

# **ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA WARTOŚCI TERMICZNYCH ELEMENTÓW MIKROKLIMATU WNĘTRZ**

LIS Anna

*Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Wydział Budownictwa, Politechnika Częstochowska*

## **CHILDREN AND ADULTS THERMAL COMFORT IN THE ROOMS**

The paper presents the results of the research the factors which created the thermal elements of microclimate inside the rooms. The analysed factor was the elements of outdoors climate, the thermal-energetics characteristic of building, ventilation and heating systems.

### **STRESZCZENIE**

Przedstawiono wyniki analizy czynników, które wpłynęły na kształtowanie wartości termicznych elementów mikroklimatu wewnątrz w budynkach przedszkoli. Czynniki uwzględnionymi w analizie są elementy klimatu miejscowego, a także charakterystyka cieplno-energetyczna budynków oraz systemów wentylacji i ogrzewania pomieszczeń.

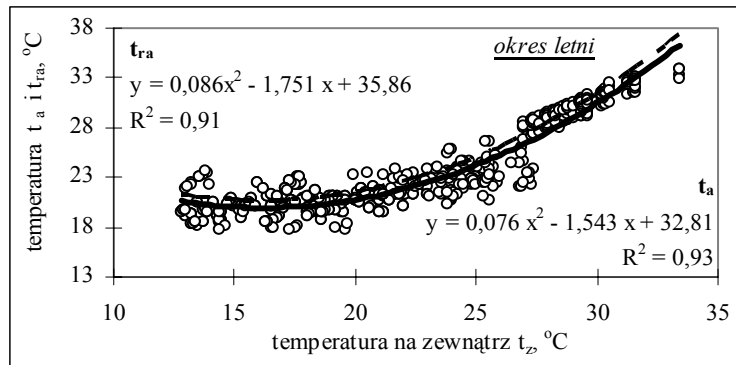
## **1. WPROWADZENIE**

Na kształt środowiska wewnątrz w budynkach w ciągu roku wpływają różnorodne czynniki. W okresie letnim wartości elementów termicznych mikroklimatu tj. temperatury, wilgotności względnej i prędkości przepływu powietrza oraz temperatury promieniowania otoczenia, w znacznej mierze zależą od przebiegu elementów klimatu zewnętrznego. Wpływ przebiegu wartości elementów klimatu miejscowego na kształtowanie się mikrośrodowiska wewnątrz budynków w sezonie grzewczym jest w znacznym stopniu neutralizowany przez działanie systemu ogrzewania. Nie bez znaczenia jest także charakterystyka cieplno-energetyczna budynku oraz systemów wentylacji i ogrzewania pomieszczeń.

Badania przeprowadzono w 16 typowych budynkach przedszkoli zlokalizowanych na terenie Częstochowy w sezonie grzewczym oraz w okresie letnim. Podczas prowadzenia badań na zewnątrz budynków panowały typowe warunki meteorologiczne właściwe dla miejscowego klimatu.

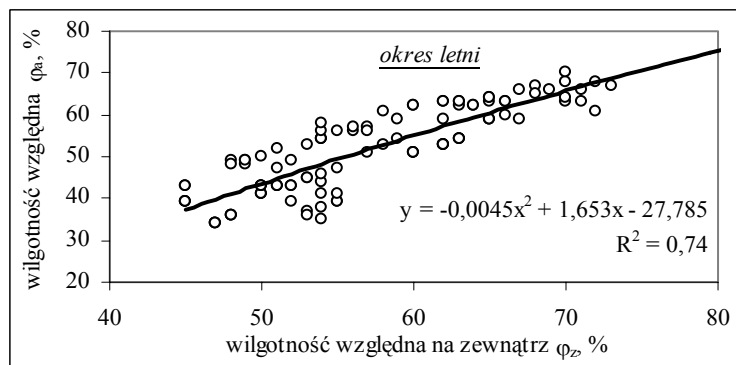
## **2. ELEMENTY KLIMATU MIEJSCOWEGO**

Zmiany temperatury powietrza ( $t_a$ ) i temperatury promieniowania otoczenia ( $t_{ra}$ ) w okresie letnim były w około 90 % zdeterminowane zmianami temperatury powietrza na zewnątrz budynków ( $t_z$ ). Zależność tą przedstawia Rys.1. (badania własne).



