 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small>	Budynek przy pl. Szczepańskim 5	Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynekach historycznych	Strona:	1 z 16
Rewizja:		0	
Data:		23-11-2015	
POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061			

BUDYNEK DAWNEJ KOMUNALNEJ KASY OSZCZĘDNOŚCI

Nr Projektu : MLBE-04.15

Zadanie: Badanie mikroklimatu i komfortu cieplnego w pomieszczeniach objętych nadzorem Konserwatora Zabytków, obiektu zabytkowego zlokalizowanego pod adresem plac Szczepański 5


Lokalizacja: Kraków, plac Szczepański 5



MLBE

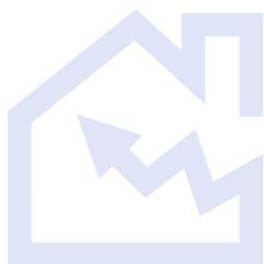
Opracowane przez:		Data:	Zatwierdzone przez:	Data:
dr inż. arch. Marcin Furtak dr inż. Małgorzata Fedorczak-Cisak mgr inż. arch. Magdalena MacLean		23.11.2015		
Edycje				
Rew. N°	Data	Opis	Zmienione przez:	Podpis

Wszystkie treści badań i analiz oraz elementy graficzne umieszczone w niniejszym opracowaniu są własnością MLBE. Są chronione prawem autorskim jednostek naukowo-badawczych, które przysługuje Politechnice Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki.


 MLBE MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061	Budynek przy pl. Szczepańskim 5		Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych		Strona:	2 z 16
			Rewizja:	0
		Data:	23-11-2015	

Index

1. Cel opracowania.....	3
2. Zakres opracowania.....	3
3. Podstawa prawna.....	3
4. Opis problemu.....	4
5. Przegląd dostępnych na rynku rozwiązań wpływających na redukcję promieniowania słonecznego dostarczanego do pomieszczeń.....	4
6. Symulacje i wyniki obliczeń.....	6
7. Pomiary „in situ”.....	7
8. Podsumowanie.....	15



MLBE

 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small> POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061	Budynek przy pl. Szczepańskim 5		Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych		Strona:	3 z 16
			Rewizja:	0
		Data:	23-11-2015	

1. Cel opracowania

Celem opracowania jest analiza komfortu termicznego w pomieszczeniach Państwowej Inspekcji Pracy (piętro I, III, V i VI) budynku Komunalnej Kasy Oszczędności zlokalizowanego przy placu Szczepańskim nr 5, pod kątem przegrzewania się pomieszczeń i możliwości poprawy warunków użytkowania pomieszczeń.

2. Zakres opracowania


Zakres prac naukowych obejmuje:

- analizę problemu
- przegląd dostępnych na rynku możliwości zmniejszenia przepuszczalności promieniowania słonecznego do budynku
- analizę możliwości zastosowania poszczególnych rozwiązań
- symulacje dynamiczne parametrów pomieszczeń, uwzględniające poszczególne rozwiązania
- propozycja najkorzystniejszych rozwiązań

3. Podstawa prawna

W trakcie analiz przeprowadzonych w celu weryfikacji i obliczeń oparto się na normach i wytycznych projektowania:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Rozporządzenie Ministra infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej,
- Polska norma PN-B-03421:1978 – „Wentylacja i klimatyzacja – Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi”,
- Norma europejska PN-EN ISO 6946:2008 – „Komponenty budowlane elementy budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania”,
- Norma europejska PN-EN ISO 10077-1:2007 – „Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 1: Postanowienia ogólne”,

 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small>	Budynek przy pl. Szczepańskim 5	Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych	Strona:	4 z 16
POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061		Rewizja:	0
		Data:	23-11-2015

- oprogramowanie wspomagające projektowanie i analizy energetyczne w budownictwie BuildersDesign v.4.2. Program wykorzystuje normatywy: Eurima, ASHRAE 90.1, dane pogodowe dla Krakowa dostarczone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

4. Opis problemu

Podjęto pracę badawczą mającą na celu identyfikację i analizę powiązania diagnostyczne związane z doбором rozwiązania problemu przegrzewania się biur w okresie letnim.

Biura posiadają duży procent przeszklenia zwłaszcza od strony południowo-zachodniej (średnia wartość powierzchni okiennej w stosunku do powierzchni ściany pomieszczenia wynosi 26%). Ze względów konserwatorskich nie są brane pod uwagę działania wymagające ingerencji w zewnętrzny wygląd obiektu.

Z przekazanych informacji wynika, że instalacja klimatyzatorów również nie może być wzięta pod uwagę.

W pomieszczeniach biurowych zostały wymienione wszystkie okna, dlatego rozwiązanie instalacji okien z zastosowaniem innego rodzaju przeszkleń nie jest brane pod uwagę.

5. Przegląd dostępnych na rynku rozwiązań wpływających na redukcję promieniowania słonecznego dostarczanego do pomieszczeń.

5.1 Żaluzje

5.1.1 Wewnętrzne

Brak problemów konserwatorskich, niski koszt – słaba skuteczność. Taka instalacja wewnętrzna nie blokuje wnikania ciepła słonecznego do pomieszczenia.

5.1.2 Zewnętrzne

Montowane na elewacji

Blokada UV – 99%,

Redukcja penetracji promieniowania słonecznego 35-65%¹,


Kolorystyka – różnorodna,

Koszt żaluzji – od 130 zł/m².

Przy zastosowaniu zwykłych żaluzji kasetowych występuje znaczna ingerencja w wygląd zewnętrzny budynku, jest też możliwość zastosowania kaset podtynkowych co by wymagało podkucia istniejących nadproża okiennego i schowania kaset we wnęce.

