

Zastosowanie technologii chłodzenia radiacyjnego w inteligentnej bazie produkcyjnej urządzeń grzewczych Ruina

Sierpień 2022



Spis treści

1. Tło projektu.....	3
2. Informacje o firmie Radi-Cool.....	4
3. Opis produktu.....	5
4. Analiza efektów zastosowania.....	7
4.1 Informacje o strukturze projektu.....	7
4.2 Metody oceny	7
4.3 Wyniki analizy	8
4.3.1 Efekty w hali produkcyjnej.....	8
4.3.2 Efekty w biurach i salach wystawowych.....	9
5. Podsumowanie.....	10

1. Tło projektu

Ruina Intelligent Equipment Co., Ltd. została założona w 2008 roku i koncentruje się na badaniach i zastosowaniu inteligentnych technologii w kluczowych produktach i urządzeniach grzewczych, pełnym pomiarze danych, zarządzaniu informacjami, budowie systemów Big Data, usługach inteligentnych platform i wykorzystaniu danych AI. Jest wiodącym krajowym dostawcą kompleksowych rozwiązań dla miejskich inteligentnych systemów ciepłowniczych. Firma dostarczyła już produkty i usługi technologiczne największym przedsiębiorstwom ciepłowniczym w Chinach i kilkuset firmom w branży. Ruina jest krajowym przedsiębiorstwem high-tech, posiada cztery spółki zależne i zatrudnia ponad 600 pracowników. W kontekście strategii neutralności klimatycznej, Ruina realizuje misję wspierania zielonego, niskoemisyjnego i zrównoważonego rozwoju, poprzez dostarczanie trwałych, autorskich technologii i usług energooszczędnych, które pomagają klientom ciepłowniczym ograniczać ryzyko i tworzyć wartość.



Rys. 1-1 Ruina Intelligent Equipment Co., Ltd.

Przedmiotem niniejszego projektu jest budynek nr 1 w głównej siedzibie Ruina. Całkowita powierzchnia budynku wynosi 52 497,6 m², powierzchnia zabudowy 14 599,6 m², cztery kondygnacje naziemne i częściowe podpiwniczenie. W budynku znajdują się strefy biurowe i wystawowe z klimatyzacją; hala produkcyjna nie posiada klimatyzacji i wentylowana jest naturalnie. Przeszklenia wykonane są z podwójnych szyb 5+9A+5, a dach dzieli się na część użytkową (biura i hala) oraz dach zielony (nad wystawą). W projekcie przewiduje się zastosowanie przezroczystej folii chłodzenia radiacyjnego na elewacjach i świetlikach w celu zwiększenia komfortu wewnętrznego i zmniejszenia obciążenia chłodniczego klimatyzacji.

2. Informacje o firmie Radi-Cool

Ningbo Radi-Cool Advanced Energy Technologies Co. Ltd. (dalej „Radi-Cool”) to innowacyjne przedsiębiorstwo high-tech z miasta Ningbo. Firma jest autorem przełomowego wynalazku – „**supermateriału chłodzenia radiacyjnego**”, opublikowanego w 2017 r. w czasopiśmie *Science*. Technologia ta zdobyła globalne uznanie i liczne nagrody, w tym „Top 10 Physics Breakthroughs” wg *Physics World* oraz „Top 10 News” wg *The Economist* w 2017 roku.

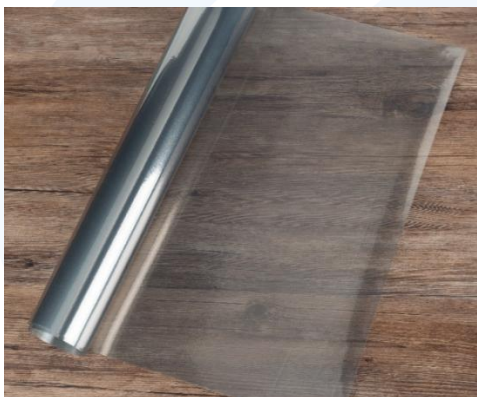


Rysunek 2-1. Wyróżnienia: „10 największych odkryć fizyki na świecie” według *Physics World* oraz „10 najważniejszych wiadomości roku” według *The Economist*.

