Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

MLBE

MAŁOPOLSKIE LABORATORIUM
BUDOWNICTWA ENERGOOSZCZĘDNEGO

Raport z badania właściwości cieplnych betonów lekkich

NAZWA ZADANIA: **RAPORT Z BADAŃ**

BADANIA I RAPORT ZOSTAŁY OPRACOWANE W:

Małopolskim Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

Politechnika Krakowska

ul. Warszawska 24

31-155 Kraków

ZESPÓŁ BADAWCZY

POD KIERUNIKIEM dr hab. inż. arch. Marcina Furtaka prof. PK:

Kierownik badania: dr inż. Małgorzata Fedorczak-Cisak

Prowadzący badanie: mgr inż. Henryk Łoziczonek

Kraków 05/2019

- ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA -

RAPORT Z BADANIA WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNYCH BETONÓW LEKKICH

I. PODSTAWY PRAWNE OPRACOWANIA

1. Cel opracowania

1. Celem badania było wyznaczenie współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/mK] betonów lekkich.

2. Celem naukowym było potwierdzenie możliwości poprawienia właściwości izolacyjnych betonów lekkich przez zastosowanie do betonu domieszek perlitowych, keramzytowych, styropianu oraz Pollytagu.

2. Zakres opracowania

Zakresem opracowania obejmuje opis procedury badawczej oraz prezentację uzyskanych wyników.

3. Podstawa prawna opracowania

Eksperci Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego Politechniki Krakowskiej, zgodnie z obowiązującą procedurą, przeprowadzili badania na sprzęcie laboratoryjnym zakupionym w ramach projektu MRPO 05.01.00-12-89/12 „Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego".

Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z procedurą umieszczoną na stronie internetowej http://www.mlbe.pk.edu.pl/w trybie niekomercyjnym, z zachowaniem poszanowania zasad konkurencyjności na rynku materiałów budowlanych.

Badania oparto o normy i regulacje dedykowane tego typu projektom:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz U. 1994 Nr 89 poz. 414 wraz z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.),
- 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,
- PN-EN 12667 - Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego. Wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym,
- PN-EN 12664 - Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego Suche i wilgotne wyroby o średnim i małym oporze cieplnym
- PN-ISO 8301 – Określanie oporu cieplnego i właściwości z nim związanych w stanie ustalonym. Aparat płytowy z czujnikami strumienia cieplnego

- PN-ISO 8302 – Określanie oporu cieplnego i właściwości z nim związanych w stanie ustalonym. Aparat płytowy z osłoniętą płytą grzejną,
- ASTM C518-15 - Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus,
- EN ISO 7345 Thermal insulation – Physical quantities and definitions
- Norma europejska PN-EN ISO 6946:2008 – „Komponenty budowlane elementy budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania",
- EN ISO 7345 Thermal insulation – Physical quantities and definitions

4. Podstawowe pojęcia i definicje

Podstawowe definicje zostały przytoczone na podstawie obowiązujących norm i rozporządzeń:

Współczynnik oporu cieplnego R [m²K/W] – określa zdolność materiału do powstrzymywania strat ciepła. Opór cieplny warstwy wchodzącej w skład przegrody określa się jako stosunek różnicy temperatur na jej powierzchniach do gęstości ustalonego strumienia ciepła.

Współczynnik przenikania ciepła U [W/m²K] – współczynnik określający przenikanie ciepła przez przegrody budowlane określany jako odwrotność całkowitego oporu cieplnego przegrody.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/mK] dla materiałów budowlanych – jest miarą zdolności materiału do przewodzenia ciepła. Badanie i określanie współczynnika przewodzenia ciepła materiału jest wykonywane zgodnie z normami: PN ISO 8301 i PN ISO 8302 *Izolacja cieplna - Określanie oporu cieplnego i właściwości z nim związanych w stanie ustalonym - Aparat płytowy z osłoniętą płytą grzejną oraz PN ISO 10456 Określanie deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych.*

Średnia temperatura promieniowania – odpowiednio ważona temperatura powierzchni „widzianych" przez próbkę wprowadzona w celu określenia gęstości strumienia cieplnego wywołanego przez to promieniowanie na powierzchni próbki.