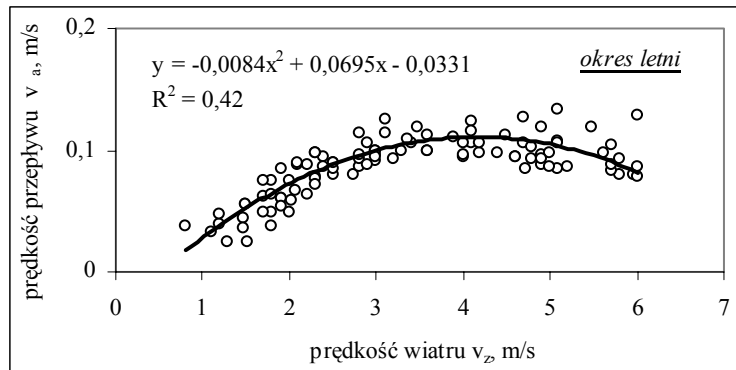
Rys.1. Zależność temperatur  $t_a$  i  $t_{ra}$  wewnątrz od temperatury powietrza na zewnątrz  $t_z$   
 Fig.1. The correlation between  $t_a$  i  $t_{ra}$  inside and outside temperature of air  $t_z$

Zmiany wilgotności względnej powietrza na zewnątrz ( $\varphi_z$ ) były w 74 % przyczyną zmian wilgotności względnej powietrza ( $\varphi_a$ ) wewnątrz. Ilustruje to Rys.2. (badania własne)



Rys.2. Zależność  $\varphi_a$  wewnątrz od wilgotności względnej na zewnątrz  $\varphi_z$   
 Fig.2. The correlation between  $\varphi_a$  inside and outside air humidity  $\varphi_z$

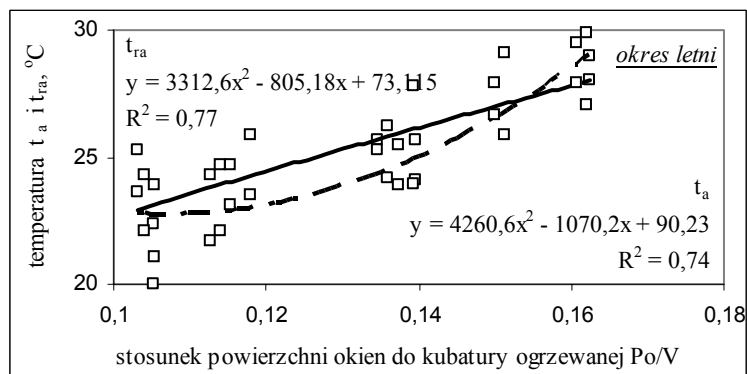
Prędkość przepływu powietrza w salach nie była w istotny sposób powiązana z prędkością wiatru ( $R^2=0,02$ ) przy uwzględnieniu średniej prędkości przepływu powietrza we wszystkich salach, bez względu na ich usytuowanie w budynku oraz powiązaniu jej ze średnimi prędkościami wiatru bez uwzględniania jego kierunku. Jednak przy wyznaczeniu wpływu prędkości wiatru dla jego określonego kierunku na prędkości przepływu powietrza w salach usytuowanych od tej strony zanotowano wzrost współczynnika determinacji. Największy wpływ zaobserwowano dla zachodniego kierunku wiatru. Współczynnik determinacji  $R^2$  wyniósł w tym przypadku 0,42, jak przedstawia Rys.3. (badania własne).



Rys.3. Zależność  $v_a$  wewnątrz od prędkości wiatru  $v_z$  dla kierunku zachodniego  
 Fig.3. The correlation between  $v_a$  inside and wind velocity  $v_z$  for west direction

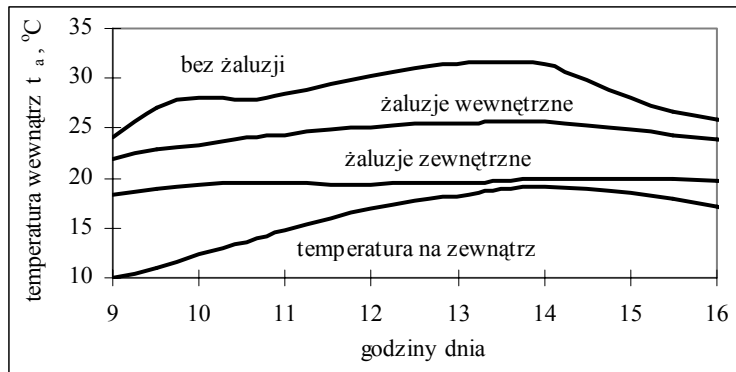
### 3. PARAMETRY PRZEGRÓD PRZEZROCZYSTYCH