Istnieją również kasety wnękowe (naokienne), które również będą widoczne na zewnętrznej elewacji jednak ich wysokość nie powinna przekraczać wysokości ramy okiennej. Dla powyższych rozwiązań wymagane jest zezwolenie konserwatora miasta.

¹ Redukcja promieniowania słonecznego – jest to ilość promieniowania słonecznego (w zakresie 280-2500nm) jaka została zatrzymana przez folie/żaluzje okienne przeciwsłoneczne. Jest to energia zarówno odbita jak i pochłonięta przez folię/żaluzje, podawana jest w procentach.

 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small>	Budynek przy pl. Szczepańskim 5		Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych		Strona:	5 z 16
			Rewizja:	0
POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061			Data:	23-11-2015

5.2 Rolety - wszystkie poniższe dane cytowane za producentem OPALFilm

- 5.2.1 Rolety wewnętrzne – z folii refleksyjnej max zmniejszenie energii ciepła słonecznego do 80% skutkuje obniżeniem temperatury wnętrza do 10°C,
Kolorystyka – różnorodna,
Koszt folii – od 130 zł/szt.

5.3 Rolety zewnętrzne

Montowane na elewacji,

Blokada UV – 99%,

Redukcja penetracji promieniowania słonecznego 35-65%,

Kolorystyka – różnorodna,

Koszt rolety – od 149 zł/m²

Ze względu na ingerencję tego rozwiązania w wygląd zewnętrzny budynku wymagane jest zezwolenie konserwatora miasta na jego zastosowanie.

5.4 Folie okienne – wszystkie poniższe dane cytowane za producentem STS WindowFilms

5.4.1 Folie do okien wystawowych

Blokada UV – 99%,

Redukcja penetracji promieniowania słonecznego 35-45%,

Ten typ folii nie blokuje wglądu do wnętrza pomieszczeń, nie zmienia wyglądu zewnętrznego przeszkleń okna.

Skuteczność w obniżeniu temperatury w stosunku do stanu obecnego ok. 2-50C,

Kolorystyka – niebieska, szara, bezbarwna,

Koszt – od 70zł/m².

5.4.2 Folie przeciwsłoneczne wewnętrzne

Blokada UV – 99%,

Redukcja penetracji promieniowania słonecznego 64-86%,

Ten typ folii blokuje wgląd do wnętrza pomieszczeń może zmieniać wygląd elewacji – powoduje efekt lustrzanego okna.

Skuteczność w obniżeniu temperatury w stosunku do stanu obecnego ok.3-10°C,

Kolorystyka – niebieska, szara, bezbarwna, srebrna, brązowa etc,

Koszt – od 75 zł/m².


5.4.3 Folie przeciwsłoneczne zewnętrzne

Blokada UV – 99%,

Redukcja penetracji promieniowania słonecznego 58-80%,

Ten typ folii blokuje widok do wnętrza pomieszczeń może zmieniać wygląd elewacji – powoduje efekt lustrzanego okna.

Skuteczność w obniżeniu temperatury w stosunku do stanu obecnego ok.6-10°C,

 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small> POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061	Budynek przy pl. Szczepańskim 5		Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych		Strona:	6 z 16
			Rewizja:	0
		Data:	23-11-2015	

Kolorystyka – niebieska, szara, bezbarwna, miedź, brąz, srebrna etc,

Koszt – od 65 zł/m².

Podane przybliżone koszty metryczne dotyczą wyłącznie samego materiału i mają charakter orientacyjny.

6. Symulacje i wyniki obliczeń

Wyniki symulacji przeprowadzonych w programie DesignBuilder v4.2 dla wariantu z wykorzystaniem folii przeciwsłonecznych o różnych współczynnikach: transmisji energii słonecznej, bezpośredniej energii słonecznej i przepuszczalności światła. Dla wszystkich symulacji przyjęto te same parametry okna. Poddano badaniu 1 biuro (patrz załącznik #1) na V piętrze, w którym znajdują się dwa okna na stronę południową oraz drzwi na korytarz. Symulacje przeprowadzono przy założeniu, że zarówno okna jak i drzwi przez cały czas symulacji pozostają zamknięte. Wyłączono zatem możliwość przeciągu lub zwiększonej wentylacji naturalnej jako najbardziej niekorzystne warunki.


Warunki pogodowe: średnia absolutna temperatura zewnętrzna: 18,14 °C, średnia wilgotność wewnętrzna w biurze: 71,76%.

Tab.1 Wyniki symulacji przy zastosowaniu folii przeciwsłonecznych

Raport wygenerowany dla tego samego biura w okresie od 29-06 do 05-07 2015r							
Rodzaj symulacji	Współ. – transmisji energii słonecznej ²	Współ. – bezpośredniej energii słonecznej ³	Współ. – przepuszczalności światła	U – okna W/m ² K	Max. temp.zew. °C	Max. temp.wew. °C	Różnica °C do st.istniejącego
Okno istniejące	0,761	0,705	0,812	1,7	23,7	34,48	0
Symulacja #1	0,486	0,397	0,664	1,7	23,7	33,48	-1
Symulacja #2	0,595	0,538	0,769	1,7	23,7	33,92	-0,56
Symulacja #3	0,382	0,284	0,444	1,7	23,7	33,25	-1,23
Symulacja #4	0,131	0,047	0,120	1,7	23,7	32,14	-2,34
Symulacja #5	0,221	0,119	0,163	1,7	23,7	32,60	-1,88
Symulacja #6	0,155	0,087	0,114	1,7	23,7	32,46	-2,02
Symulacja #7	0,697	0,604	0,781	1,7	23,7	34,36	-0,12

² energia słoneczna przepuszczalna czyli transmisja – jest to ilość energii słonecznej, która bezpośrednio przenika przez szyby okna.

