

Henryk Żelazny
Zakład Inżynierii Żywności
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA CIEPŁEM TRACONYM Z SAMOGRZEWAŁNEGO BUDYNKU INWENTARSKIEGO PO OCIEPLENIU PRZEGRÓD

Streszczenie

Badania wpływu ocieplenia samoogrzewalnego pomieszczenia dla zwierząt na wielkość strat ciepła przez ściany zewnętrzne przeprowadzono w bezokiennej tuczarni trzody chlewnej. Na skutek zaizolowania obudowy oraz przy braku możliwości obniżenia zysków ciepła odzwierzęcego, w pomieszczeniu docieplonym uzyskano podwyższone wartości temperatury powietrza. Pomimo 10% zmniejszenia współczynnika przenikania ciepła przez przegrody osłonowe, spowodowało to większe straty ciepła przez przenikanie niż w oddziale nieocieplonym. Zatem polepszenie dobrostanu zwierząt przez zabiegi termorenowacyjne samoogrzewalnego budynku prowadzi do zwiększonej efektywności produkcji, lecz może stanowić dodatkowe obciążenie dla środowiska wskutek zanieczyszczenia ciepłem traconym dodatkowo przez obiekt.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie ciepłem, samoogrzewalne pomieszczenia, ocieplanie

Wstęp

W budownictwie ogólnym i przemysłowym termomodernizację przeprowadza się przede wszystkim po to, aby zminimalizować straty ciepła przez przegrody zewnętrzne, a tym samym zmniejszyć emisję zanieczyszczeń powstających w czasie użytkowania sztucznego źródła ciepła. W obiektach tych istnieje jednak możliwość zmniejszenia mocy urządzeń grzewczych i ograniczenia w ten sposób ich negatywnego oddziaływania na środowisko. Samoogrzewalne pomieszczenia inwentarskie izoluje się termicznie głównie z uwagi na poprawę dobrostanu zwierząt, osiąganą wskutek korzystniejszego kształtowania się warunków cieplnych. W budynkach tych nie jest możliwe regulowanie dostaw ciepła wewnętrznego, bowiem pochodzi ono od zwierząt, którymi zasiedla się przyziemie technologiczne raczej w jednakowej obsadzie. W tego typu zamkniętych przestrzeniach produkcyjnych otrzymuje się więc względnie stałe zyski biociepła, a jeśli obudowa zostanie dodatkowo zaizolowana termicznie, podniesiona z tego powodu temperatura powietrza

wewnętrzny może generować zwiększone straty ciepła z budynku wskutek przenikania przez jego przegrody zewnętrzne. Jednak strata (rozproszenie) energii w postaci ciepła często niesie zagrożenie dla środowiska [Johansson 1997].

Wewnętrzne źródła ciepła, między innymi ogrzewanie pomieszczeń, przyczyniają się do dodatkowego wzrostu temperatury terenów zabudowanych. Ponad rozgrzanyymi masywami obiektów budowlanych unoszą się szybko przemieszczające się ciepłe prądy powietrza, zasysające z okolicy masy powietrza, które, poruszając się w kierunku centrum osad ludzkich, ogrzewają się po drodze i nasycają drobinami zanieczyszczeń. Nad centrum zabudowań wznoszą się następnie w górę, by na pewnej wysokości utworzyć „czapę” złożoną z mgieł i pyłów.

Cząsteczki pyłów działają jak jądra kondensacyjne, co prowadzi do wzmożonego tworzenia się chmur i opadów deszczu nad gęsto zaludnionymi terenami, ograniczając w ten sposób czas nasłonecznienia. Powietrze ogrzewa się szczególnie silnie nad dachami płaskimi, wznosi się w górę zawirowując cząsteczki pyłów z szybkością 2-3 m/s. Opadający pył podrywa się ponownie w górę.

Wzbogacone zanieczyszczeniami powietrze ogranicza dodatkowo nocne wypromieniowanie ciepła do atmosfery. Powietrze to – w wyniku wzmożonej emisji – obciążone jest w znacznym stopniu cząsteczkami brudu i składnikami o szkodliwym działaniu. W niesprzyjających sytuacjach atmosferycznych, przy słabym wietrze i ustabilizowanych warstwach powietrza (inwersja), powoduje to często szkodliwą dla zdrowia koncentrację [Baumann 1983].

