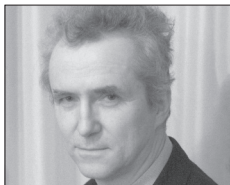


Czerń w architekturze w aspekcie zrównoważonego rozwoju – Część 2.



dr hab. inż. arch.
KRZYSZTOF GERLIC
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0002-6570-4995

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących stosowania materiałów budowlanych o ciemnych barwach oraz ich wpływu na środowisko zbudowane. W tej części omówione są wyniki pomiarów kamerą termowizyjną w przestrzeni otwartej, w której materiały są wyeksponowane na promieniowanie słoneczne.

Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi w dużej części jest pochłaniane, a to powoduje wzrost temperatury, obieg wody w środowisku i rozwój roślin. Pewna część tego promieniowania jest odbijana i wypromieniowana z powrotem w przestrzeń kosmiczną. Ludzie nauczyli się wykorzystywać promieniowanie bezpośrednio do ogrzewania i doświetlania wnętrz. Można go też używać pośrednio, w kolektorach słonecznych lub w ogniach fotowoltaicznych do zamiany na inne rodzaje energii. Natomiast dla środowiska ważne jest zapewnienie prawidłowego bilansu energii pochłanianej i wypromieniowywanej, aby ograniczyć zmiany klimatyczne. Na pewno niekorzystne jest pochłanianie i gromadzenie energii w środowisku zbudowanym. Wyniki najnowszych badań związanych z wpływem kształtowania zabudowy na środowisko zurbanizowane zalecają stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju [1–5]. Badania naukowe prowadzone są wielotorowo: od precyzyjnych pomiarów laboratoryjnych wpływu barwy na pochłanianie promieniowania [6–8] po analizy zdjęć satelitarnych olbrzymich obszarów powierzchni Ziemi. Między innymi Europejska Agencja Kosmiczna w ramach programów naukowych udostępnia zdjęcia wykonane w różnych pasmach widma widzialnego i ciepłego. Dzięki temu możliwa jest nie tylko analiza temperatury lub wilgotności, ale też stanu roślinności, składu atmosfery, a co za tym idzie, współczynników odbicia promieniowania przez chmury i śnieg, czyli albedo Ziemi [9–11]. Szerzej zostało to przedstawione w pierwszej części artykułu [12]. Świadome stosowanie materiałów pochłaniających można porównać ze szkodliwym dla środowiska uzyskiwaniem energii z paliw opartych o węgiel.

W zurbanizowanej przestrzeni ważny jest dobór materiałów budowlanych ze względu na stopień pochłaniania i gromadzenia energii promieniowania słonecznego. Porównanie współczynników pojemności cieplnej pozwala wyróżnić materiały, które bardziej gromadzą energię. Odczuwalnym efektem jest dokuczliwe nagrzewanie posadzki. Nadmierne utwardzanie powierzchni pomiędzy budynkami nazywane jest „betonozą”. Zjawisko to kojarzone jest z niemodną betonową kostką. Niestety bardziej szlachetne materiały, jakimi są granit i bazalt, mają większą pojemność cieplną i gromadzą jeszcze więcej energii. Obecnie coraz częściej pojawiają się inicjatywy ograniczające nadmierne utwardzanie terenów otwartych oraz zwiększające wielkość powierzchni biologicznie czynnych. Niestety przeciwników nie brakuje, zwłaszcza wśród osób podejmujących decyzje o wyglądzie miasta. Poza pojemnością cieplną istotny jest współczynnik odbicia. Producenci farb elewacyjnych i tynków cienkowarstwowych zalecają stosowanie barw

o współczynniku odbicia $HBW \geq 20^1$, a dla tynków silikatowych $HBW \geq 40$ [13–14]. Mimo że wartości te podane są orientacyjnie, to w przypadku ich przekraczania zalecane są dodatkowe konsultacje, ze względu na zagrożenie dla trwałości materiałów. Producenci wyraźnie podkreślają, że przy mniejszym współczynniku dochodzi do zbyt dużego wzrostu temperatury w materiale, a to może powodować mikropęknięcia i przyspieszać proces starzenia powłoki.