Budynki edukacyjne charakteryzują się pokazną powierzchnią przeszklenia Po/Ps. Analizując wpływ przeszklenia na temperatury  $t_a$  i  $t_{ra}$  zanotowano  $R^2$  na poziomie 0,62 i 055. W analizie bardziej celowe było odniesienie powierzchni okien do ogrzewanej kubatury Po/V. Zanotowano wówczas wyższy współczynnik determinacji. Ilustruje to Rys.4. (badania własne).



Rys.4. Zależność temperatur  $t_a$  i  $t_{ra}$  wewnątrz od Po/V  
 Fig.4. The correlation between  $t_a$  i  $t_{ra}$  inside and Po/V

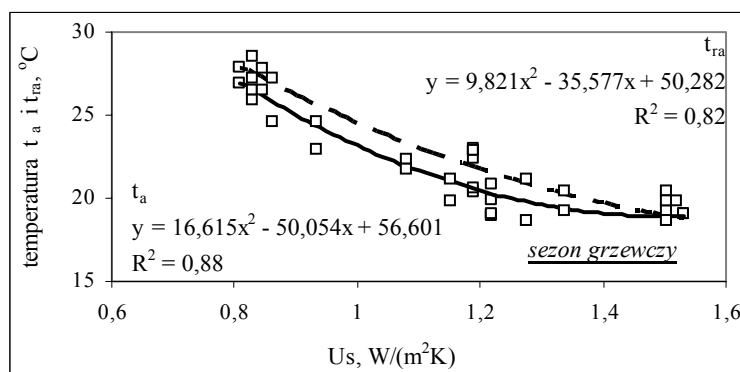
Badania wykazały, że w salach o przeszkleniu powyżej 70 % temperatura w lecie wzrastała nawet o około 15°C, podczas gdy w salach o przeszkleniu do 30 % wzrost temperatury był nieznaczny. Oddziaływanie nadmiernego nasłonecznienia można łagodzić poprzez zabezpieczanie okien różnego rodzaju zasłonami np. żaluzjami. Ilustruje to Rys.5. [1].



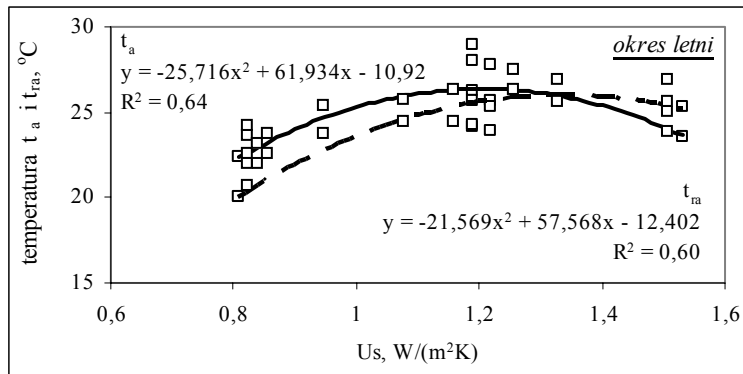
Rys.5. Wpływ zastosowania żaluzji na temperaturę powietrza we wnętrzu  
 Fig.5. The influence of venetian blind on air temperature inside