Przesłanki te skłaniają do sformułowania hipotezy, że podniesienie temperatury powietrza wewnętrznego na skutek docieplenia samoogrzewalnych pomieszczeń inwentarskich może równocześnie prowadzić do zwiększenia strat ciepła przez ich obudowę.

Celem pracy było zbadanie gęstości strumienia ciepła przenikającego przez zewnętrzne ściany przed i po zaizolowaniu termicznym przegród budynku o niezmiennym cieple odzwierzęcym.

Materiał i metody

Ocenę strat ciepła przez przegrody po ociepleniu samoogrzewalnego pomieszczenia inwentarskiego przeprowadzono w bezokiennej, bezściółowej tuczarni trzody chlewnej, usytuowanej dłuższą osią w kierunku północ-południe. Jednokondygnacyjny obiekt halowy ze stropodachem wykonany był w konstrukcji stalowej z wypełnieniem w postaci przestrzennych elementów drewnianych systemu Stolbud-1.

Strefa produkcyjna została podzielona ścianą biegnącą po podłużnej osi budynku na dwie identyczne części o podobnych rozwiązaniach technologicznych i budowlanych. W jednym z oddziałów tuczu ocieplono wszystkie przegrody zewnętrzne uzyskując zwiększenie ich izolacyjności o 10%. Współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych przed ociepleniem wynosił $0,44 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, a po zaizolowaniu $0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

W obliczeniach przenikania ciepła przez zewnętrzne przegrody tuczarni założono, że profil temperatury t pozostaje niezmienny w czasie τ i ruch ciepła jest ustalony: $\partial t \cdot \partial \tau^{-1} = 0$. Przyjęto ponadto, że temperatura w przegrodach zmienia się tylko wzdłuż jednej współrzędnej x , a wzdłuż pozostałych, tj. y i z , zachodzi zależność $\partial t \cdot \partial y^{-1} = \partial t \cdot \partial z^{-1} = 0$. Zatem analizę obliczeniową przeprowadzono dla jednowymiarowego pola temperatury: $t = t(x)$.

Gęstość strumienia ciepła przepływającego przez ściany zewnętrzne obliczono na podstawie pomierzonej instrumentalnie temperatury powietrza, korzystając z zależności [Pogorzelski 2005]:

$$q = U \cdot (t_i - t_e) \quad (1)$$

gdzie:

U – współczynnik przenikania ciepła przez ściany zewnętrzne, $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,

t_i – temperatura powietrza wewnętrznego, $^{\circ}\text{C}$,

t_e – temperatura powietrza zewnętrznego, $^{\circ}\text{C}$.

Badania kształtowania się temperatury powietrza wewnętrznego w obu oddziałach tuczu oraz temperatury powietrza zewnętrznego prowadzono w okresie rocznym, obejmując wszystkie sezony: letni, zimowy i przejściowe. Serie oznaczeń parametrów cieplnych powietrza dokonywano w reprezentatywnym dniu każdego miesiąca, realizując osiem cykli pomiarowych o kroku czasowym 3 godziny, rozpoczynając od pełnych godzin: 6° , 9° , 12° , 15° , 18° , 21° , 24° i 3° .

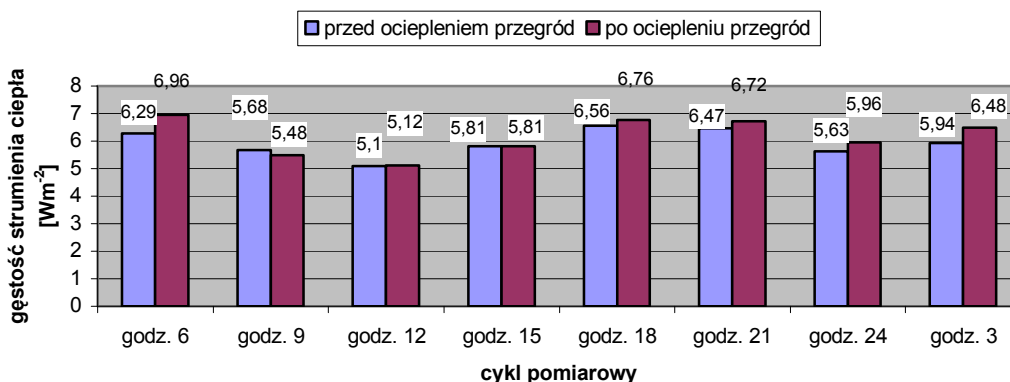
W obiekcie ustalono 6 stanowisk pomiarowych z następującym podziałem przestrzennym – po jednym stanowisku dla każdego oddziału tuczu w strefie północnej, środkowej i południowej. Temperaturę powietrza wewnętrznego oceniano miernikiem mikroklimatu MM-01. Do obliczeń gęstości strumienia ciepła dla każdego stanowiska pomiarowego przyjmowano średnie wartości temperatury z kilkudziesięciu wyników wyświetlanych na polu odczytowym urządzenia.