³ bezpośrednia energia słoneczna czyli refleksyjność i absorpcyjność – jest to ilość energii słonecznej, która zostaje odbita od zestawu szybowego oraz, która bezpośrednio zostaje pochłonięta przez szybę w pakiecie szybowym i w rezultacie powoduje nagrzewanie szyb okna.

 MLBE MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061	Budynek przy pl. Szczepańskim 5	Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych	Strona: 7 z 16 Rewizja: 0 Data: 23-11-2015	

Powyższe wyniki należy odczytać w następujący sposób:

Symulacja #1 → nałożone filtry: współczynnika transmisji energii słonecznej =0,486 → współczynnika bezpośredniej energii słonecznej =0,397 → współczynnika przepuszczalności światła =0,664, przy temp. zewn. =23,7 °C → skutkuje temperaturą wnętrza =33,48 °C. Daje to różnicę 1°C mniej w stosunku do stanu istniejącego czyli okien bez folii/filtra.

7. Pomiary „in situ”

Uzupełnieniem analiz przeprowadzonych w części pierwszej – symulacji komputerowych są badania rzeczywiste. W budynku przy placu Szczepańskim przeprowadzono badania stanu rzeczywistego komfortu cieplnego.

Badania przeprowadzono w pomieszczeniach dla których wykonano analizę symulacyjną w pkt. 6 niniejszego opracowania.

Badania przeprowadzono z uwagi na zgłoszenie o złych warunkach pracy, w szczególności dotyczących komfortu cieplnego. Analizy wykazały przegrzewanie pomieszczeń. Zaproponowano zastosowanie folii zmniejszającej przepływ promieniowania krótkofalowego do wnętrza pomieszczeń I sprawdzenie w rzeczywistości jakie efekty przyniesie takie rozwiązanie.

Badanie zostało przeprowadzone w okresie od 17.07.2015 do 20.07.2015. Warunki początkowe badania: wysoka temperatura zewnętrzna, brak możliwości schłodzenia pomieszczeń, badania rozpoczęto w temperaturze zewnętrznej 29°C i wewnętrznej 30°C. Celowym jest powtórzenie badań w temperaturze projektowej pomieszczeń 20°C.

Badanie miało ocenić skuteczność zastosowania folii przeciwsłonecznych oraz określenie dotychczasowych warunków panujących w pomieszczeniach.

Badanie zostało przeprowadzone równolegle w pomieszczeniach 508, 509.


Do badań wykorzystany został Miernik Mikroklimatu EHA MM101, pyranometr oraz dodatkowy termometr. Wszystkie wyniki zostały zapisane w formie elektronicznej.

Pomiar dokonano zgodnie z normą PN-EN ISO 7730 z 2006 roku na trzech poziomach jednocześnie.

Parametry zmierzone podczas badania to:

- Temperatura powietrza,
- Temperatura poczernionej kuli,
- Temperatura naturalna wilgotna,
- Wilgotność względna,
- Prędkość powietrza.

Na podstawie pomiarów oraz określenia charakteru pracy wykonywanej przez pracowników zostały obliczone następujące parametry:

 MLBE MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061	Budynek przy pl. Szczepańskim 5		Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych		Strona:	8 z 16
		Rewizja:	0	
		Data:	23-11-2015	

- PMV - Przewidywana ocena średnią środowiska termicznego umiarkowanego
- PPD - Przewidywany odsetek niezadowolonych z panujących warunków

Pomiary wykonywane przez miernik mikroklimatu były wykonywane w kroku czasowym 5 minutowym. Pomiar nasłonecznienia co 2 min.

Obliczanie wskaźnika komfortu na podstawie pomiarów "in situ" jest wykonywane na podstawie wzoru:

$$PMV = (0,352e^{-0,042 QM ADu} + 0,032) (QM ADu (1 - \eta) - 0,35 (43 - 0,061 QM ADu (1 - \eta) - pw) - o, 42 (QM ADu (1 - \eta) - 50) - 0,0023 QM ADu (44 - pw) - 0,0014 QM ADu (34 - tw) - 3,4 \cdot 10^{-8} fcl((tcl + 273)^4 - (Tmrt + 273)^4) - fclak(tcl - tw))$$

Gdzie:

ADu – powierzchnia ciała ludzkiego [m²],

QM – ciepło metaboliczne [W],

H – sprawność ruchowa ciała,

pw – ciśnienie cząstkowe pary wodnej w otaczającym powietrzu [mmHg],

tw – temperatura powietrza [°C],

fcl – stosunek pola powierzchni ciała okrytego odzieżą do pola powierzchni ciała odkrytego, tcl – średnia temperatura powierzchni ciała ludzkiego okrytego odzieżą [°C],

Tmrt – średnia temperatura promieniowania [°C],

ak – współczynnik przejmowania ciepła przez konwekcję [W/m²K]

Drugi z współczynników określony jest za pomocą wzoru:

$$PPD = 100 - 95e^{(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)}$$

Skala wartości współczynnika PMV składa się z siedmiu stopni:

Tab.2 Wartości komfortu cieplnego określone za pomocą wskaźników PMV

Wskaźnik PMV	Ocena
+3	Gorąco
+2	Ciepło
+1	Lekko ciepło
0	Neutralnie, komfortowo
-1	Lekko chłodno
-2	Chłodno
-3	Zimno