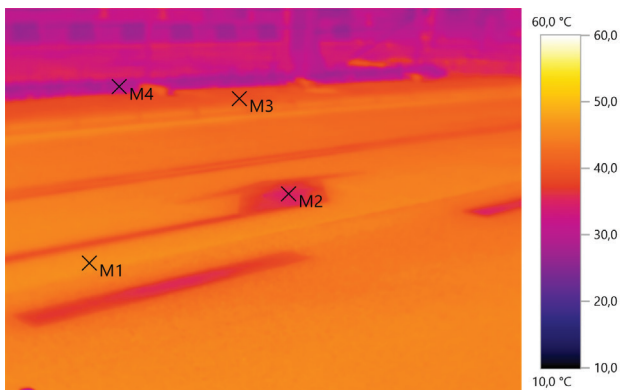
Obserwowana przez autora tendencja do stosowania bardzo ciemnych barw w architekturze, jako koloru nawierzchni, elewacji i pokryć dachowych, jest sprzeczna z zaleceniami wynikającymi z doktryny zrównoważonego rozwoju. Głównym problemem badawczym jest: na ile barwa materiałów budowlanych wpływa na temperaturę powierzchni wyeksponowanych na promieniowanie słoneczne? Czy jest dostrzegalna różnica pomiędzy poszczególnymi materiałami oraz ile ma stopni Celsjusza?

Metoda badawcza

Zmiany klimatyczne określane są za pomocą temperatury powietrza lub wody jako średniej dla całej planety albo wybranego obszaru. Wartość średnia nie jest bezpośrednio odczuwana przez ludzi, ale temperatura maksymalna lub liczba dni upalnych już tak. Przyjmuje się, że temperatura powietrza powyżej 30°C [15] może być niebezpieczna dla zdrowia, a nawet życia. Stąd badania skoncentrowano na pomiarach temperatury przy intensywnym promieniowaniu słonecznym.

Z autorskich wcześniejszych badań środowiskowych [16] wynikało, że temperatura posadzki wykonanej z szarego betonu w niezacienionym miejscu jest o prawie 20°C wyższa niż temperatura powietrza. Widoczny był też wpływ sąsiadującej zabudowy na temperaturę poprzez zacienienie, odbicie promieniowania oraz ograniczanie przepływu powietrza. Stąd próba porównania temperatury materiału wyeksponowanego na promieniowanie słoneczne wiąże się z koniecznością zapewnienia próbek: o podobnej wielkości, podobnie oświetlonych, o tej samej temperaturze otoczenia podczas pomiaru i przed nim, tej samej wilgotności oraz braku zachmurzenia i wiatru. Nawet współczynnik radiacji dla promieniowania słonecznego zmienia się w poszczególnych dniach i godzinach. Uzależnienie pomiarów terenowych od warunków meteorologicznych bardzo ogranicza badania.

¹HBW oznacza skrót współczynnika odbicia z języka niemieckiego Hellbezugswert lub LRV z języka angielskiego Light Reflectance Values (dla bieli 100, a dla czerni 0). Innym stosowanym współczynnikiem odbicia jest TSR, z języka angielskiego Total Solar Reflectance, obejmujący nie tylko widmo widzialne, ale całe spektrum promieniowania słonecznego, od podczerwieni do nadfioletu.



Pomiar 1. M1 – 45,9°C; M2 – 34,9°C; M3 – 39,6°C; M4 – 29,0°C.

Przyjęta metoda badań polegała przede wszystkim na wyborze miejsca i pomiarze temperatury powierzchniowej materiałów za pomocą kamery termowizyjnej. Kryterium wyboru było miejsce, w którym znajdowały się materiały tak samo oświetlone, o zbliżonych parametrach i wyraźnie różnej barwie. Przynajmniej jeden z materiałów był o barwie ciemnej, zbliżonej do czarnej. Bezpośrednie sąsiedztwo pozwala na porównanie temperatury tych materiałów, ale nie może posłużyć do porównania wyników z różnych pomiarów. Próba wyciągania szerszych wniosków, z różnych pomiarów, może być błędna.

Pomiary podzielono na trzy grupy: materiały nawierzchniowe, elewacyjne i pokryciowe. Pomiary zostały wykonane kamerą termowizyjną TESTO 885-2 Set. Zdjęcia termowizyjne zostały przeskalowane do zakresu 10–60°C z zachowaniem jednolitej skali barwnej. Dodatkowo rejestrowano warunki pogodowe oraz lokalizację i otoczenie miejsca.

Wyniki pomiarów

Z przeprowadzonych kilkudziesięciu pomiarów, zgodnie z przyjętą metodą, przedstawione są najbardziej charakterystyczne przykłady dla każdej grupy: nawierzchnie, elewacje i pokrycia.