Z kolei temperaturę powietrza dla całego pomieszczenia tuczu obliczano jako średnią uzyskaną z trzech stanowisk pomiarowych, czyli północnego, środkowego i południowego. Temperaturę powietrza zewnętrznego mierzono termometrem elektronicznym, ustawianym w miejscu zacienionym i osłoniętym od opadów atmosferycznych.

Wyniki i ich omówienie

Kształtowanie się gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne pomieszczenia nieocieplonego i pomieszczenia ocieplonego dla okresu zimowego przedstawiono na przykładzie stycznia, co w sposób graficzny zobrazowano na rysunku 1. W reprezentatywnym dniu tego miesiąca przez przegrody o zwiększonym oporze termicznym występowały niemal przez całą dobę większe straty biociepła. Jedynie w cyklu pomiarowym o godz. 9 gęstość strumienia ciepła przenikającego przez przegrodę o większym współczynniku U przewyższała wartość obliczoną dla ściany zaizolowanej, a o godz. 15 straty były identyczne.

Można więc wyciągnąć wniosek, że termomodernizacja obudowy w stosunku do wcześniejszego, słabszego zaizolowania przegród spowodowała w tym okresie większe obciążenie środowiska ciepłem pochodzącym z gospodarczej działalności człowieka.

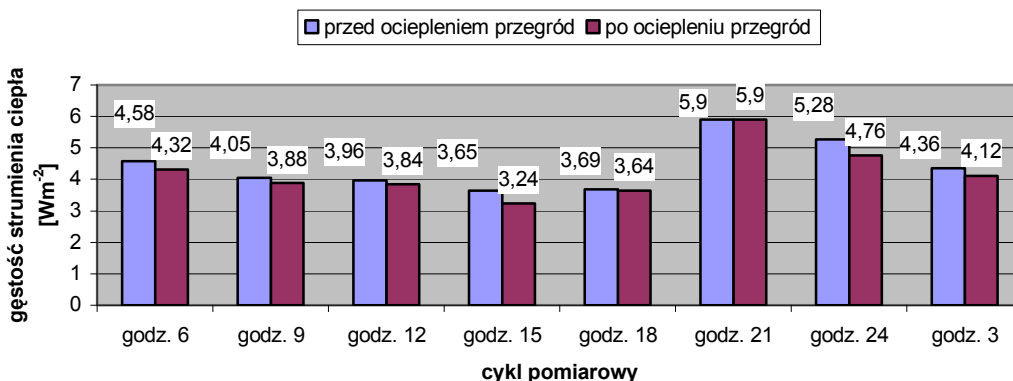


Rys. 1. Dobowy rozkład średnich wartości gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne przed i po ich ociepleniu w reprezentatywnym dniu stycznia

Fig. 1. 24hr distribution of mean heat stream intensities flowing through external walls of building before and after their thermal insulation on a representative day of January