**MLBE**MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM
BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO

POLITECHNIKA KRAKOWSKA

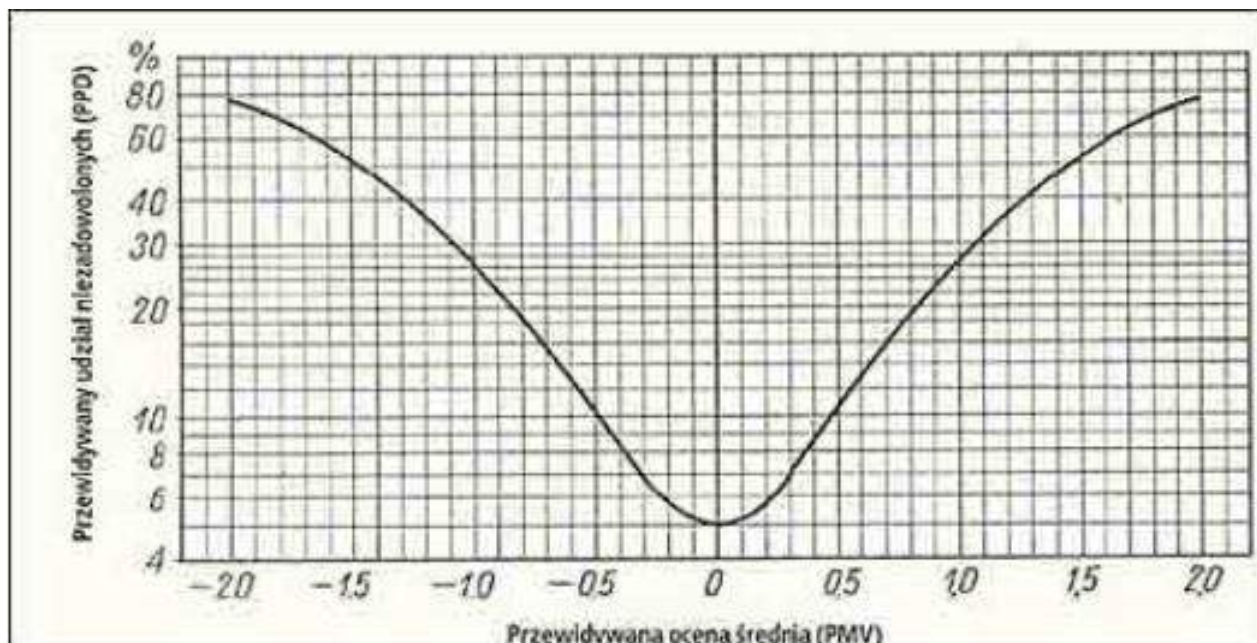
ul. Warszawska 24,
31-155 Kraków
Tel: 12-628-3061**Budynek przy pl. Szczepańskim 5**Nr Dokumentu:
MLBE-04.15**Propozycja rozwiązania problemu
nagrzewania się pomieszczeń w
budynkach historycznych**

Strona: 9 z 16

Rewizja: 0

Data: 23-11-2015

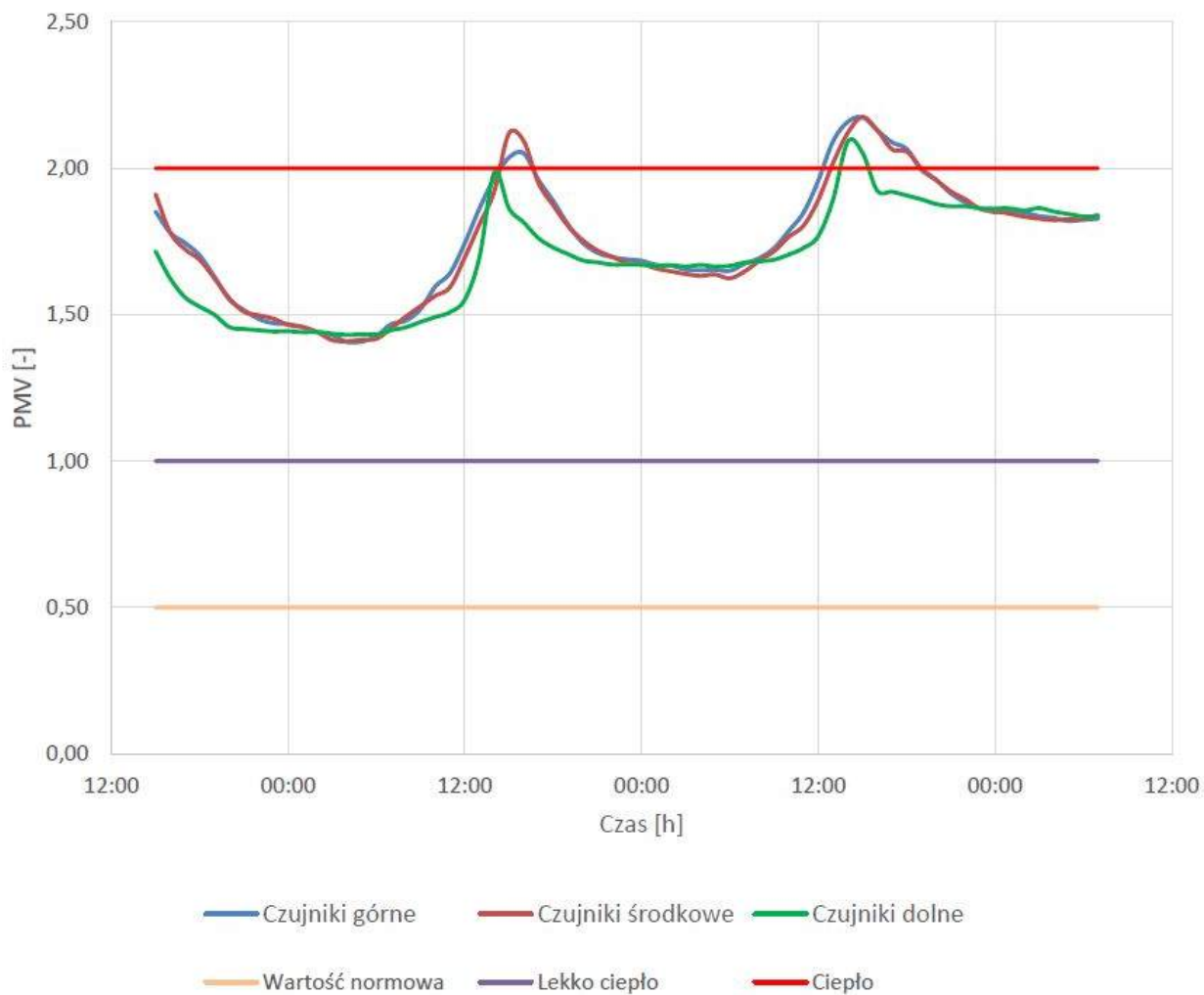
Natomiast zależność PMV od PPD obrazuje wykres