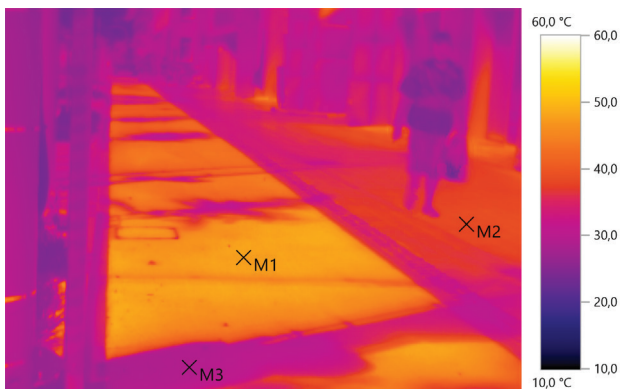
NAWIERZCHNIE

Pomiar 1

Miejscem pomiaru był rejon portu w Gdyni 6.07.2021 o godz. 14.40. Temperatura powietrza wynosiła 26,0°C, a prędkość wiatru około 10–20 km/h.

M1 – 45,9°C; M2 – 34,9°C; M3 – 39,6°C; M4 – 29,0°C.

Wielogodzinne działanie promieniowania słonecznego w otwartej przestrzeni, brak cienia i niewielkie zachmurzenie spowodowały, że temperatura nawierzchni asfaltowej była bardzo wysoka – 45,9°C, czyli prawie o 20°C wyższa niż powietrza. Temperatura płyt chodnikowych, z jaśniejszego materiału, wynosiła 34,9°C, czyli o 5°C mniej. Oznakowanie na jezdni było chłodniejsze o kolejne 5°C. Najniższą temperaturę miał niezacieniony wąski pas trawnika.



Pomiar 2. M1 – 47,5°C; M2 – 38,3°C; M3 – 29,2°C.



Podobne wyniki notowano w innych rejonach miasta. Nawierzchnia asfaltowa na drodze miała temperaturę o kilkanaście stopni wyższą niż białe oznakowanie na jezdni. Nawet niewielka grubość jasnej farby obniżała temperaturę nawierzchni.

Pomiar 2

Miejscem pomiaru było centrum miasta, a dokładnie ulica 10 lutego w Gdyni, w dniu 6.07.2021 o godz. 11.50. Temperatura powietrza wynosiła 25°C, a prędkość wiatru około 5–10 km/h.

M1 – 47,5°C; M2 – 38,3°C; M3 – 29,2°C.

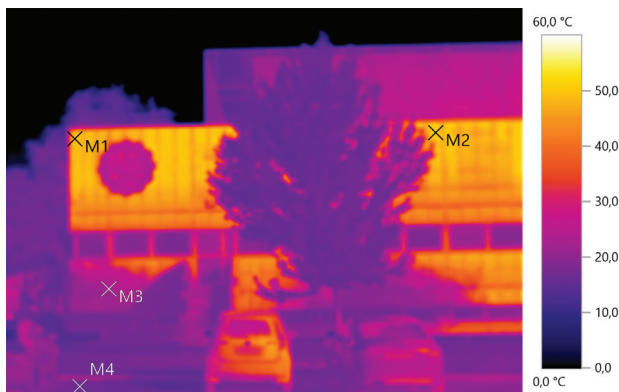
Nowa ścieżka rowerowa wykonana z bardzo ciemnego asfaltu miała temperaturę 47,5°C, czyli o 22,5°C wyższą niż temperatura powietrza. Sąsiedni chodnik pokryty betonowymi szarymi płytami miał temperaturę o 13,3°C wyższą niż temperatura powietrza. Różnica temperatury pomiędzy ścieżką rowerową a chodnikiem wynosiła 9,2°C. Niewielki cień obniżył lokalnie temperaturę nawierzchni. Widoczne są też miejsca, w pobliżu ciemnych ścian, o podwyższonej temperaturze, oraz chłodniejszy pas wykonany z jaśniejszego betonu.

Potwierdzeniem pomiarów nawierzchni są dane uzyskane ze strony TRAXelektronik.pl. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, korzystając ze stacji meteorologicznych rozmieszczonych przy drogach, udostępnia aktualne warunki pogodowe, między innymi o temperaturze powietrza i nawierzchni dróg. W dniu 21.06.2021 roku, który był jednym z bardziej upalnych dni w całej Polsce, o godzinie 13.57 temperatura nawierzchni dróg wynosiła 47,3–52,0°C, a temperatura powietrza 29,7–33,3°C, czyli około 20°C mniej.