#### 4. PARAMETRY PRZEGRÓD NIEPRZEZROCZYSTYCH

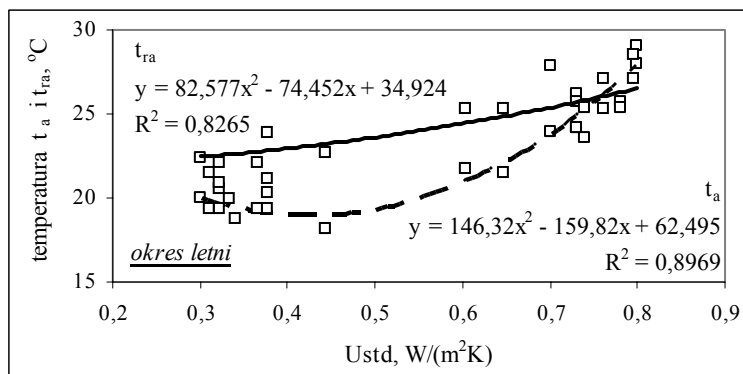
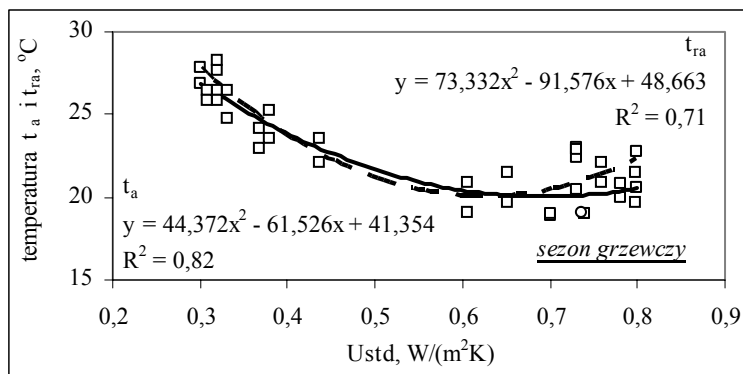
Charakterystyka cieplno-energetyczna budynku warunkuje w największym stopniu poziom temperatury utrzymywanej we wnętrzach. Wpływ współczynnika przenikania ciepła ścian i stropodachów na temperaturę powietrza i temperaturę promieniowania otoczenia w pomieszczeniach przedstawia Rys. 6. i 7. (badania własne).



Rys.6. Zależność temperatur  $t_a$  i  $t_{ra}$  od współczynnika przenikania ciepła  $U$  ścian  
 Fig.6. The correlation between  $t_a$  i  $t_{ra}$  and thermal transmittance  $U$  for walls



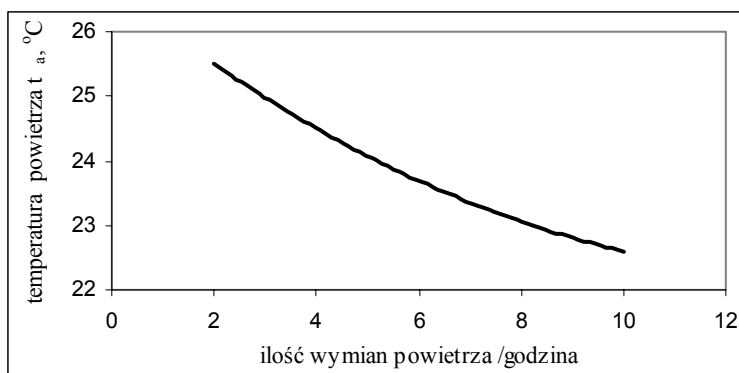
Rys. 6. (cd) Zależność temperatur  $t_a$  i  $t_{ra}$  od współczynnika przenikania ciepła  $U$  ścian  
 Fig. 6. (cd) The correlation between  $t_a$  i  $t_{ra}$  and thermal transmittance  $U$  for walls



Rys. 7. Zależność temperatur  $t_a$  i  $t_{ra}$  od współczynnika przenikania ciepła  $U$  stropodachów  
 Fig. 7. The correlation between  $t_a$  i  $t_{ra}$  and thermal transmittance  $U$  for roofbeams