Temperatura otoczenia – odpowiednio ważone temperatury powietrza i promieniowania wprowadzone w celu określenia w celu określenia gęstości strumienia cieplnego na powierzchni próbki.

Średnio niejednorodna próbka – próbka, która podczas badania spełnia ujednolicone kryteria temperatury zgodne z normą.

II. OPIS METODY BADAWCZEJ

1. Metodyka badań

W elementach obudowy budynków występują złożone procesy transportu ciepła. Są to: przewodzenie, promieniowanie, konwekcja oraz wymiana masy, występujące wszystkie razem, lub też niektóre z nich. Metodologia, według której przeprowadzono badanie, określa całkowitą ilość ciepła przenikającego z jednej strony obiektu do drugiej, dla danej różnicy temperatur, w zdefiniowanych warunkach badania.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/mK], współczynnik objętościowej pojemności cieplnej „Cro" [MJ/m^{3}K] oraz współczynnik dyfuzyjności cieplnej „a" [1*E^{-6}*m^2/s] materiału izolacyjnego zostały wyznaczone metodą dynamiczną.

2. Procedura badania

Obiekty badawcze zostały dostarczone do Małopolskiego Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego.

W celu przygotowania obiektów zgodnie z normą, zostały one poddane procesowi kondycjonowania aż do osiągnięcia w obiektach wyrównanego rozkładu wilgoci.

Podczas badania metodą dynamiczną, dla każdego zestawu próbek z każdego materiału wykonanych zostało pięć serii pomiarów. Badanie zostało powtórzone dziewięć razy.

Wynikiem badania jest średnia obliczona dla każdej serii pomiarów.

3. Opis stanowiska badawczego

Do zbadania wartości współczynnika przewodzenia ciepła λ materiału warstwy przegrody, objętościowej pojemności cieplnej „Cro" [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej „a" [1*E^{-6}*m^2/s] wykorzystany został przyrząd ISOMET 2114.

3.0.1. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła λ, objętościowej pojemności cieplnej „Cro" [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej „a" [1*E^{-6}*m^2/s].

Przyrząd ISOMET 2114 służy do wyznaczania współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/mK], objętościowej pojemności cieplnej „Cro" [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej „a" [1*E^{-6}*m^2/s] metodą dynamiczną. W sondzie przyrządu wytwarzany jest impuls cieplny w celu wyznaczenia wartości tych współczynników.

3.1 Metody badawcze

Wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/mK], objętościowej pojemności cieplnej „Cro" [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej „a" [1*E^{-6}*m^2/s] wyznaczana jest metodą dynamiczną. Przyrząd do badania wyposażony jest w dwie sondy, igłową i powierzchniową. Sonda igłowa służy do pomiaru w materiałach sypkich, półpłynnych oraz miękkich i elastycznych. Do badania materiałów sztywnych i twardych służy sonda powierzchniowa. W sondzie przyrządu wytwarzany jest impuls cieplny, a na podstawie analizy spadku temperatury w funkcji czasu wyznaczana jest wartość współczynnika λ.

3.2 Czujniki wykorzystane w badaniu

Do pomiaru współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/mK], objętościowej pojemności cieplnej Cro [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej a [1E^{-6}*m^2/s] wykorzystany został przyrząd ISOMET 2114 wyposażony w sondę powierzchniową.

Wymiary liniowe obiektów badawczych zostały wyznaczone za pomocą suwmiarki, a masa obiektów badawczych za pomocą wagi.

4 Opis obiektów badawczych

Tabela nr 1. Wykaz obiektów badawczych

Poz.	Nazwa próbki	Rodzaj próbki	Ilość obiektów badawczych
1	P1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% perlitu	9
2	P2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% perlitu	9
3	P3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% perlitu	9
4	S1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% granulatu styropianowego	9
5	S2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% granulatu styropianowego	9
6	S3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% granulatu styropianowego	9
7	PO1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% Pollytagu	9
8	PO2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% Pollytagu	9
9	PO3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% Pollytagu	9
10	K1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% keramzytu	9
11	K2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% keramzytu	9
12	K3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% keramzytu	9
13	RPC	RPC na bazie CEM III 42,5 N	9

W sumie dostarczonych zostało 117 obiektów.