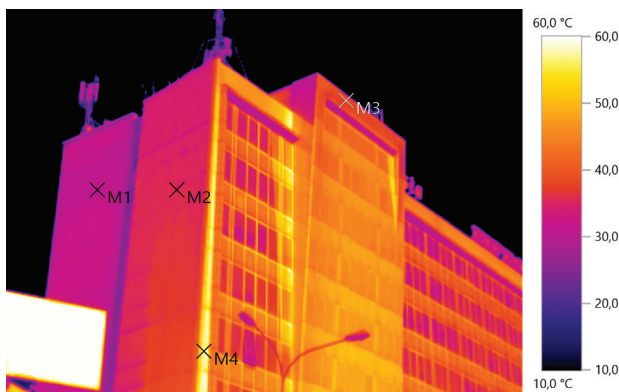
ELEWACJE

Materiały elewacyjne ustawione są pionowo, dlatego istotna jest orientacja ściany zewnętrznej względem stron świata i godzina pomiaru. Poza tym należy brać pod uwagę przepływ powietrza, który oddziałuje na lokalną temperaturę. Unoszenie ciepłego powietrza, czyli konwekcja, może zwiększać temperaturę górnych części elewacji i obniżać temperaturę dolnych partii. Ten problem nie występuje w przypadku nawierzchni i poziomych pokryć dachowych.





Pomiar 3. M1 – 49,1°C; M2 – 50,9°C; M3 – 22,3°C; M4 – 16,7°C



Pomiar 4. M1 – 31,3°C; M2 – 35,8°C; M3 – 38,5°C; M4 – 57,2°C

Pomiar 3

Miejsmem pomiaru była elewacja południowo-wschodnia budynku przy ulicy Pszczyńskiej w Gliwicach 21.07.2021. Pomiaru dokonano wyjątkowo wcześnie, bo już o godz. 6.50. Temperatura powietrza wynosiła wtedy 16,0°C, brak było zachmurzenia, a prędkość wiatru osiągała około 5–10 km/h.

M1 – 49,1°C; M2 – 50,9°C; M3 – 22,3°C; M4 – 16,7°C

Wczesna pora dnia po stosunkowo chłodnej nocy i bezchmurne niebo spowodowały wyraźne różnice temperatury materiałów budowlanych. Okładzina elewacyjna miała temperaturę o 33°C wyższą niż powietrze. Zauważalna jest różnica temperatury w górnych i dolnych częściach elewacji. Jasne elementy dekoracyjne miały wyraźnie niższą temperaturę, podobnie jak ażurowa metalowa siatka attykowa. Dolne rejon elewacji, w cieniu, miały temperaturę tylko nieco wyższą od otoczenia. Jasnoszara nawierzchnia parkingu miała temperaturę zbliżoną do temperatury otoczenia.

Pomiar 4

Miejsmem pomiaru była elewacja południowo-wschodnia i północno-wschodnia budynku przy ulicy Bohaterów Getta Warszawskiego w Gliwicach, 28.07.2021 o godz. 8.48. Temperatura powietrza wynosiła 22,0°C, brak było zachmurzenia, a prędkość wiatru osiągała 5–10 km/h.

M1 – 31,3°C; M2 – 35,8°C; M3 – 38,5°C; M4 – 57,2°C

Wysoki budynek biurowy w centrum miasta został ocieplony i pokryty ciemnymi płytami elewacyjnymi. O godzinie 8.48 najwyższą temperaturę miała okładzina elewacji wschodniej, 57,2°C, czyli o 35,2°C wyższą niż temperatura powietrza. W pobliżu wysuniętych części budynku wystąpiły lokalne wzrosty temperatury, które mogły wynikać z odbicia promieniowania przez te części budynku lub braku przepływu powietrza. W większości pomieszczeń okna zostały przysłonięte wewnętrznymi roletami w celu obniżenia temperatury wewnętrznej.



Dla środowiska ważne jest zapewnienie prawidłowego bilansu energii pochłanianej i wypromieniowywanej, aby ograniczyć zmiany klimatyczne.

Pomiar 5

Kolejny pomiar był w tym samym miejscu 28.07.2021 o godz. 10.56. Temperatura powietrza wzrosła do 24,0°C, zachmurzenie zmieniło się na umiarkowane, a prędkość wiatru pozostała na poziomie 5–10 km/h.

