

## Targi Nowa Infrastruktura Kielce 2022r

# Badania współczynników odbicia światła i luminancji zapraw cementowych i betonów

dr inż. Marek Kacperak Cementownia „ODRA”S.A.



Projekt POIR.01.01.01-00-1151/17 realizowany w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój na lata 2014-2020

Projekt pod nazwą: "Opracowanie i wdrożenie w Cementowni Odra nowatorskiej energooszczędnej technologii produkcji klinkieru dla uzyskania nowych i unikalnych parametrów cementu".

- Jasna barwa cementu jest właściwością pożądaną przez klientów z uwagi na możliwość lepszego połączenia zaprawy cementowej z barwnikami, co umożliwi uzyskanie bardziej intensywnych kolorów i/lub poszerzenie samej gamy kolorystycznej asortymentu.
- Kolor produkowanych cementów portlandzkich powszechnego użytku determinowany jest przez barwę głównego składnika tj. klinkieru portlandzkiego, który z uwagi na sposób produkcji ma zabarwienie ciemno-szare.
- Do zabarwienia elementu betonowego np. kostki brukowej, której produkcja bazuje na zwykłym cemencie zużywa się znaczne ilości barwników.





- Klinkier portlandzki produkowany z niektórych źródeł odznacza się jaśniejszym kolorem niż klinkier z innych.
- Dotychczas nie wykorzystywano tych wyjątkowych właściwości cementu, mimo iż jaśniejsza barwa zaprawy cementowej ma znaczący wpływ na estetykę wykonanych z niej prefabrykatów betonowych, tj. na barwę, jasność i nasycenie.
- Cementy o jasnej barwie mogą odgrywać ważną rolę także w produkcji betonu architektonicznego.



W Cementowni „ODRA” S.A. przeprowadzono **badania współczynników odbicia światła i luminancji zapraw cementowych i betonów** w ramach Projektu pod nazwą: „Opracowanie i wdrożenie w Cementowni ODRA nowatorskiej energooszczędnej technologii produkcji klinkieru dla uzyskania nowych i unikalnych parametrów cementu”.



## Zastosowane metody pomiarowe

1. Pomiar współczynników odbicia światła zrealizowano jako pomiar bezpośredni za pomocą luksomierza. Wykonano pomiary natężenie światła padającego na próbkę laboratoryjną oraz natężenie światła odbitego. Badania były wykonane dla przedziałów stosowanych w przemyśle opisanych w normie PN-EN 12464-1: 2004 tj.: 200 lx, 500lx, 750lx.

2. Pomiar współczynników luminancji powierzchni próbek laboratoryjnych został zrealizowany zgodnie z normą BN-87-7011-25 metodą fotograficzną. Metoda ta oparta jest o statystykę histogramu luminancji pikseli badanego obrazu próbki laboratoryjnej. Mierzono luminancję przy filtracji R (red-czerwony), G (green-zielony), B (blue-niebieski) oraz luminancję monochromatyczną. Pomiary te pozwalają porównywać kolory mierzonych próbek laboratoryjnych do wzorca bieli.



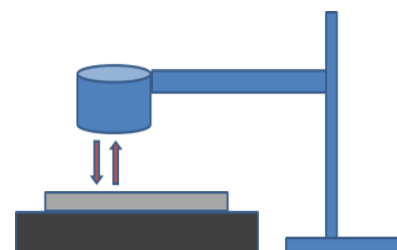
Dla realizacji badań opracowano i wykonano dedykowane stanowisko pomiarowe.

W pomieszczeniu bez dostępu światła dziennego zastosowano rozproszone oświetlenie o regulowanym natężeniu światła. Białe ściany i sufit równomiernie odbijały światło. Próbki pomiarowe umieszczono na czarnym matowym stanowisku pomiarowym. Jako wzorzec bieli zastosowano siarczan baru ( $\text{BaSO}_4$ ).



## Pomiar odbicia światła

Umieszczamy badaną próbkę w wyznaczonym miejscu na stanowisku pomiarowym, następnie ustawiamy luksomierz nad badaną próbką w jednoznaczonym i powtarzalnym ułożeniu. Pomiar wykonuje się dwukrotnie obracając próbkę o  $90^\circ$ .