Tabela nr 2. Zestawienie obiektów próbki P1

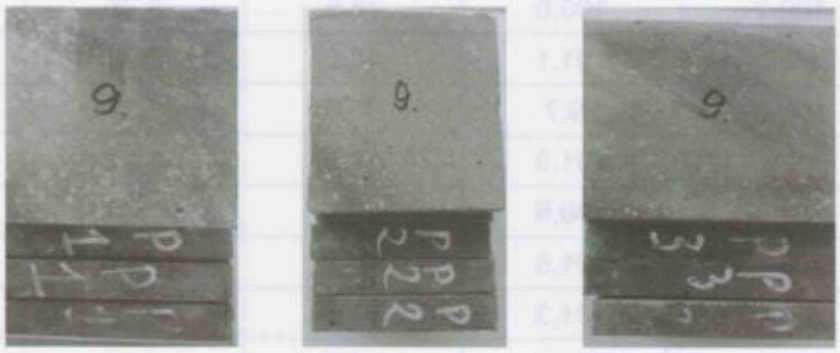
Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,0	100,1	18,9	0,36	1905,4
2	102,1	99,8	18,7	0,36	1889,3
3	100,1	102,1	18,1	0,35	1889,4
4	100,1	102,1	18,0	0,35	1899,9
5	99,9	99,7	18,9	0,36	1912,4
6	99,7	100,7	18,9	0,36	1899,7
7	100,2	97,7	18,2	0,34	1908,3
8	99,9	100,1	18,5	0,34	1840,3
9	100,0	98,3	18,7	0,34	1854,6
Wartość średnia					1888,8

Tabela nr 3. Zestawienie obiektów próbki P2

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	99,9	100,9	16,6	0,31	1855,5
2	99,5	100,3	17,9	0,33	1847,3
3	99,8	100,7	18,3	0,34	1846,2
4	99,6	99,0	18,1	0,33	1849,0
5	99,8	99,3	17,8	0,33	1868,1
6	99,3	99,5	18,7	0,35	1894,3
7	100,1	99,0	18,8	0,35	1881,1
8	99,7	100,2	18,3	0,34	1864,9
9	99,7	100,3	18,1	0,34	1883,7
Wartość średnia					1865,6

Tabela nr 4. Zestawienie obiektów próbki P3

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	101,6	99,1	17,7	0,34	1905,1
2	99,8	100,3	18,3	0,35	1908,1
3	99,2	100,4	17,9	0,34	1907,1
4	99,7	100,9	18,2	0,35	1914,3
5	99,9	100,4	18,4	0,35	1901,7
6	99,8	101,7	18,5	0,36	1917,3
7	99,8	101,4	18,7	0,36	1904,9
8	99,8	100,2	18,5	0,35	1889,3
9	100,0	102,2	18,5	0,36	1901,5
Wartość średnia					1905,5



Rys. 1. Obiekty badawcze P1, P2 oraz P3

Tabela nr 5. Zestawienie obiektów próbki S1

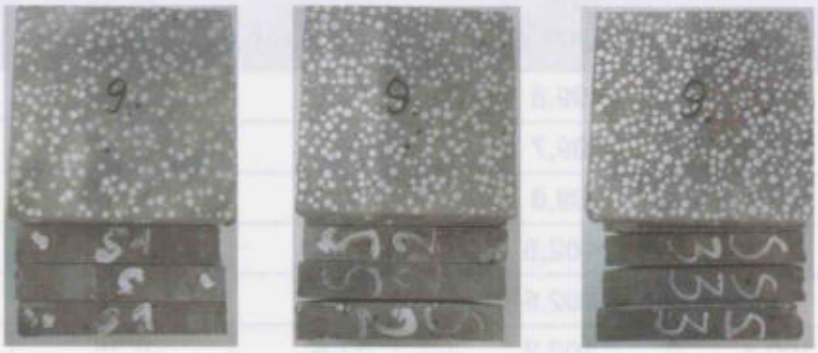
Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,2	102,1	16,5	0,27	1599,5
2	99,6	103,0	17,4	0,29	1622,3
3	99,8	101,0	18,6	0,31	1655,7
4	100,3	101,0	15,9	0,26	1619,3
5	99,7	101,6	18,4	0,31	1661,0
6	101,2	99,7	18,1	0,31	1702,2
7	99,7	101,4	18,9	0,32	1672,6
8	100,3	102,0	18,8	0,32	1668,2
9	99,9	102,0	17,7	0,30	1661,0
Wartość średnia					1651,3