M1 – 42,7°C; M2 – 39,3°C; M3 – 52,2°C; M4 – 41,4°C

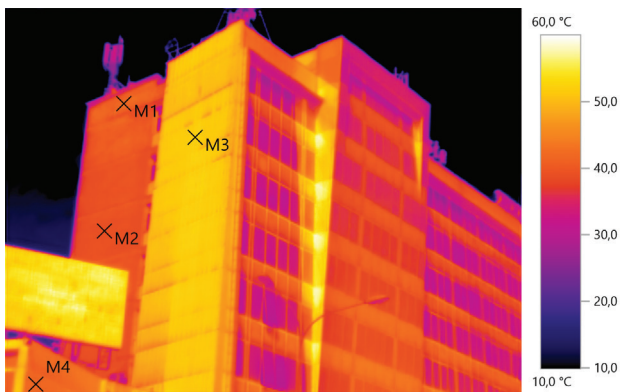
Ponowny pomiar, po dwóch godzinach, wskazał zmiany temperatury. Materiały południowej elewacji miały temperaturę wyższą od materiałów elewacji wschodniej. Temperatura wzrosła do 52,2°C, czyli była o 16,4°C wyższa niż przy wcześniejszym pomiarze i aż 28,2°C wyższa niż temperatura powietrza. Okładzina elewacyjna miała najwyższą temperaturę w górnych rejonach.

Pomiar 6

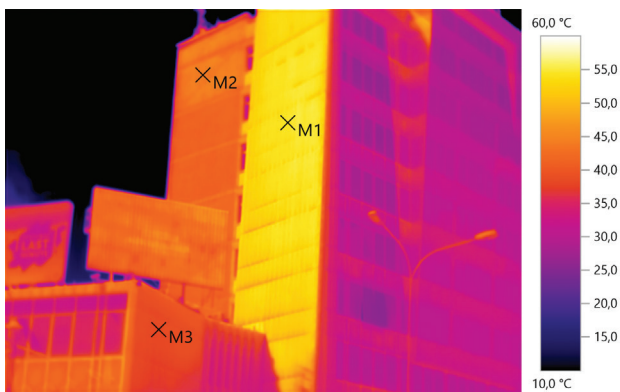
Jeszcze jeden pomiar był w tym samym miejscu 28.07.2021 o godz. 13.59. Temperatura powietrza wzrosła do 28,0°C, zachmurzenie umiarkowane, prędkość wiatru 5–10 km/h.

M1 – 54,8°C; M2 – 44,2°C; M3 – 38,4°C

Pomiar po trzech godzinach w tym samym miejscu wskazał dalszy wzrost temperatury ciemnych płyt na elewacji południowej. Temperatura wynosiła aż 54,8°C i była o 26,8°C wyższa od temperatury powietrza. Była też wyższa o 9,8°C od tynku cementowego, mimo tego, że gładka powierzchnia płyt powinna lepiej odbijać promieniowanie niż tynk z głęboką fakturą. Elementy elewacji wschodniej miały temperaturę niższą od wcześniejszych pomiarów.



Pomiar 5. M1 – 42,7°C; M2 – 39,3°C; M3 – 52,2°C; M4 – 41,4°C



Pomiar 6. M1 – 54,8°C; M2 – 44,2°C; M3 – 38,4°C

Pomiar 7

Następny pomiar dotyczył południowej elewacji budynku mieszkalnego w Gliwicach przy ulicy Toruńskiej, 20.07.2021 o godz. 13.48. Temperatura powietrza wynosiła 25,0°C, zachmurzenie umiarkowane, prędkość wiatru około 5–10 km/h.

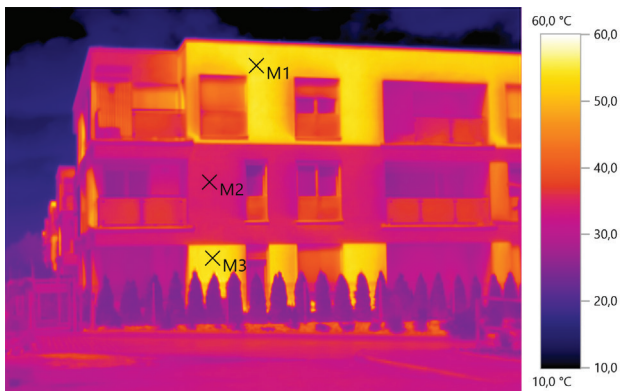
M1 – 54,5°C; M2 – 34,3°C; M3 – 54,4°C

Budynek mieszkalny ze ścianami pokrytymi tynkiem cienkowarstwowym na izolacji termicznej o barwie białej i czarnej. Widoczne są bardzo duże różnice temperatury tynku, związane z barwą poszczególnych obszarów elewacji. Przy temperaturze powietrza 25°C białe obszary tynku miały 34,3°C, czyli o 14°C więcej, natomiast obszary ciemnego tynku miały temperaturę 54,5°C, czyli prawie 30°C wyższą niż powietrza.