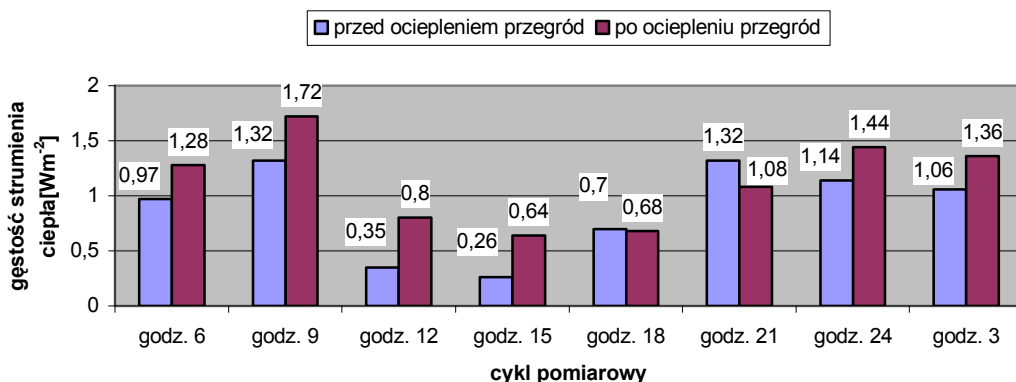
Gęstość strumienia ciepła dla okresu wiosennego przedstawiono na przykładzie reprezentatywnego dnia w kwietniu (rys. 2). W miesiącu tym nie występowały większe straty ciepła do atmosfery po zmodernizowaniu przegród samoogrzewalnego pomieszczenia dla zwierząt. Identyczną gęstość strumienia ciepła odnotowano tylko dla cyklu pomiarowego o godz. 21. Jednak w letnim miesiącu lipcu (rys. 3) powietrze wokół oddziału tuczu o podwyższonej izolacyjności termicznej zmuszone było przejąć większe zyski niepożądanego ciepła, traconego przez przenikanie przez ocieplone przegrody zewnętrzne.

Zjawisko takie wystąpiło aż w sześciu seriach pomiarowych na osiem cykli wykonywanych w ciągu doby. Tendencja ta dokładnie powtórzyła się w październiku, wybranym jako reprezentatywny miesiąc dla okresu jesiennych chłódów (rys. 4). O godzinie 18 gęstość strumienia ciepła przechodzącego przez ocieploną ścianę zewnętrzną wynosiła aż $3,20 \text{ W/m}^2$, gdy dla cieńszej przegrody równa była zaledwie $0,92 \text{ W/m}^2$. W tym przypadku wystąpił olbrzymi wzrost przenikania ciepła przez zaizolowaną obudowę tuczarni, sięgający 348%.



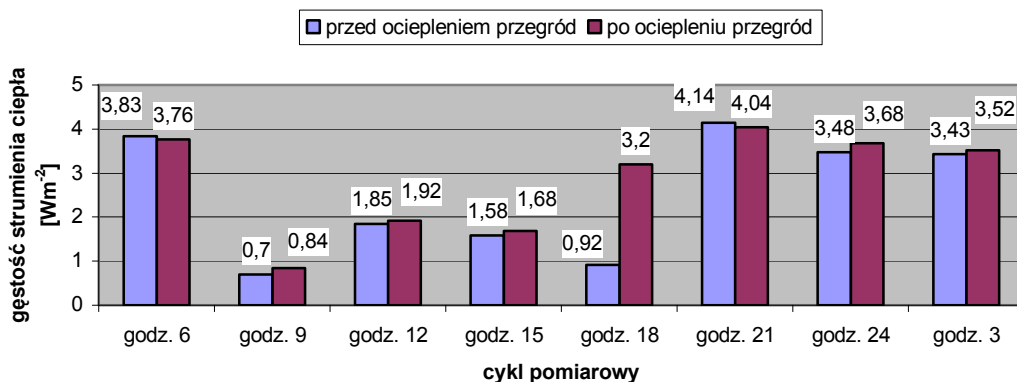
Rys. 2. Dobowy rozkład średnich wartości gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne przed i po ich ociepleniu w reprezentatywnym dniu kwietnia

Fig. 2. 24hr distribution of mean heat stream intensities flowing through external walls of building before and after their thermal insulation on a representative day of April



Rys. 3. Dobowy rozkład średnich wartości gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne przed i po ich ociepleniu w reprezentatywnym dniu lipca