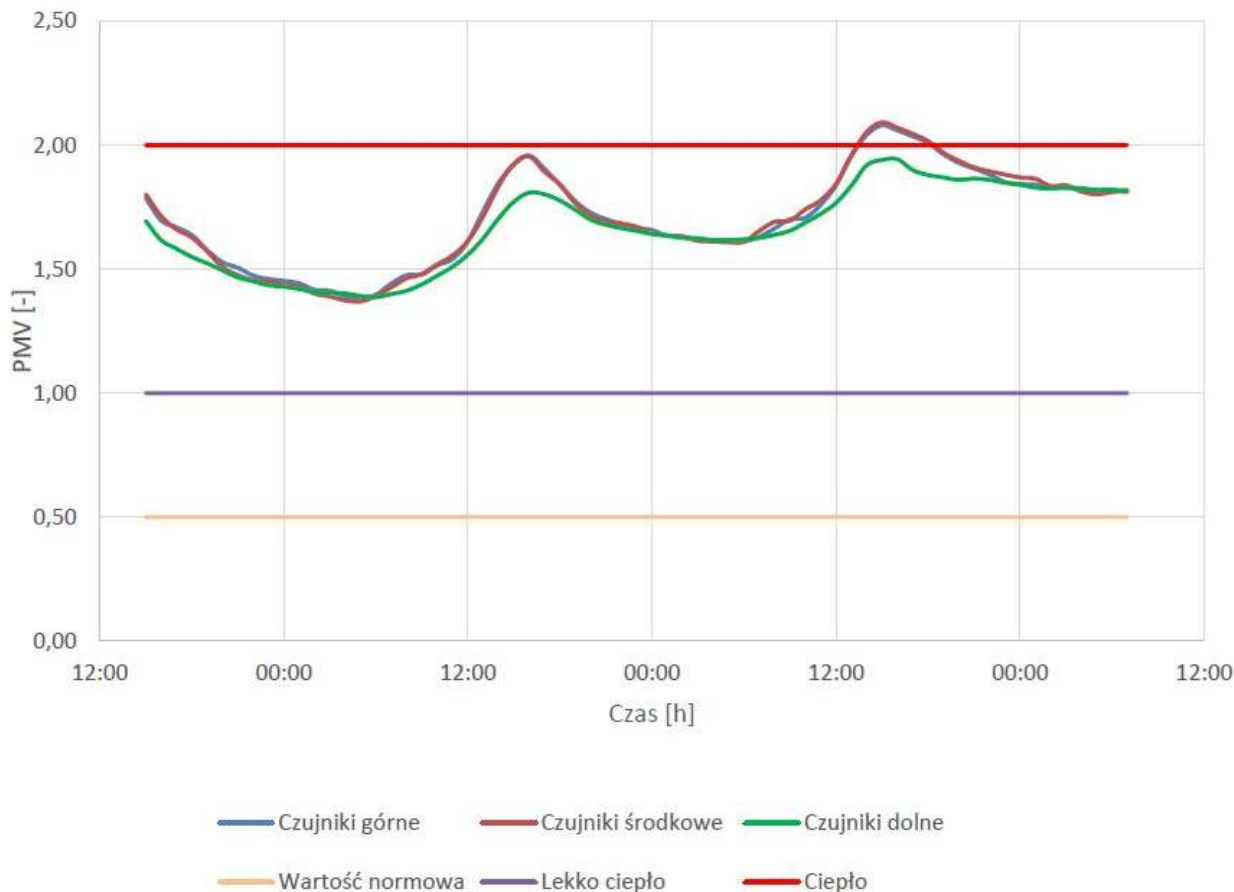
Rys.1 Zależność PMV od PPD

Jako wartość opisująca komfort cieplny przyjmuje się PMV od -0,5 do +0,5 przy PPD mniejszym od 10%.

WYNIKI POMIARÓW



Rys.2. Wartości PMV w pomieszczeniu bez folii na szybie.