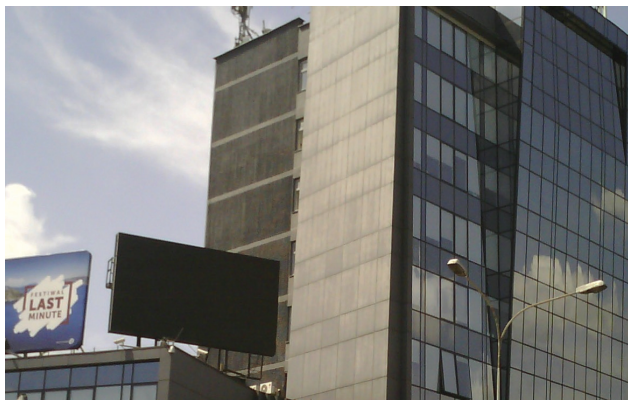
Pomiar 8

Kolejny pomiar dotyczył tego samego budynku, ale elewacji południowej i wschodniej, 20.07.2021 o godz. 13.59. Kilka minut różnicy nie spowodowało zmian parametrów powietrza.

M1 – 50,0°C; M2 – 45,4°C; M3 – 31,2°C.



Pomiar 7. M1 – 54,5°C; M2 – 34,3°C; M3 – 54,4°C



Inne obszary tej samej elewacji południowej i ciemnego tynku miały temperaturę 50,0°C, czyli o 25°C wyższą niż temperatura powietrza. Obszary jasnego tynku miały 31,2°C, czyli tylko o 6°C wyższą niż temperatura powietrza. Natomiast na elewacji wschodniej, która była wcześniej oświetlona, różnice temperatury były wyraźnie mniejsze.

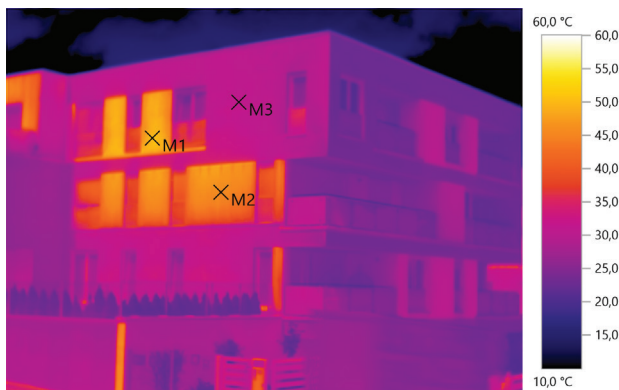
POKRYCIA DACHOWE

Próba porównania kilku dachów, o różnych pochyleniach i oddalonych od siebie, wiązałyby się ze wspomnianymi wcześniej błędami, dlatego pomiary wykonano w następcznym miejscu, w którym ekspozowane były dachówki o różnych barwach.

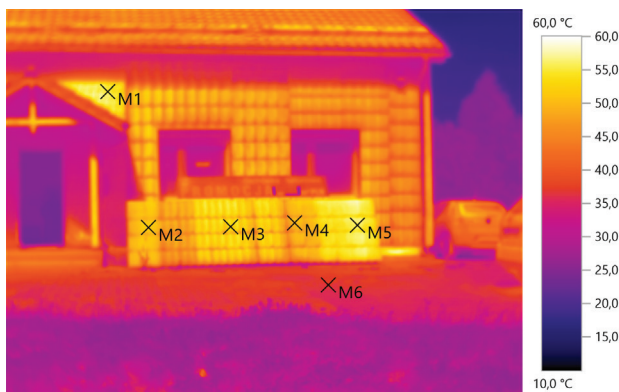
Pomiar 9

Przedstawiony pomiar wykonany został przed składem materiałów budowlanych w Paczynie 16.08.2021 o godzinie 12.42. Orientacja mierzonej ekspozycji była południowo-wschodnia, temperatura powietrza 27,0°C, zachmurzenie umiarkowane, a prędkość wiatru wyniosła około 5–10 km/h.





Pomiar 8. M1 – 50,0°C; M2 – 45,4°C; M3 – 31,2°C.



Pomiar 9. M1 – 55,1°C; M2 – 51,3°C; M3 – 53,5°C; M4 – 49,9°C; M5 – 55,9°C; M6 – 37,1°C.



M1 – 55,1°C; M2 – 51,3°C; M3 – 53,5°C; M4 – 49,9°C; M5 – 55,9°C; M6 – 37,1°C.