Tabela nr 6. Zestawienie obiektów próbki S2

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,2	100,6	16,5	0,25	1500,8
2	99,7	101,1	18,8	0,28	1475,6
3	100,6	99,7	18,0	0,27	1497,6
4	99,8	101,9	17,5	0,27	1517,1
5	100,1	100,5	17,6	0,26	1466,4
6	100,0	101,5	17,7	0,27	1500,8
7	99,9	101,3	17,5	0,27	1522,4
8	100,2	100,9	17,7	0,27	1510,9
9	99,4	99,8	17,7	0,27	1537,7
Wartość średnia					1503,3

Tabela nr 7. Zestawienie obiektów próbki S3

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	102,8	99,8	16,8	0,24	1396,6
2	99,7	102,3	17,7	0,25	1382,9
3	101,3	103,2	16,8	0,24	1366,5
4	102,7	100,2	17,7	0,25	1372,6
5	99,8	102,8	17,5	0,25	1390,5
6	99,7	100,7	17,2	0,25	1445,6
7	100,1	102,9	16,4	0,24	1422,9
8	100,0	102,6	17,5	0,25	1394,4
9	100,2	103,8	16,4	0,24	1404,9
Wartość średnia					1397,4



Rys. 2. Obiekty badawcze S1, S2 oraz S3

Tabela nr 8. Zestawienie obiektów próbki PO1

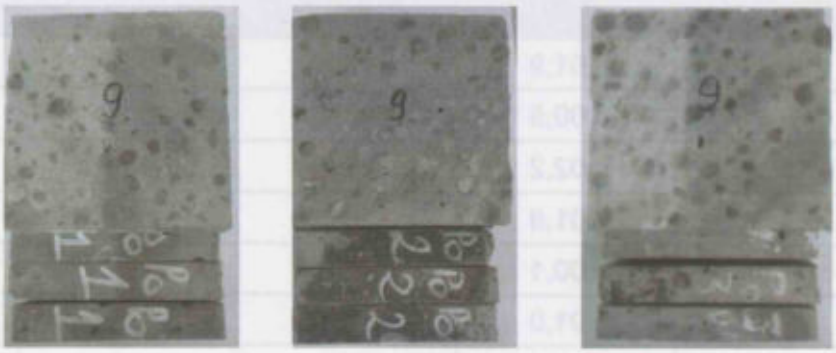
Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,0	100,4	17,7	0,35	1972,3
2	100,1	102,2	17,7	0,35	1938,4
3	100,2	102,5	18,1	0,36	1936,6
4	100,2	101,1	19,3	0,38	1941,1
5	100,0	100,1	17,9	0,36	2009,2
6	99,9	99,8	18,3	0,36	1978,5
7	100,4	102,2	19,0	0,38	1946,6
8	100,0	100,7	18,1	0,36	1972,4
9	100,2	101,1	18,4	0,36	1936,6
Wartość średnia					1959,1

Tabela nr 9. Zestawienie obiektów próbki PO2

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	102,5	99,8	18,6	0,36	1897,2
2	103,3	99,7	17,7	0,36	1972,1
3	102,4	99,8	18,3	0,35	1874,0
4	99,7	102,8	17,9	0,35	1905,1
5	100,9	102,5	17,4	0,33	1839,1
6	100,7	102,2	17,8	0,35	1913,3
7	102,8	99,7	18,2	0,36	1929,9
8	100,2	103,0	17,6	0,34	1874,5
9	99,8	102,8	19,1	0,37	1888,2
Wartość średnia					1899,3