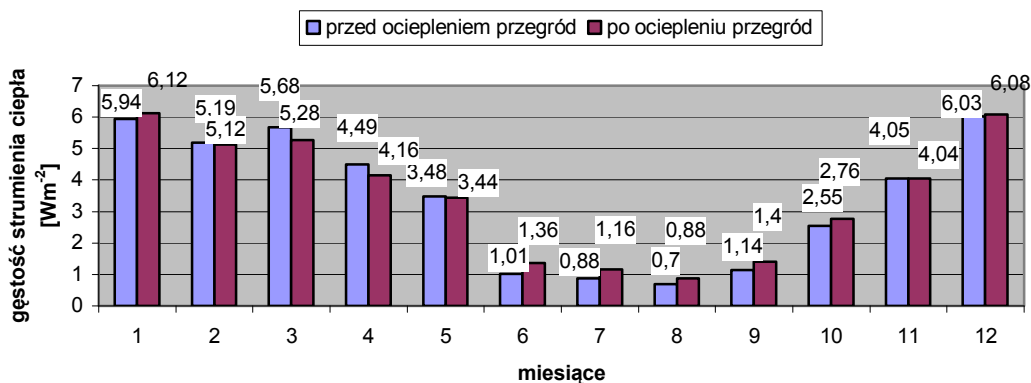
Fig. 3. 24hr distribution of mean heat stream intensities flowing through external walls of building before and after their thermal insulation on a representative day of July



Rys. 4. Dobowy rozkład średnich wartości gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne przed i po ich ociepleniu w reprezentatywnym dniu października

Fig. 4. 24hr distribution of mean heat stream intensities flowing through external walls of building before and after their thermal insulation on a representative day of October

Średnie gęstości strumienia ciepła z wszystkich serii pomiarowych dla reprezentatywnych dób oraz z trzech stanowisk pomiarowych w pomieszczeniu ocieplonym i nieocieplonym zamieszczono na rysunku 5.



Rys. 5. Roczny rozkład średnich wartości gęstości strumienia ciepła przechodzącego przez ściany zewnętrzne przed i po ich ociepleniu

Fig. 5. Yearly distribution of average values of the heat stream density crossing through external walls before and after their warming up

Na dwanaście miesięcy badań aż w siedmiu przypadkach obciążenie środowiska ciepłem traconym przez obudowę chlewni zwiększyło się w zmodernizowanej termicznie części obiektu. W samoogrzewalnych fermach na kilkadziesiąt tysięcy sztuk zwierząt dodatkowe zwiększanie się temperatury powietrza omywającego docieploną zabudowę może być przyczyną niekorzystnych, szybkich przemieszczeń się dużych mas powietrza, zasysających drobiny zanieczyszczeń. Oprócz takiego lokalnego zasięgu, zjawisko to może mieć także wymiar globalny – chociaż wydaje się, że stosunkowo mały – przez oddziaływanie na stopniowe ocieplanie się klimatu.

W dalszych badaniach należałoby podjąć próbę oceny skali zjawiska zwiększania się strat ciepła przez przegrody zewnętrzne poddane termomodernizacji w samoogrzewalnych pomieszczeniach inwentarskich. Pozwoliłoby to udzielić odpowiedzi, czy istotnie stanowi realne zagrożenie dla środowiska. Ponadto należałoby także podjąć próbę oceny możliwości technicznego ograniczenia niekorzystnego wpływu tego typu obiektów na otoczenie, bowiem jednym z podstawowych warunków przywracania równowagi naturalnemu środowisku jest systematyczne likwidowanie przyczyn zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby oraz niedopuszczanie do powstawania jakichkolwiek nowych źródeł zanieczyszczeń [Pęski 1999].

Stwierdzenia i wnioski

1. Z wyjątkiem okresu wiosennego po ociepleniu przegród wewnętrznych w badanym samoogrzewalnym budynku dla zwierząt wystąpiły zwiększone straty ciepła przez obudowę.
2. Dodatkowe zyski ciepła w powietrzu atmosferycznym, pochodzące z termomodernizowanych i nieogrzewanych pomieszczeń inwentarskich, mogą stanowić zanieczyszczenie środowiska wskutek podwyższenia się temperatury mas powietrza, które szybko wirując nasycają się drobinami zanieczyszczeń powodujących skondensowane gromadzenie się pyłów nad terenami zabudowanymi.

Bibliografia

- Baumann R. 1983. *Begrünte Architektur*. Verlag Geogr. D. W. Callwey, München
- Johansson A. 1997. *Czysta technologia. Środowisko, technika, przyszłość*, WNT, Warszawa
- Pęski W. 1999. *Zarządzanie zrównoważonym rozwojem miast*, Arkady, Warszawa
- Pogorzelski J. A. 2005. *Zagadnienia ciepłno-wilgotnościowe przegród budowlanych* [W:] Klemm P. (red.). *Budownictwo ogólne. Tom 2. Fizyka budowl*, Arkady, Warszawa

Recenzent: Grzegorz Fiedorowicz