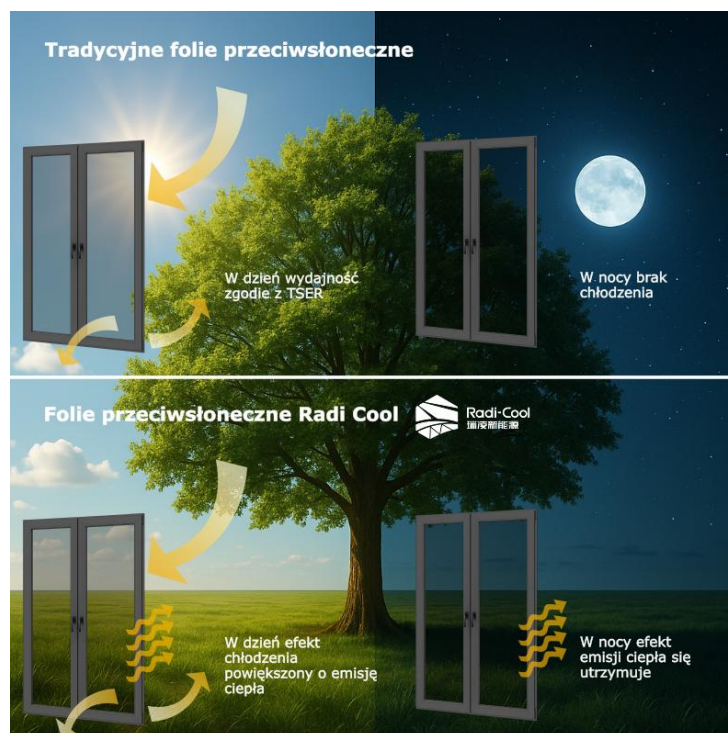
Technologia wykorzystuje **okno atmosferyczne w zakresie podczerwieni (8–13 μm)**, umożliwiając przekazywanie ciepła z powierzchni Ziemi do przestrzeni kosmicznej bez pochłaniania przez atmosferę. Dzięki temu możliwe jest ciągłe, energooszczędne chłodzenie przez całą dobę, bez potrzeby zasilania. Produkty te znajdują zastosowanie m.in. w budynkach przemysłowych, magazynach oraz transporcie.

3. Opis produktu

W projekcie zastosowano przezroczystą folię chłodzenia radiacyjnego na przeszkleniach, zachowując przepuszczalność światła dziennego. Folia umożliwia odprowadzanie ciepła w postaci promieniowania podczerwonego przez tzw. „okno atmosferyczne” do zimnego źródła w przestrzeni kosmicznej. Jednocześnie blokuje promieniowanie UV i bliską podczerwień, ograniczając nagrzewanie pomieszczeń i poprawiając komfort użytkowników.



Rys. 3-1 Przezroczysta folia chłodzenia radiacyjnego



Rys. 3-2 Porównanie pracy folii radiacyjnej i tradycyjnej w cyklu 24h

Przykładowe parametry techniczne dwóch folii użytych w projekcie przedstawiono w tabeli poniżej.

Model	T44300N	T11300W
Grubość (μm)	58	60
Szerokość (mm)	1520	1520
Kolor	szary	srebrny
Zmętnienie (%)	1.5	5
Przepuszczalność światła widzialnego (%)	44	11
Odbicie światła widzialnego (%)	34	65
Blokada UV (%)	≥99	≥99
TSER (%)	63	85
Współczynnik zacienienia	0.42	0.17
Sposób aplikacji	wewnętrzna	zewnętrzna

Tabela 3-3. Główne parametry techniczne przeciwsłonecznej folii chłodzącej, przezroczystej