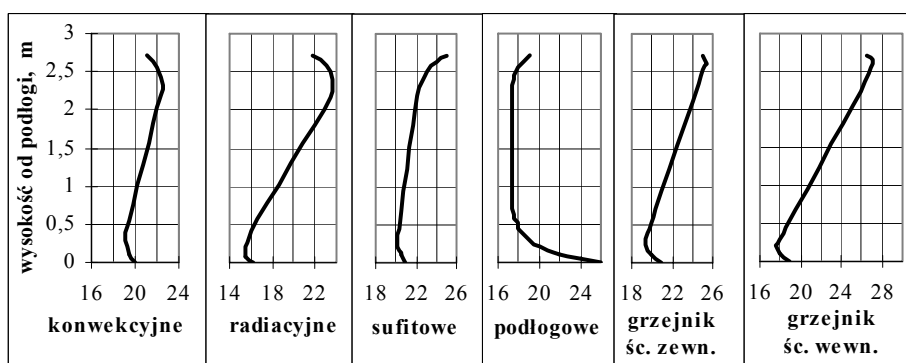
## 5. WENTYLACJA I OGRZEWANIE

Najpowszechniej stosowanym w Polsce systemem wentylacji jest wentylacja grawitacyjna. Znaczne obniżenie ilości powietrza wymienianego w procesie wentylacji przyczynia się wprawdzie do zmniejszania zużycia ciepła, jednak pozostaje w sprzeczności z zasadami jej działania oraz prowadzi do pogarszania się jakości powietrza we wnętrzach. Nadmierna wentylacja powoduje obniżanie temperatury (Rys.8.).



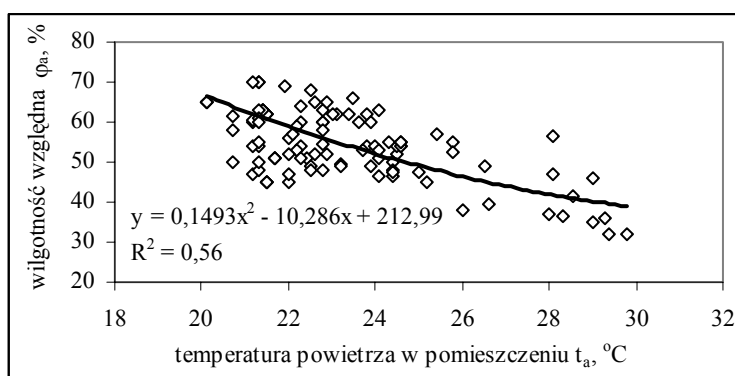
Rys.8. Wpływ ilości wymian powietrza na temperaturę powietrza w pomieszczeniach  
 Fig.8. The influence of quantity ventilation air on air temperature inside

Odpowiednio dobrane parametry systemu ogrzewania budynku są głównym czynnikiem warunkującym właściwą wartość temperatury powietrza w pomieszczeniu w sezonie grzewczym. Rodzaj zastosowanego systemu ogrzewania oraz kształt i rozmieszczenie elementów grzewczych wpływają na kształtowanie się rozkładu temperatury w pomieszczeniu. Przedstawia to Rys.9. (na podstawie danych z [2]).



Rys.9. Wpływ sposobu ogrzewania na rozkład temperatury powietrza w pionie  
 Fig.9. The influence of kind of heating on the value of air temperature

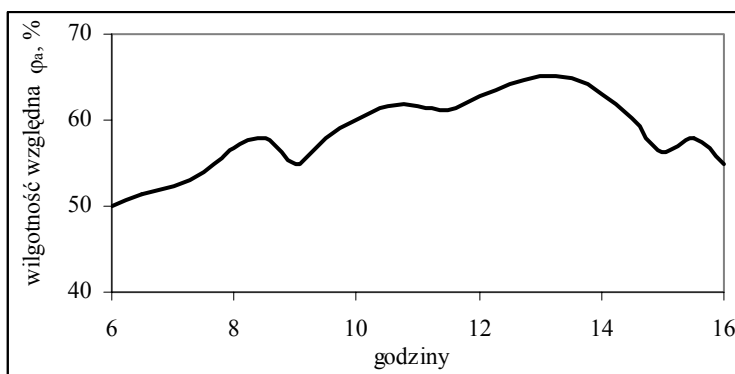
Przy wariancie optymalnym najwyższa temperatura powinna występować na poziomie stóp, a najniższa na poziomie głowy. Ciągłe utrzymywanie zbyt wysokiej wartości temperatury powietrza przy dodatkowym intensywnym nasłonecznieniu pomieszczeń w budynkach powoduje ich przegrzewanie oraz obniżenie poziomu wilgotności względnej. Wpływ temperatury powietrza  $t_a$  w pomieszczeniach na wartość wilgotności względnej powietrza  $\varphi_a$  przedstawiono na Rys.10. (badania własne)



Rys.10. Wpływ temperatury powietrza  $t_a$  na wartość wilgotności względnej  $\varphi_a$

Fig.10. The correlation between air temperature  $t_a$  and air humidity  $\varphi_a$

Na wahania wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza w salach przedszkolnych w ciągu dnia pracy przedszkola, w głównej mierze miała wpływ częstota wietrzenia, raczej przegrzewanych pomieszczeń oraz ilość dzieci przebywająca w salach. Dobowy przebieg wartości wilgotności względnej powietrza w badanych pomieszczeniach przedstawia Rys.11. (badania własne).