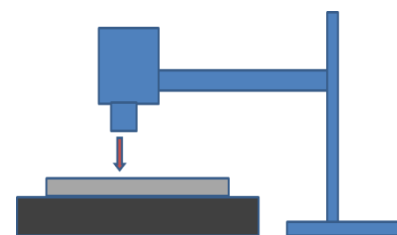


Luksomierz klasy A typ: LXP-10A nr. głowicy BY 1479 nr. czytnika BM0101 prod. SONEL S.A



## Pomiar luminancji oświetlonej próbki

Dla wykonania pomiaru luminancji dodatkowo na stanowisku pomiarowym umieszczany jest wzorzec bieli. Fotografujemy daną próbkę wraz z wzorcem bieli i zapisujemy zdjęcie w celu dalszej obróbki np. w programie GIMP.



Aparat Canon model EOS 6D+obiektyw Canon EF 50 mm f/1.4 USM

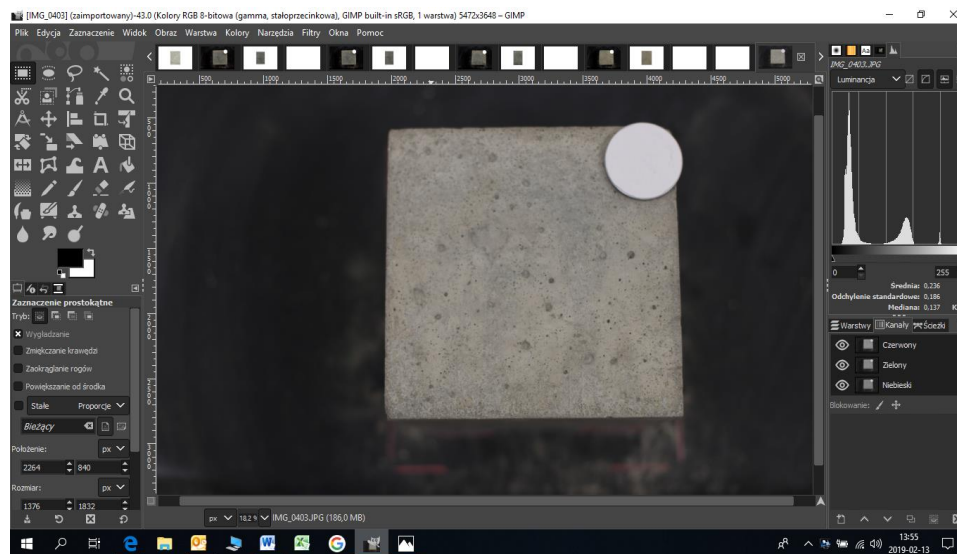
źródło: [https://www.canon.pl/for\\_home/product\\_finder/cameras/digital\\_slr/eos\\_6d/](https://www.canon.pl/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_6d/)

Dokonujemy zapisu zdjęcia próbki w formacie koloru RGB stosowanego w informatyce (np. palety barw w plikach graficznych, w plikach html). Zastosowano 24-bitowy zapis kolorów (po 8 bitów na każdą z barw składowych), w którym każda z barw jest zapisana przy pomocy składowych, które przyjmują wartość z zakresu 0-255. W modelu RGB wartość 0 wszystkich składowych daje kolor czarny, natomiast 255 – kolor biały.





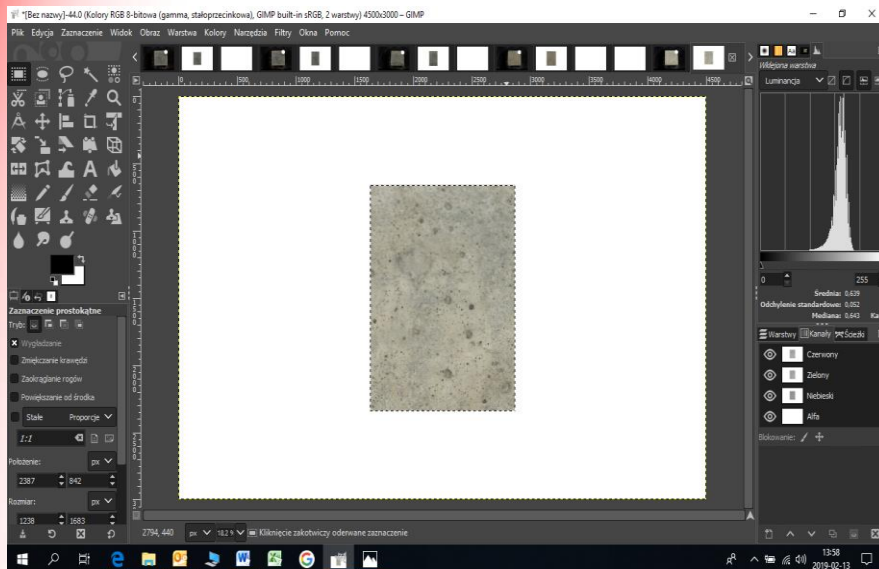
## Opracowanie wykonanego zdjęcia próbki betonu w programie GIMP.