Betonowa dachówka miała temperaturę od 51,3 do 55,9°C, czyli prawie 25°C wyższą niż temperatura powietrza. Widoczne były różnice temperatury pomiędzy poszczególnymi odcieniami dachówki. Temperatura betonowej posadzki przed budynkiem i ekspozycją wynosiła 37,1°C, czyli tylko o 10°C więcej niż temperatura powietrza.

Pomiar 10

Ostatni przedstawiony pomiar dotyczył pokrycia lodowiska, wykonany był w Gliwicach przy ulicy Akademickiej, orientacja wschodnia, 21.07.2021, godz. 8.52, temperatura powietrza 19,0°C, bezchmurne niebo, prędkość wiatru 5–10 km/h.

M1 – 62,8°C; M2 – 50,2°C; M3 – 23,9°C; M4 – 25,7°C.

Pokrycie lodowiska wykonane jest z ciemnej papy. Przed godziną 9.00 miało już temperaturę 62,8°C, czyli ponad 40°C wyższą niż temperatura powietrza. Ściana ostonowa wykonana z płyt elewacyjnych o szarej barwie miała temperaturę 50°C. Betonowe słupy pokryte jasnym tynkiem miały temperaturę 25,7°C, czyli zaledwie kilka stopni wyższą niż temperatura powietrza. Najprawdopodobniej niższa temperatura wynika z bezwładności cieplnej betonu, który wolniej się nagrzewa. Podobnie jest z betonową posadzką parkingową, miała temperaturę 23,9°C. Wykonano pomiar różnych materiałów, mających nie tylko odmienne barwy, ale też różne nachylenie – kąt padania promieni Słońca, co miało wpływ na ich temperaturę. Mimo tego temperatura ponad 60°C już o godzinie 9.00 rano jest zatrważająca.

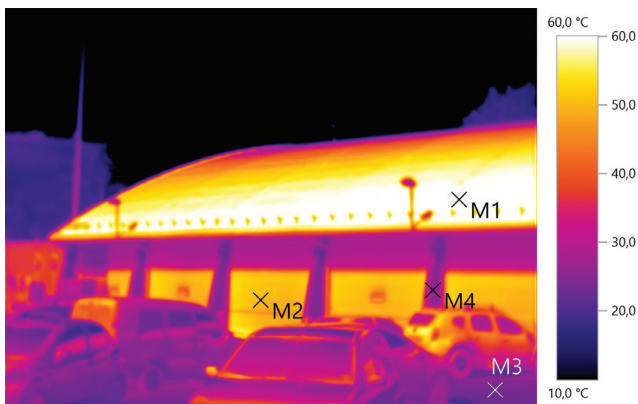
Wnioski

Badania potwierdzają wpływ barwy, a zwłaszcza ciemnych odcieni szarości i czerni, na temperaturę materiałów budowlanych wystawionych na promieniowanie słoneczne. W miejscach zacienionych temperatura materiałów jest zbliżona do temperatury powietrza, z wyjątkiem materiałów o dużej pojemności cieplnej. Wiąże się to z ich bezwładnością termiczną, temperatura materiału wolniej rośnie i wolniej opada.

Europejska Agencja Kosmiczna w ramach programów naukowych udostępnia zdjęcia wykonane w różnych pasmach widma widzialnego i ciepłego.

Natomiast materiały wystawione na bezpośrednią ekspozycję promieniowania mają temperaturę od kilku do kilkudziesięciu stopni wyższą niż temperatura powietrza. Okazuje się, że wpływ barwy jest nawet bardziej zauważalny przy niższej temperaturze powietrza, takiej, która pojawia się nie tylko latem. Ogólnie:

- jasne (białe) elementy na jezdni mają wyraźnie niższą temperaturę niż ciemny asfalt (pomiar 1), nawet gdy warstwa materiału ma niewielką grubość;
- chodnik z szarego betonu ma temperaturę niższą niż ciemna nawierzchnia asfaltowa (pomiar 2);
- panele elewacyjne o ciemnej barwie mają temperaturę wyższą niż inne elementy budynku i otoczenia (pomiar 2, 4 i 5);
- temperatura ciemnych paneli elewacyjnych rośnie szybciej niż tradycyjnego tynku (pomiar 5 i 6);
- ażurowe elementy elewacyjne (metalowa siatka ostonowa), mimo że mają podobną barwę, mają temperaturę niższą niż inne elementy budynku (pomiar 3 i 4);
- wystające elementy budynku (dachu, elewacji) mogą ograniczać przepływ powietrza, co zmniejsza chłodzenie, lub dodatkowo odbijać promieniowanie, a to powoduje lokalny wzrost temperatury (pomiar 4 i 5);
- tynk cienkowarstwowy o ciemnej barwie ma temperaturę wyższą niż tynk o jasnej barwie (w pomiarach 8 i 9 różnica dochodziła do 15°C);
- największa zaobserwowana różnica pomiędzy temperaturą powietrza a nastłonecznionego materiału budowlanego wystąpiła w przypadku ciemnej papy dachowej, wynosiła ponad 40°C (pomiar 10).



