyjnej zostanie przeprowadzony przy ustawieniu Systemu automatyki A w tryb serwisowy Program Praca Manual. Na podstawie wyników z Wymagania Konkursowego 7.1. zostanie obliczony średni strumień powietrza wentylacyjnego dla Lekcji L1:  $V_{L1}$  i Lekcji L2:  $V_{L2}$ , dla których zostanie przeprowadzony pomiar w 9 punktach pomiarowych P1-P6 i M1-M3 oraz na 3 wysokościach: 0,1m; 0,6m i 1,1m.

Parametry prowadzenia pomiarów:

- temperatura powietrza podawanego na czerpnię: 28°C,
- temperatura powietrza usuwanego z pomieszczenia: 23°C.

Całkowity wskaźnik ryzyka przeciągu rozumiany jako wartość minimalna wskaźników ryzyka przeciągu uzyskanych z pomiarów Lekcja 1 oraz Lekcja 2 obliczony na podstawie wzoru 1:

$$DR_{min} = MIN(DR_{L1}; DR_{L2}), \% \quad (1)$$

gdzie:

$DR_{min}$  – całkowity wskaźnik odsetka osób niezadowolonych z przeciągu,

$DR_{L1}$  – średni wskaźnik ryzyka przeciągu dla Lekcji 1,

$DR_{L2}$  – średni wskaźnik ryzyka przeciągu dla Lekcji 2.

Średni wskaźnik ryzyka przeciągu dla Lekcji 1 obliczony na podstawie wzoru 2:

$$DR_{L1.P1} = \frac{(DR_{L1.P1} + DR_{L1.P2} + DR_{L1.P3} + DR_{L1.P4} + DR_{L1.P5} + DR_{L1.P6} + DR_{L1.M1} + DR_{L1.M2} + DR_{L1.M3})}{9} \quad (2)$$

$DR_{L1.P1} \dots DR_{L1.P6}$  – obliczony wskaźnik ryzyka przeciągu w danym punkcie pomiarowym P1-P6 odniesiony do limitu ryzyka przeciągu  $DR_{limit}=30\%$  obliczony na podstawie wzoru 3,

$DR_{L1.M1} \dots DR_{L1.M3}$  - obliczony wskaźnik ryzyka przeciągu w danym punkcie pomiarowym M1-M3 odniesiony do limitu ryzyka przeciągu  $DR_{limit}=30\%$  obliczony na podstawie wzoru 4,

$$DR_{L1.Pn} = \frac{DR_{limit} - DR_{L1.Pn.MAX}}{DR_{limit}} \quad (3)$$

gdzie:

n – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{limit}$  – limit wartości ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym. Zamawiający przyjmuje, że maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym wynosi 30%.

$DR_{L1.Pn.MAX}$  – maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym P1-P6 na podstawie zmierzonych wartości na wysokości 0,1m; 0,6m; 1,1m obliczona na podstawie wzoru 5.

$$DR_{L1.Mn} = \frac{DR_{limit} - DR_{L1.Mn.MAX}}{DR_{limit}} \quad (4)$$

gdzie:

m – punkt pomiarowy, m=1...3,

$DR_{L1.Mm.MAX}$  – maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym M1-M3, na podstawie zmierzonych wartości na wysokości 0,1m; 0,6m; 1,1m obliczona na podstawie wzoru 6.

$$DR_{L1.Pn.MAX} = MAX(DR_{L1.Pn.0.1}; DR_{L1.Pn.0.6}; DR_{L1.Pn.1.1}) \quad (5), [\%]$$

gdzie:

n – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{L1.Pn.0.1}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,1 m, %,

$DR_{L1.Pn.0.6}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,6 m, %,

$DR_{L1.Pn.1.3}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 1,3 m, %.

$$DR_{L1.Mm.MAX} = MAX(DR_{L1.Pm.0.1}; DR_{L1.Pm.0.6}; DR_{L1.Pm.1.1}) \quad (6), [\%]$$

gdzie:

m – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{L1.Pn.0.1}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,1 m, %,

$DR_{L1.Pn.0.6}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,6 m, %,

$DR_{L1.Pn.1.3}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 1 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 1,3 m, %.

Średni wskaźnik ryzyka przeciągu dla Lekcji 2 obliczony na podstawie wzoru 7:

$$DR_{L2.P1} = \frac{(DR_{L2.P1} + DR_{L2.P2} + DR_{L2.P3} + DR_{L2.P4} + DR_{L2.P5} + DR_{L2.P6} + DR_{L2.M1} + DR_{L2.M2} + DR_{L2.M3})}{9} \quad (7)$$

$DR_{L2.P1} \dots DR_{L2.P6}$  – obliczony wskaźnik ryzyka przeciągu w danym punkcie pomiarowym P1-P6 odniesiony do limitu ryzyka przeciągu  $DR_{limit}=30\%$  obliczony na podstawie wzoru (8),

$DR_{L2.M1} \dots DR_{L2.M3}$  – obliczony wskaźnik ryzyka przeciągu w danym punkcie pomiarowym M1-M3 odniesiony do limitu ryzyka przeciągu  $DR_{limit}=30\%$  obliczony na podstawie wzoru (9),

$$DR_{L2.Pn} = \frac{DR_{limit} - DR_{L2.Pn.MAX}}{DR_{limit}} \quad (8)$$

gdzie:

n – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{limit}$  – limit wartości ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym. Zamawiający przyjmuje, że maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym wynosi 30%.