Metoda wyznaczania luminancji (RGB) w sposób numeryczny wyznacza liczbowo kolor powierzchni betonu zgodny z paletą kolorów stosowanych w innych produktach (np. farby, płytki ceramiczne, powłoki). Dla przykładu: kolor próbki 22 z cementu CEM III/A 42,5 N można opisać parametrami (R=206, G=204, B=191) oraz wyliczonym numerem koloru 13 552 831.



## Opracowanie wykonanego zdjęcia próbki betonu w programie GIMP.



Nr.	Numer zdjęć	Wartości				Współczynniki f1,f2		Jasność L=100VG
		R	G	B	Luminacja	f1=B/R	f2=B/G	
1	392	0,743	0,747	0,722	0,745	0,97	0,97	86,43
2	393	0,737	0,740	0,719	0,738	0,98	0,97	86,02
3	394	0,805	0,797	0,772	0,797	0,96	0,97	89,27
4	395	0,517	0,456	0,375	0,465	0,73	0,82	67,53
5	396	0,607	0,556	0,480	0,563	0,79	0,86	74,57
6	397	0,464	0,400	0,308	0,409	0,66	0,77	63,25
7	398	0,437	0,375	0,285	0,383	0,65	0,76	61,24
8	399	0,534	0,508	0,454	0,510	0,85	0,89	71,27
9	400	0,566	0,547	0,504	0,549	0,89	0,92	73,96
10	401	0,555	0,478	0,381	0,489	0,69	0,80	69,14

## Pomiary próbek betonów

Do pomiaru wykorzystuje się standardowe kostki kontrolne betonu o wymiarach 15x15x15 cm poddane sezonowaniu przez 30 dni.

## Pomiary próbek cementów

Próbki otrzymuje się przez uformowanie pryzmy cementu pomiędzy dwoma ściskanymi powierzchniami szklanymi.





Komora klimatyczna do przechowywania próbek powinna utrzymywać temperaturę (20 st C +/- 1 st C) i wilgotność nie mniejszą niż 90 %.

## Pomiary próbek zaprawy cementowej

Dla lepszej analizy produktu jakim jest cement prowadzono równoległe badania próbek zaprawy cementowej wykonywanych z różnych rodzajów cementu przy zachowaniu stałej proporcji kruszywa. Podlega sezonowaniu przez 30 dni.