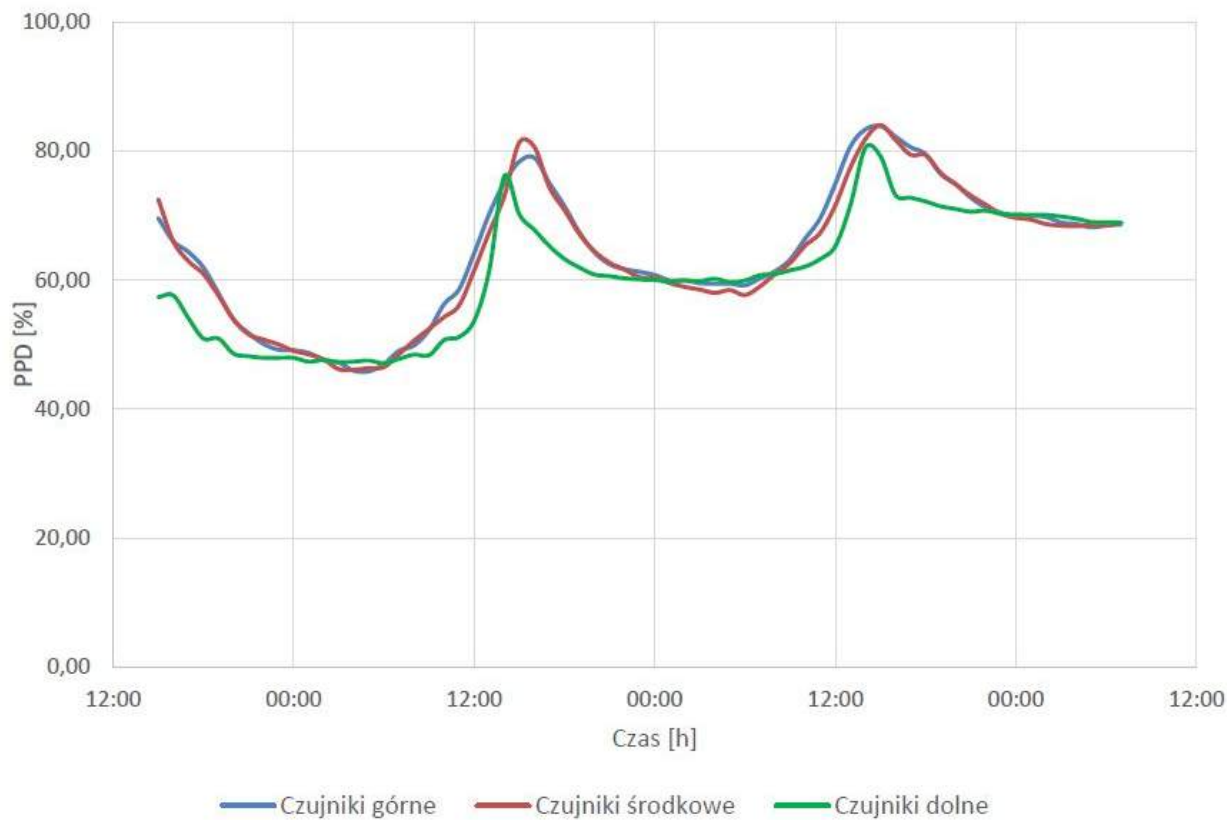
Rys.3. Wartości PMV w pomieszczeniu z folią na szybie.

Jak widać z rysunków 2 oraz 3 większość wyników zarówno w pomieszczeniu bez folii jak i z folią mieści się w przedziale PMV 1 do 2 czyli określanych jako „lekko ciepło – ciepło”. W godzinach w których odnotowuje się największe promieniowanie krótkofalowe czyli 13-15 sytuacja znacznie gorzej przebiega w pomieszczeniu bez zastosowanej folii, gdzie przekracza wartość PMV +2. Oznacza to przejście do ostatniego przedziału akceptowalności projektowania pomieszczeń w warunkach komfortu cieplnego.

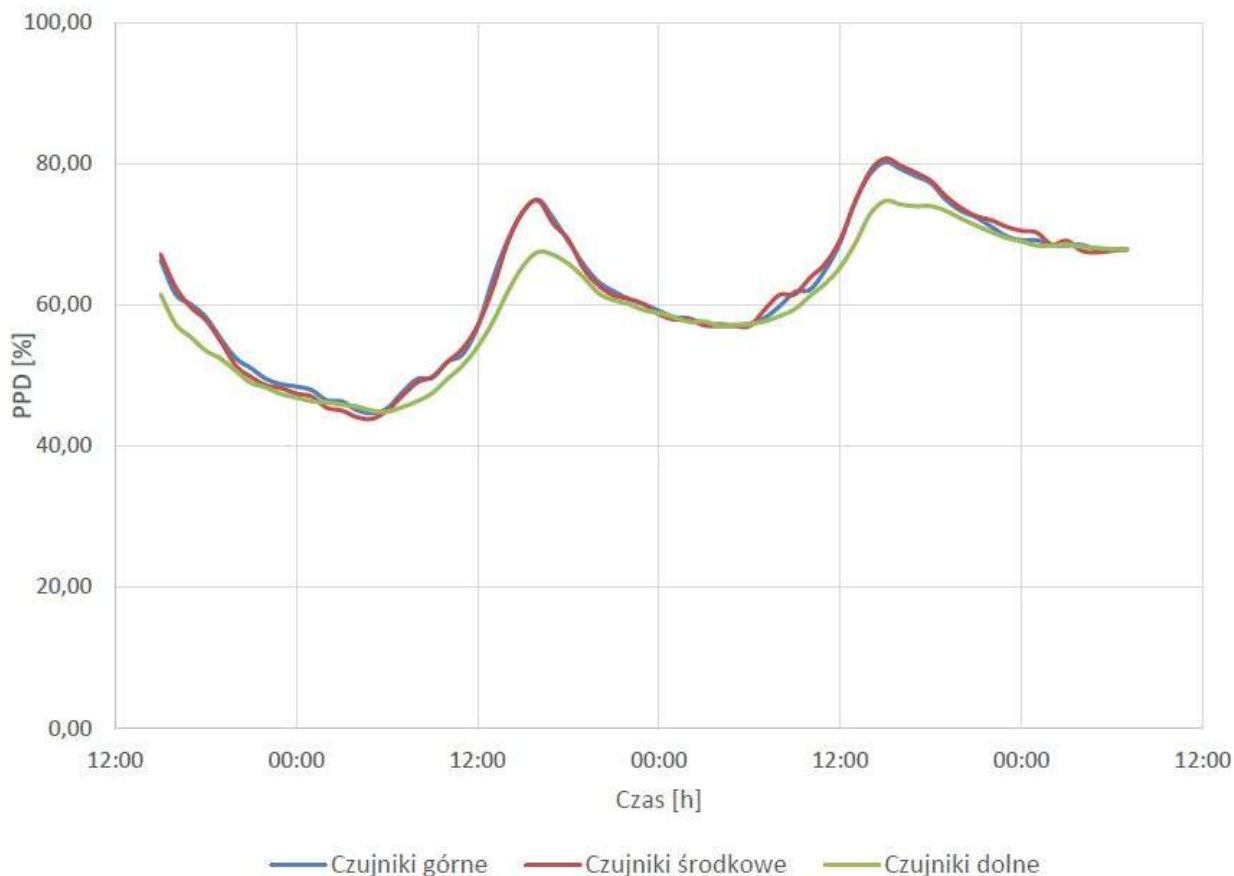
Widać że zastosowanie folii nie wpływa w znaczący sposób na poprawę komfortu, jednak w godzinach największego nasłonecznienia pozwala utrzymać akceptowalne warunki w pomieszczeniu.