$DR_{L2.Pn.MAX}$  – maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym P1-P6 na podstawie zmierzonych wartości na wysokości 0,1m; 0,6m; 1,1m obliczona na podstawie wzoru 10.

$$DR_{L2.Mn} = \frac{DR_{limit} - DR_{L2.Mm.MAX}}{DR_{limit}} \quad (9)$$

gdzie:

m – punkt pomiarowy, m=1...3,

$DR_{L2.Mm.MAX}$  – maksymalna wartość ryzyka przeciągu w punkcie pomiarowym M1-M3, na podstawie zmierzonych wartości na wysokości 0,1m; 0,6m; 1,1m obliczona na podstawie wzoru 11.

$$DR_{L1.Pn.MAX} = MAX(DR_{L2.Pn.0.1}; DR_{L2.Pm.0.6}; DR_{L2.Pn.1.1}) \quad (10), [\%]$$

gdzie:

n – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{L2.Pn.0.1}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,1 m, %,

$DR_{L2.Pn.0.6}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,6 m, %,

$DR_{L2.Pn.1.3}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 1,3 m, %.

$$DR_{L2.Mm.MAX} = MAX(DR_{L2.Pm.0.1}; DR_{L2.Pm.0.6}; DR_{L2.Pm.1.1}) \quad (11), [\%]$$

gdzie:

m – punkt pomiarowy, n=1...6,

$DR_{L2.Pn.0.1}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,1 m, %,

$DR_{L2.Pn.0.6}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 0,6 m, %,

$DR_{L2.Pn.1.3}$  – średnie ryzyko przeciągu dla Lekcji 2 w danym punkcie pomiarowym n, na wysokości 1,3 m, %.

Przedział pomiarowy wartości pomiarowych w trakcie Testów zostanie podany do 8 miesięcy przed rozpoczęciem Testów.

## Koszty całkowite A. Metoda obliczeń.

Koszty całkowite A należy obliczyć jako sumę kosztów inwestycyjnych związanych z budową Systemu oraz kosztów jego eksploatacji, przyjmując okres eksploatacji 15 lat oraz dla reprezentatywnej Sali lekcyjnej.

Koszty całkowite A należy obliczyć zgodnie ze wzorem:

$$K_C = \text{CAPEX} + \text{OPEX}$$
$$K_C = K_D + K_M + K_S + K_{ME} + K_A$$

gdzie:

$K_C$  – Koszty całkowite Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym oraz użytkowaniem przez 15 lat, zł,

$K_D$  – Koszty Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym, deklarowany przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, zł,

$K_M$  – Koszty montażu Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym, deklarowany przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, zł,

$K_S$  – Koszty serwisu Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym przez 15 lat, deklarowany przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, zł,

$K_{ME}$  – Koszty materiałów eksploatacyjnych niezbędnych do prawidłowej pracy Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym przez 15 lat, deklarowany przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, zł.

$K_A$  – Koszty administracji Szkolnego Systemu zarządzania przez 15 lat, deklarowane przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, zł.

Wnioskodawca / Uczestnik Przedsięwzięcia do Obliczeń Kosztów całkowitych A wraz z użytkowaniem prze okres 15 lat przyjmuje wszystkie elementy składowe, prace oraz materiały eksploatacyjne potrzebne do prawidłowego działania Systemu A w okresie 15 lat.

- przez  $K_D$  Zamawiający rozumie Koszty Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym deklarowany przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia dla planowanej skali sprzedaży dla 50 szkół rocznie (liczących po 15 sal lekcyjnych każda oraz że na pojedynczą szkołę przypada 1 szt. Szkolnego systemu zarządzającego), z uwzględnieniem 20% marży, kosztów produkcji, kosztów dystrybucji, kosztów materiału Wnioskodawca/Uczestnik Przedsięwzięcia w Koszcie Sprzedaży Systemu jest zobowiązany uwzględnić wszystkie koszty elementów składowych podanych w Załączniku 3.2 do Załącznika nr 3, potwierdzone ofertami dla podanych elementów oraz wyceną elementów, które są innowacją.

- przez  $K_M$  Zamawiający rozumie Koszty montażu Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym, jako koszt prac wewnętrznych prac monterskich, koszt dowozu elementu Systemu A, koszt modernizacji infrastruktury technicznej wewnątrz budynku w celu przystosowania jej do możliwości użytkowania Systemu A. Wnioskodawca / Uczestnik Przedsięwzięcia w Koszcie Montażu jest zobowiązany uwzględnić wszystkie koszty elementów składowych podanych w Załączniku 3.2 do Załącznika nr 3, potwierdzone ofertami dla podanych prac.

- Przez  $K_S$  Zamawiający rozumie 15 letnie Koszty serwisu Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym przez Wnioskodawcę / Uczestnika Przedsięwzięcia, przy założeniu minimum 2 serwisów rocznie oraz uwzględniające koszt naprawy, awarii, okresowych przeglądów Systemu wentylacji A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym.

- Przez  $K_{ME}$  Zamawiający rozumie 15 letnie Koszty materiałów eksploatacyjnych niezbędnych do prawidłowej pracy wszystkich elementów Systemu wentylacyjnego A wraz z Szkolnym systemem zarządzającym, podanych w Załączniku 3.2 do Załącznika nr 3 zakładka "7.9".

- Przez  $K_A$  Zamawiający rozumie 15 letnie Koszty administracji Szkolnego systemu zarządzającego, dla planowanej skali sprzedaży dla 50 szkół rocznie (liczących po 15 sal lekcyjnych każda oraz że na pojedynczą szkołę przypada 1 szt. Szkolnego systemu zarządzającego, w cenie podanej w Załączniku 3.2 do Załącznika nr 3 zakładka "7.9".