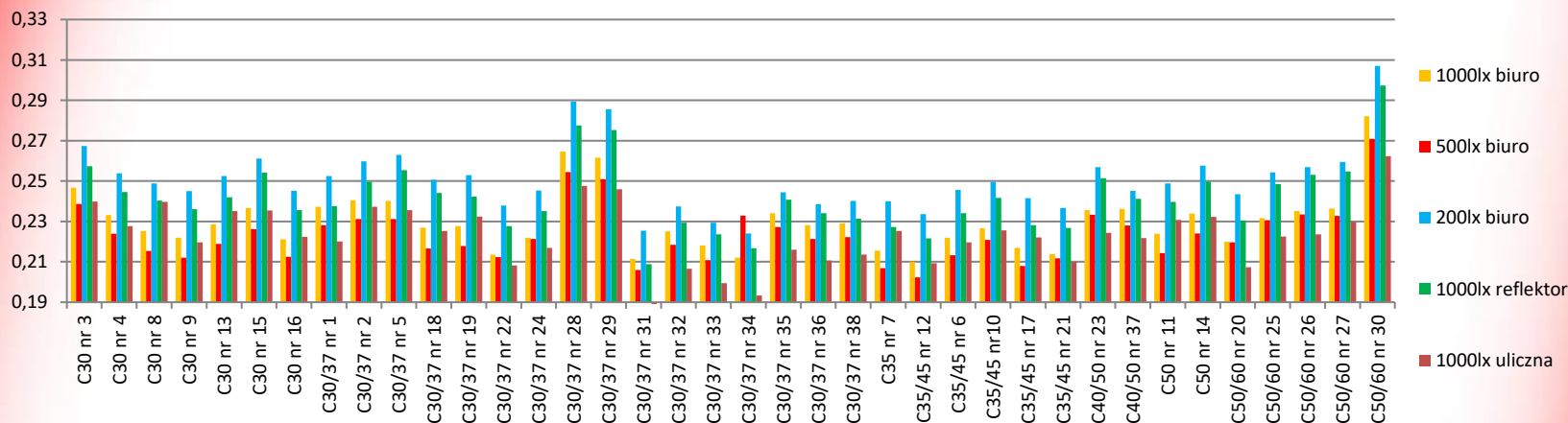


# Wyniki badań

**Pomiary betonów** wykazały, że:

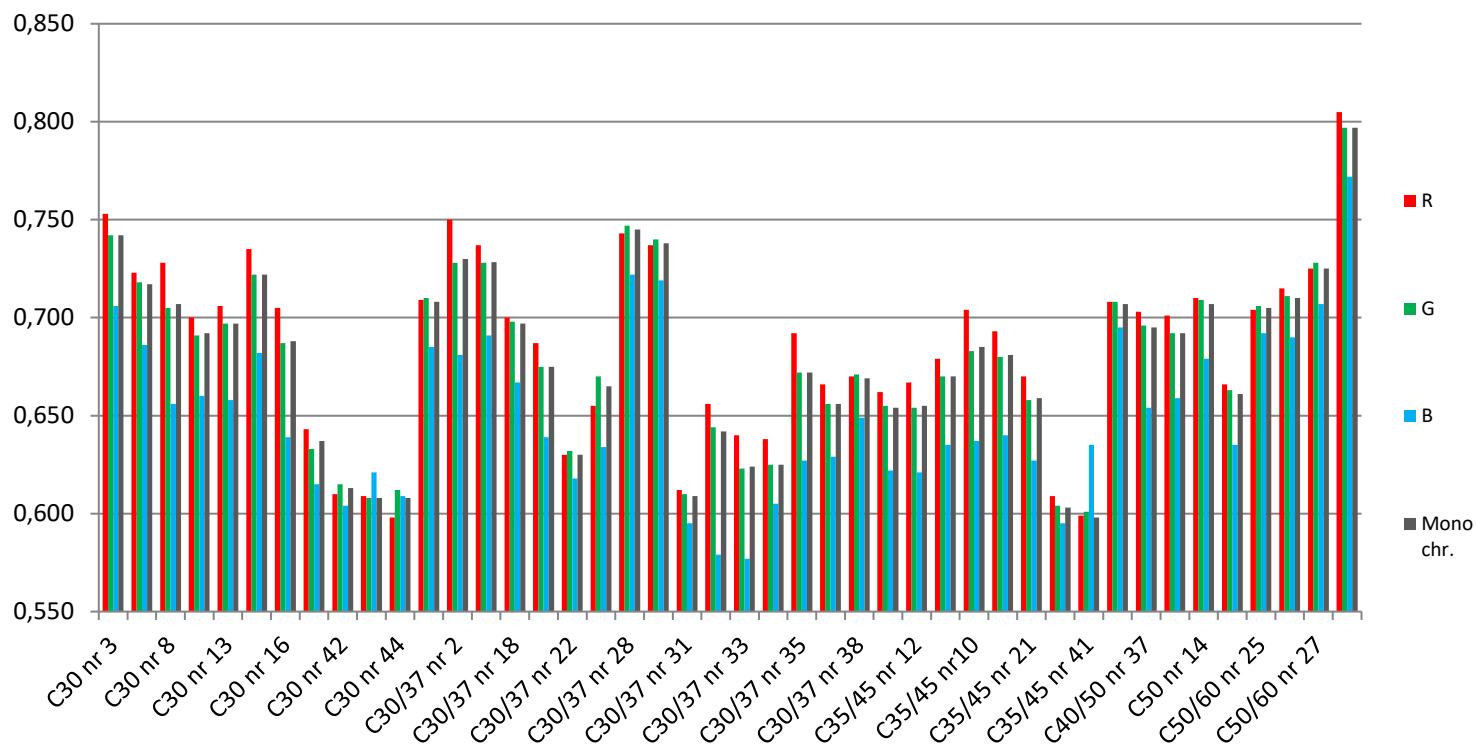
- Zauważalny jest wyraźny wpływ rodzaju cementu na współczynnik odbicia światła betonu. Najwyższe wyniki uzyskano dla betonów wyprodukowanych z cementu CEM III/A 42,5 N ( $w_{os}=0,31$ ), najniższe dla CEM I 42,5 R ( $w_{os}=0,21$ ).
- Na wartość współczynnika odbicia światła ma wpływ udział cementu w metrze sześciennym betonu (od 260 do 360 kg/m<sup>3</sup>). Trzy najwyższe wyniki uzyskały betony wyprodukowane z cementu CEM III/A 42,5 N.





Uzyskane wartości współczynnika odbicia światła próbek betonów dla różnych poziomów natężenia oświetlenia i rodzajów lamp.