Aby w znaczący sposób poprawić komfort cieplny użytkownika pomieszczeń należałoby zastosować inne rozwiązania np. żaluzje zewnętrzne, wprowadzenie klimakonwektorów.

Poniżej przedstawiono wykresy z obliczonym wskaźnikiem PPD.



Rys.4. Wartości PPD w pomieszczeniu bez folii na szybie.

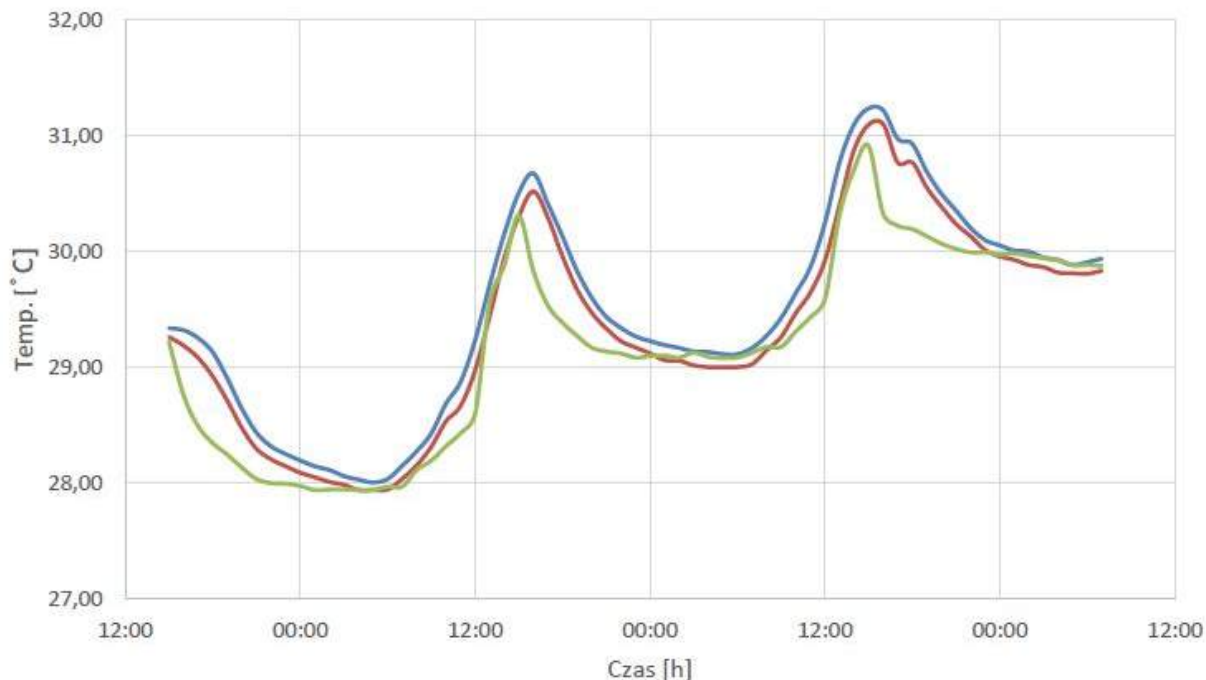


Rys.5. Wartości PPD w pomieszczeniu z folią na szybie.

Jak widać na rys 4 oraz 5 odsetek osób niezadowolonych z przebywania w takich warunkach znacznie przekracza normy dopuszczalnego komfortu. W godzinach pracy 7 -15 odsetek osób niezadowolonych kształtuje się w granicach ok. 43 – 85%.