Tabela nr 10. Zestawienie obiektów próbki PO3

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,0	101,4	17,2	0,32	1837,4
2	100,3	102,3	19,3	0,36	1817,9
3	101,3	99,9	17,6	0,33	1852,8
4	100,3	100,8	18,4	0,35	1878,9
5	99,9	101,7	18,5	0,35	1862,1
6	100,2	102,3	18,3	0,35	1865,8
7	99,8	102,1	17,9	0,34	1866,7
8	100,4	100,9	18,7	0,35	1847,6
9	99,8	102,3	18,2	0,35	1888,8
Wartość średnia					1857,6



Rys. 3. Obiekty badawcze PO1, PO2 oraz PO3

Tabela nr 11. Zestawienie obiektów próbki K1

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	101,1	99,0	17,5	0,32	1826,9
2	99,9	101,2	18,0	0,34	1868,4
3	101,3	99,1	17,7	0,33	1857,2
4	100,0	102,4	17,7	0,33	1825,9
5	100,2	101,6	18,1	0,34	1850,3
6	99,8	99,8	17,9	0,34	1912,4
7	99,8	99,5	18,0	0,34	1907,5
8	99,8	101,2	17,2	0,32	1839,4
9	99,9	99,1	18,2	0,34	1887,0
Wartość średnia					1863,9

Tabela nr 12. Zestawienie obiektów próbki K2

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	99,7	101,9	17,8	0,32	1774,5
2	99,9	100,5	18,0	0,33	1828,6
3	100,3	102,2	17,8	0,32	1756,3
4	100,7	101,8	18,3	0,33	1761,5
5	100,0	100,1	18,2	0,33	1813,9
6	99,9	101,0	17,9	0,33	1829,7
7	100,1	100,8	18,1	0,32	1757,0
8	99,9	102,7	18,4	0,34	1801,0
9	100,3	100,8	18,1	0,33	1800,8
Wartość średnia					1791,5

Tabela nr 13. Zestawienie obiektów próbki K3

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	101,0	101,0	18,9	0,33	1711,6
2	99,9	100,4	18,4	0,32	1738,7
3	100,2	100,7	17,4	0,30	1713,7
4	99,8	102,0	18,1	0,32	1736,8
5	100,2	100,4	17,6	0,31	1753,3
6	99,9	99,8	18,3	0,31	1703,7
7	99,7	100,8	18,0	0,31	1711,3
8	99,8	100,9	18,2	0,32	1746,1
9	99,8	101,7	17,2	0,30	1718,5
Wartość średnia					1726,0

Rys. 4. Obiekty badawcze K1, K2 i K3

Tabela nr 14. Zestawienie obiektów próbki RPC

Numer obiektu	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość średnia [mm]	Masa [kg]	Gęstość [kg/m^3]
1	100,3	100,7	17,9	0,40	2209,4
2	100,0	98,7	17,9	0,39	2207,5
3	99,8	99,7	18,3	0,40	2193,8
4	99,8	99,8	17,9	0,39	2184,5
5	99,7	99,1	18,8	0,41	2210,2
6	99,8	98,9	18,6	0,40	2175,9
7	99,8	100,4	18,4	0,40	2169,6
8	99,8	100,8	17,9	0,39	2171,9
9	100,0	101,2	18,3	0,40	2159,9
Wartość średnia					2186,9

Rys. 5. Obiekty badawcze RPC

3 Czas trwania badania

Czas wykonywania badania wynosił: styczeń – maj 2019

III. WYNIKI BADAŃ

Tabela nr 15. Zestawienie wartości współczynnika przewodzenia ciepła λ[W/mK], objętościowej pojemności cieplnej Cro [MJ/m^{3}K] oraz dyfuzyjności cieplnej a [1E^{-6}*m^2/s].

Poz.	Nazwa próbki	Rodzaj próbki	Współczynnik λ [W/mK]	Gęstość [kg/m^3]	Cro [MJ/m^{3}K]	a [1E^{-6}*m^2/s]
1	P1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% perlitu	1,379	1888,8	1,810	0,762
2	P2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% perlitu	1,307	1865,6	1,755	0,747
3	P3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% perlitu	1,360	1905,5	1,804	0,754
4	S1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% granulatu styropianowego	1,143	1651,3	1,690	0,677
5	S2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% granulatu styropianowego	0,973	1503,3	1,613	0,603
6	S3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% granulatu styropianowego	0,862	1397,4	1,540	0,561
7	PO1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% Pollytagu	1,345	1959,1	1,742	0,774
8	PO2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% Pollytagu	1,248	1899,3	1,723	0,724
9	PO3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% Pollytagu	1,151	1857,6	1,692	0,680
10	K1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% keramzytu	1,321	1863,9	1,788	0,740
11	K2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% keramzytu	1,205	1791,5	1,761	0,685
12	K3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% keramzytu	1,105	1726,0	1,752	0,631
13	RPC	RPC na bazie CEM III 42,5 N	1,734	2186,9	1,936	0,896