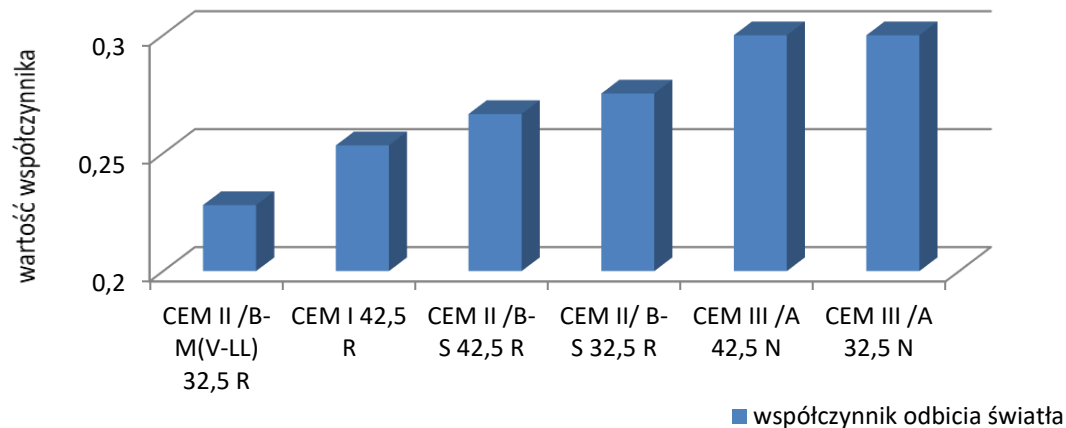




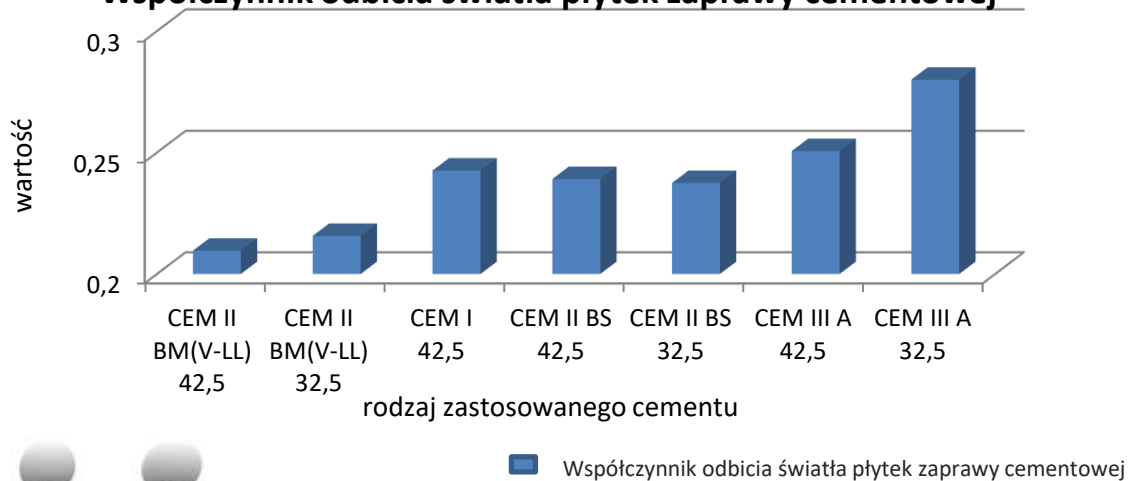
Zestawienie wyników pomiaru współczynnika luminancji (R, G, B, monochromatyczny) próbek betonów.



### Współczynnik odbicia światła próbek cementu



### Współczynnik odbicia światła płytek zaprawy cementowej





## Wnioski

Badania wykazały zmienność parametrów jasności dla różnych klas betonu i rodzaju cementu.

Dla betonu C30 wykonanego na bazie cementu CEM III/A 42,5 N współczynnik odbicia światła przyjmują wartości od 0,261 do 0,265, natomiast współczynnik luminancji wartości od 0,738 do 0,745. co jest dobrym wynikiem.

Najciemniejszy z badanych betonów C30 z cementu CEM I 42,5 R osiąga współczynnik odbicia światła w zakresie wartości od 0,211 do 0,229 oraz współczynnik luminancji przyjmuje wartość od 0,609 do 0,697.



# Dziękuję za uwagę

Opracował: dr inż. Marek Kacperak



**Cementownia Odra**

Projekt POIR.01.01.01-00-1151/17 realizowany w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój na lata 2014-2020

Projekt pod nazwą: "Opracowanie i wdrożenie w Cementowni Odra nowatorskiej energooszczędnej technologii produkcji klinkieru dla uzyskania nowych i unikalnych parametrów cementu".