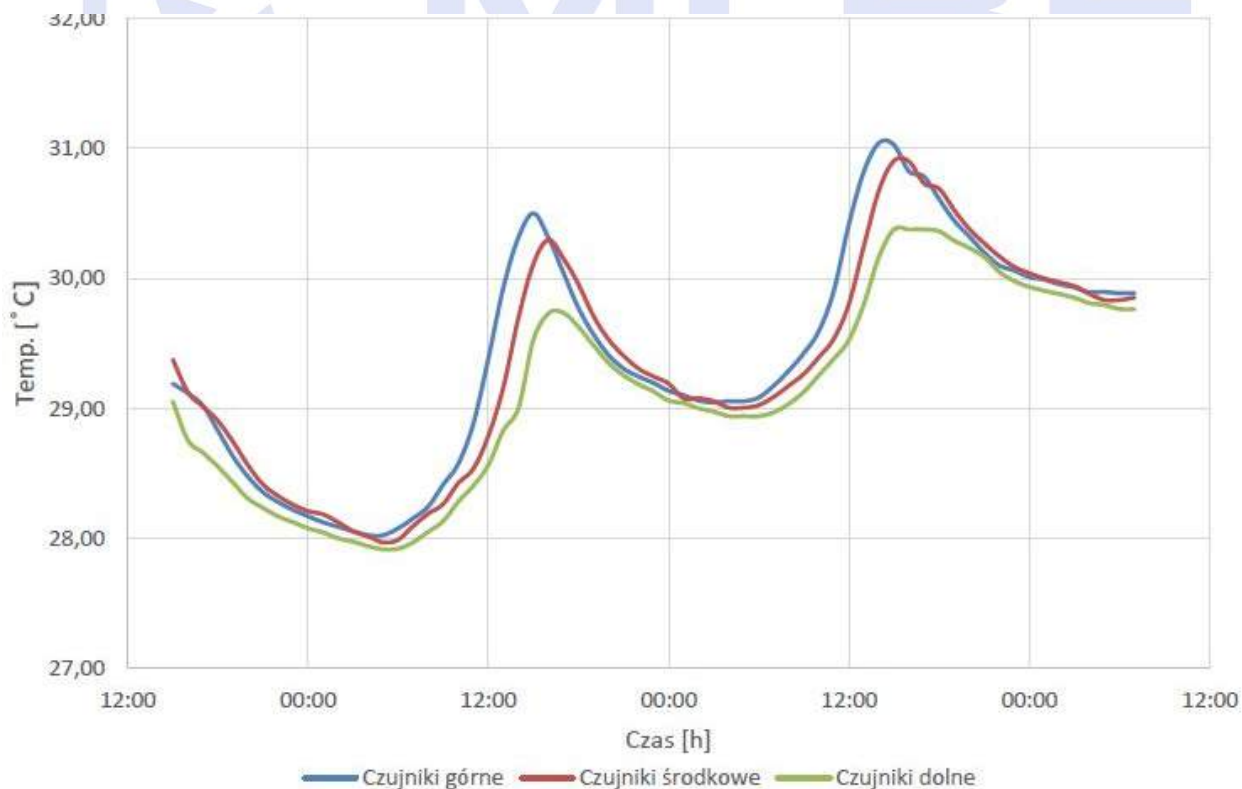
Widać również wpływ zastosowania folii redukującej promieniowanie słoneczne. Nie jest to redukcja pozwalająca na komfort w pracy, ale o ok 5% w skali PPD polepszająca warunki pracy.

Dla lepszego zobrazowania warunków panujących w pomieszczeniach 508 oraz 509 przedstawiono wykresy temperatur zarejestrowane przez czujnik temperatury.




— Czujniki górne — Czujniki środkowe — Czujniki dolne

Rys.6. Temperatura w pomieszczeniu bez folii na szybie.



Rys.7. Temperatura w pomieszczeniu z folią na szybie.

 MLBE <small>MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO</small>	Budynek przy pl. Szczepańskim 5	Nr Dokumentu: MLBE-04.15	
	Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych	Strona:	15 z 16
POLITECHNIKA KRAKOWSKA ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków Tel: 12-628-3061		Rewizja:	0
		Data:	23-11-2015

Wykresy temperatur pokazują nieznaczne różnice pomiędzy analizowanymi pomieszczeniami. Różnica temperatur najbardziej widoczna jest na czujniku dolnym (nogi) i środkowym (pas). Różnica to około 0,5 stopnia Celsjusza.

8. Podsumowanie

Budynek przy placu Szczepańskim 5 znajduje się w ścisłym centrum Krakowa i jest wyszczególniony w rejestrze zabytków nieruchomości miasta. Powodem przegrzewania pomieszczeń w analizowanym budynku był fakt, że posiada dużą powierzchnię przeszkleń (21-35% powierzchnia przeszklona w stosunku do powierzchni ściany), głównie od strony południowo-zachodniej. Zespół MLBE przy wyborze rozwiązania poprawiającego warunki pracy w badanym budynku kierował się względami komfortu użytkownika oraz możliwościami wynikającymi z uwarunkowań. Wszystkie działania wymagające ingerencji w wygląd zewnętrzny budynku będą wymagały aprobaty konserwatora miasta, nie uwzględniano ich zatem do analizy.

Zaproponowano zastosowanie folii ograniczającej wpływ promieniowania krótkofalowego (słonecznego) przez szkło.

Przy wyborze folii kierowano się takimi parametrami jak rodzaj okna. Na oknach z szybą pojedynczą można montować folie przeciwsłoneczne wewnętrzne. Na nowoczesnych oknach z szybą zespoloną, na oknach dachowych, na oknach z szybą z bezpiecznego szkła oraz na oknach wypełnionych gazem, zaleca się montować folie przeciwsłoneczne zewnętrzne.

Najmniej inwazyjne z punktu widzenia konserwatorskiego wydają się być folie przeciwsłoneczne zewnętrzne i rolety wewnętrzne z folii refleksyjnej bez efektu lustra.

Wyniki analiz wskazują, że najlepsze rezultaty są widoczne przy foliach z najwyższym współczynnikiem blokady bezpośredniej energii słonecznej – patrz symulacja #4 i symulacja #6. Wyniki symulacji komputerowych różnią się zasadniczo od danych prezentowanych przez producenta. Producent nie podaje warunków, rodzajów pomieszczeń ani strefy klimatycznej w jakich zostały przeprowadzone pomiary podawanych różnic temperaturowych.

Wyniki badań „in situ” potwierdziły, że zastosowanie folii zmniejsza problem przegrzewania pomieszczeń, jednak w sposób niewielki prowadzi do poprawy mikroklimatu użytkownika pomieszczeń.

Różnica temperatury odczuwalnej zmniejsza się o ok 0,5°C, a parametry komfortu uwzględniające również inne aspekty komfortu o ok 5%.

Należałoby przeprowadzić dalsze pomiary z zastosowaniem rolet wewnętrznych lub żaluzji wewnętrznych.



MLBE
MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM
BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
ul. Warszawska 24,
31-155 Kraków
Tel: 12-628-3061

Budynek przy pl. Szczepańskim 5

Nr Dokumentu:
MLBE-04.15

Propozycja rozwiązania problemu nagrzewania się pomieszczeń w budynkach historycznych

Strona: 16 z 16

Rewizja: 0

Data: 23-11-2015



Załącznik #1 Pomieszczenia dla których wykonano analizę komputerową i badania „in situ”

Załącznik #2 Urządzenie pomiarowe.