Rys.11.Przebieg wartości wilgotności względnej powietrza  $\varphi_a$  w ciągu doby

Fig.11. The changes of air humidity value in the rooms within the day

## 6. PODSUMOWANIE

W okresie letnim elementy klimatu miejscowego w znacznym stopniu wpływają na rozkład oraz przebieg parametrów powietrza w pomieszczeniach.

Z pośród elementów klimatu na wielkość temperatury wpływają nasłonecznienie i zachmurzenie. Działanie słońca ma duże znaczenie w budynkach przedszkoli gdzie wielkość przeszklenia sięgała nawet do 75%. Wilgotność względna powietrza na zewnątrz wpływa głównie na wielkość i rozkład wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach. Wiatr oddziałuje pośrednio na temperaturę, wilgotność i przepływ powietrza poprzez zwiększanie strat ciepła wskutek wzmożonej konwekcji na powierzchniach przegród. Filtracja powietrza przez nieszczelności bezpośrednio wpływa na spadek lub wzrost temperatury oraz jest przyczyną zakłócenia równomierności jej rozkładu. Intensywność i wielkość opadów wpływa pośrednio na spadek temperatury przez spadek izolacyjności cieplnej zawilgoconych przegród oraz wzrost wilgotności względnej.

W sezonie grzewczym system ogrzewania w pierwszym rzędzie warunkuje wysokość temperatury powietrza w pomieszczeniach.

Duże powierzchnie okien wpływają w sezonie grzewczym na obniżenie temperatury powietrza w pomieszczeniach. Niska izolacyjność cieplna okien oraz ich nieszczelność potęgują ten efekt, w pobliżu nieszczelnych okien notowane temperatury powietrza były o 1-3 °C niższe niż w środku pomieszczeń, a prędkość przepływu powietrza wzrastała około 2-4-krotnie. Nadmierne przeszklenia w okresie letnim były przyczyną wzmożonego przegrzewania pomieszczeń. O zróżnicowaniu wielkości temperatury w pomieszczeniu decyduje również odpowiedni kształt okien. Okna niskie i długie powodują większe przegrzewanie pomieszczeń niż wysokie i wąskie o tej samej powierzchni. Wąskie okno zapewnia większą zmienność nasłonecznienia wnętrza poprzez wąski i szybko przesuwający się strumień promieni słonecznych. Powoduje to krótkotrwałe nasłonecznianie poszczególnych powierzchni i mniejszy wzrost ich temperatury.

Działania prowadzone w celu maksymalizacji uszczelniania obudowy z uwagi na racjonalizację zużycia energii pozostają w sprzeczności z zasadami działania wentylacji grawitacyjnej. Nadmierne nieszczelności są przyczyną wzmożonego zużycia ciepła na cele wentylacyjne oraz obniżania temperatury w pomieszczeniach.

Najkorzystniejsze dla zapewnienia właściwego rozkładu temperatury powietrza w pomieszczeniach jest ogrzewanie centralne, wodne z elementami grzejnymi umieszczonymi pod oknami, podłogowe lub mieszane. Jeżeli grzejnik znajduje się pod oknem to wpływ zimnej ściany z dużą powierzchnią okien jest częściowo neutralizowany przez promieniowanie cieplne z grzejnika.

## 7. LITERATURA

- [1] LIS Anna, ŚLIWOWSKI Lech: Wybrane problemy mikroklimatu wnętrz, Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja 2002 nr 3, s. 30, 32-35
- [2] ŚLIWOWSKI Lech: Mikroklimat wnętrz i komfort cieplny ludzi w pomieszczeniach, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2000





Dr inż. Anna Lis, adiunkt w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli Wydziału Budownictwa Politechniki Częstochowskiej.

Tematyka zainteresowań: mikroklimat, komfort cieplny, racjonalizacja zużycia energii cieplnej, procesy cieplno-wilgotnościowe w przegrodach budowlanych.

E-mail: [annalis29@wp.pl](mailto:annalis29@wp.pl)