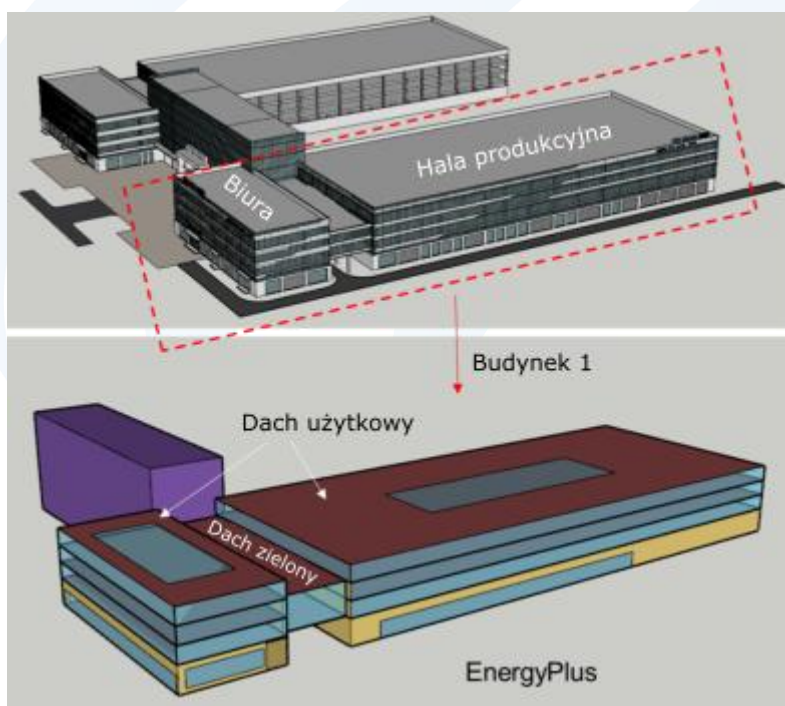
4. Analiza efektów zastosowania

4.1 Informacje o strukturze projektu

Budynek wykorzystuje podwójne szyby 5+9A+5. Całkowita powierzchnia przeszkleń wynosi 14 633 m², z czego 10 062 m² przypada na halę produkcyjną i 4316 m² na biura. Świetliki mają łączną powierzchnię 2688 m². Projekt oparto na danych z rysunków technicznych, rzeczywiste powierzchnie zostaną zweryfikowane podczas montażu.

4.2 Metody oceny

Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem SketchUp, OpenStudio i EnergyPlus. EnergyPlus, opracowany przez Lawrence Berkeley National Laboratory (USA), jest uznanym silnikiem symulacji energetycznej budynków. Model 3D (Rys. 4-1) wykorzystano do oceny wpływu folii na bilans cieplny budynku.



Rys. 4-1. Model symulacyjny budynku

Do analizy optycznych właściwości szyb zastosowano oprogramowanie WINDOW, które umożliwia obliczenia przenikalności i odbicia dla różnych układów szkło–folia.

System szklany	SHGC	Przepuszczalność światła
Szkło bazowe	0.72	0.79
Szkło + folia T44300N (elewacja)	0.45	0.37
Szkło + folia T11300W (światlik)	0.14	0.10

Tabela 4-2. Zmiana parametrów optycznych szkła przed i po zastosowaniu folii

4.3 Wyniki analizy

Symulacje przeprowadzono dla Hefei (Chiny), 21 lipca, gdy temperatura zewnętrzna wynosiła 34°C. Dla stref biurowych i wystawowych ustawiono klimatyzację na 26°C (8:00–17:00). Wyniki przedstawiają redukcję temperatury i obciążenia chłodniczego.

4.3.1 Efekty w hali produkcyjnej

Hala nie ma klimatyzacji, dlatego oceniono wpływ folii na temperaturę powietrza.

Maksymalne spadki temperatury w poszczególnych kondygnacjach:

Kondygnacja	Temperatura przed (°C)	Temperatura po (°C)	Różnica maks. (°C)	Średnia różnica (°C)
1	28.4	26.7	1.7	1.6
2	35.7	31.9	3.8	3.7
3	40.7	35.2	5.5	5.0
4	44.4	37.7	6.7	5.9

Tabela 4-3. Maksymalna i średnia różnica temperatur wewnętrznej na poszczególnych kondygnacjach hali (8:00–17:00)

Średni spadek temperatury w hali wynosi 1.6–5.9°C, co znacząco poprawia warunki pracy.

4.3.2 Efekty w biurach i salach wystawowych

Dla stref z klimatyzacją oceniono poprawę komfortu cieplnego (wskaźnik PMV) i redukcję obciążenia chłodniczego.

Skala PMV (Predicted Mean Vote): +3 = bardzo gorąco, 0 = komfortowo, -3 = bardzo zimno.

Średni spadek temperatury radiacyjnej wynosi 1.0–7.5°C, co przekłada się na poprawę komfortu o 17–52%.

Obciążenie chłodnicze w biurach spadło z 85.4 W/m² do 53.6 W/m² (redukcja 37.2%), a w salach wystawowych z 23.0 W/m² do 17.2 W/m² (redukcja 25.1%).

Dodatkowe efekty:

- Zwiększenie bezpieczeństwa szkła – folia ogranicza ryzyko rozprysku odłamków przy pęknięciu.
- Blokada UV ≥99% – ochrona skóry i wyposażenia.
- Redukcja olśnienia i zmęczenia wzroku.

5. Podsumowanie

Zastosowanie technologii chłodzenia radiacyjnego w budynku nr 1 Ruina obejmuje:

- Powłokę chłodzącą na dachach betonowych biur i hali.
- Folie radiacyjne na przeszkleniach i świetlikach.

W warunkach letnich (Hefei, 8:00–17:00):

- Temperatura w hali spada o 1.7–6.7°C.
- Komfort cieplny w biurach poprawia się o 17–52%.
- Obciążenie chłodnicze maleje o 25–37%, co redukuje zużycie energii i emisję CO₂.
- Zwiększa się bezpieczeństwo i trwałość szyb oraz ogranicza promieniowanie UV i oślnienie.

Technologia chłodzenia radiacyjnego skutecznie poprawia komfort i efektywność energetyczną, wspierając cele zrównoważonego rozwoju i strategię niskoemisyjną firmy Ruina.