IV. WARTOŚCI OBLICZONE:

1. Szacowana dokładność pomiarów

Tabela nr 16. Szacowana dokładność pomiarów

Poz.	Nazwa próbki	Rodzaj próbki	Szacowana dokładność pomiarów
1	P1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% perlitu	4,4%
2	P2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% perlitu	0,5%
3	P3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% perlitu	3,5%
4	S1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% granulatu styropianowego	4,8%
5	S2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% granulatu styropianowego	6,4%
6	S3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% granulatu styropianowego	1,6%
7	PO1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% Pollytagu	7%
8	PO2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% Pollytagu	8,5%
9	PO3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% Pollytagu	2,7%
10	K1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% keramzytu	1,5%
11	K2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% keramzytu	1,7%
12	K3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% keramzytu	5,6%
13	RPC	RPC na bazie CEM III 42,5 N	4,8%

V. LITERATURA

[1] PN-EN ISO 7345:1998 Izolacja cieplna. Wielkości fizyczne i definicje.

[2] PN-ISO 31-4:2002 Wielkości fizyczne i jednostki miar – Część 4: Ciepło.

[3] PN-EN ISO 10456:2009 Materiały i wyroby budowlane. Właściwości cieplno-wilgotnościowe. Tabelaryczne wartości obliczeniowe i procedury określanie deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych.

[4] PN-EN 13238:2011 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych. Procedury sezonowania i ogólne zasady wyboru podkładów.

[5] Muratorplus

[6] K. Firkowicz-Pogorzelska. Metodyka określania wartości obliczeniowej współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych. Prace instytutu Techniki Budowlanej – kwartalnik nr 3 (119) 2001.

Opracował:

Henryk B. Łoziczonek

mgr inż. Henryk B. Łoziczonek

IV. WARTOŚCI OTRZYMANE

1. Szczegółowa dokładność pomiarów

Tablica nr 16. Szczegółowa dokładność pomiarów

Lp.	Próbka	Rodzaj próbki	Przy 95% poziomie ufności
1	P1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% perlitu	4,4%
2	P2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% perlitu	0,0%
3	P3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% perlitu	3,6%
4	S1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% granulatu styropianowego	4,5%
5	S2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% granulatu styropianowego	6,4%
6	S3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% granulatu styropianowego	1,6%
7	PO1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% Polytagu	7%
8	PO2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% Polytagu	8,6%
9	PO3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% Polytagu	2,7%
10	K1	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 30% kamionki	1,9%
11	K2	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 45% kamionki	1,7%
12	K3	RPC na bazie CEM III 42,5 N + 60% kamionki	0,9%
13	RPC	RPC na bazie CEM III 42,5 N	4,8%

V. LITERATURA

[1] PN-EN ISO 7345:1999 Izolacja cieplna. Wielkości fizyczne i definicje.

[2] PN-ISO 31-4:2002 Wielkości fizyczne i jednostki miar – Część 4: Ciepło.

[3] PN-EN ISO 10456:2000 Materiały i wyroby budowlane. Właściwości cieplno-wilgotnościowe. Tablicowane wartości użytkowe i procedury określania deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych.

[4] PN-EN 12237:2011 Badania metali na ogólną korozję budowlanych. Procedury pomiarowe i ogólne zasady wyboru próbek.

[5] Mirostopler.

[6] K. Piłkowicz-Pogorzelska. Metodyka obliczania wartości obliczeniowej współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych. Prace Instytutu Technologii Budowlanej - Ceramika nr 3 (119) 2007.

Opracował:

mgr inż. Maryla B. Łukowska