Pomiar 10. 1 – 62,8°C; M2 – 50,2°C; M3 – 23,9°C; M4 – 25,7°C.

Ilość pochłanianej energii zależy od wymiarów powierzchni, na którą pada promieniowanie słoneczne, oraz współczynnika odbicia. W zależności od materiałów pochłonięta energia jest przewodzona w głąb, do kolejnej warstwy, lub ponownie wypromieniowywana w formie niewidzialnego promieniowania ciepłego, podczerwonego. Stąd prędkość nagrzewania zależy od barwy oraz od pojemności cieplnej materiału. Im ciemniejsza barwa, tym większa ilość energii promieniowania jest pochłaniana. Porównując zdjęcia termowizyjne do zdjęć przedstawiających materiały o różnej barwie, w większości te drugie są jakby negatywami zdjęć tradycyjnych – elementy ciemniejsze mają wyższą temperaturę.

Pojemność termiczna rośnie wraz z masą i objętością materiału, więc cienkie warstwy gromadzą mniej energii, ale też szybciej się nagrzewają. Widoczne to jest przy niewielkiej grubości pokrycia dachowego, papy, która najszybciej osiąga bardzo wysoką temperaturę. Przeciwnie wydają się elementy ażurowe – mimo że mają ciemną barwę, wolno się nagrzewają. Metalowe siatki wykonane są z materiału doskonale przewodzącego ciepło, poza tym przepływające przez otwory powietrze przejmuje energię. Ażurowość materiału powoduje zwiększenie proporcji powierzchni do objętości, a to ułatwia oddawanie i ogranicza gromadzenie energii. Podobnie następuje oddawanie energii przez panele na wentylowanych elewacjach, choć w mniejszym stopniu. Przepływ powietrza przejmuje energię po stronie wewnętrznej. Mimo że temperatura powierzchniowa materiału jest niższa, to nie znaczy, że nie jest pochłaniana energia promieniowania słonecznego, tak jak w innych przypadkach, tylko jest oddawana do środowiska.

Czarna barwa materiałów powoduje duże wahania temperatury, a to zwiększa skutki rozszerzalności termicznej. Mogą pojawiać się uszkodzenia zamocowań, połączeń, i utrata szczelności spoin. Bardzo wysoka temperatura może też zmieniać właściwości materiałów, ponieważ szybciej tracą trwałość, np. mogą przestać być elastyczne, zmieniać konsystencję lub odparować. Nawet jeśli materiały budowlane są odporne na wysoką temperaturę i nie ulegają uszkodzeniu, to przebywanie w takim środowisku nie jest przyjazne dla organizmów żywych, zarówno dla człowieka, zwierząt, jak i roślin. Temperatura materiału odczuwana jest przy bezpośrednim kontakcie. Dla użytkowników jest istotne, w jakich warunkach przebywają, w jakiej temperaturze, wilgotności itd. Natomiast dla środowiska ważny jest bilans ciepłotowy.

Niestety można zaobserwować przypadki, w których projektanci nie zwracają uwagi na efekt termiczny, proponując ciemne nawierzchnie, elewacje i pokrycia. Duże przeszklone elewacje i ciemne posadzki wewnątrz obiektu stanowią idealne akumulatory ciepła. Wyjątkowo niekorzystnym rozwiązaniem są budynki, które mają czarne loggie kontrastujące z białą elewacją. Jeśli dodatkowo osłonięte są szklanymi balustradami, to powstaje tam efekt ściany Trombe'a, służącej do celowego gromadzenia ciepła. W takim przypadku nawet w chłodne dni panuje tam bardzo wysoka temperatura.

Naukowcy prowadzą badania dotyczące zmian klimatu, poszukują przyczyn i metod powstrzymania niekorzystnych skutków. Aby



W zurbanizowanej przestrzeni ważny jest dobór materiałów budowlanych ze względu na stopień pochłaniania i gromadzenia energii promieniowania słonecznego.

przeciwdziałać powstawaniu lokalnych wysp ciepła, podejmowane są decyzje na poziomie planowania miejscowego. Zalecane jest stosowanie zielonych dachów jako rozwiązań ekologicznych, poprawiających mikroklimat. Niestety pomijany jest skutek stosowania czarnych pokryć dachowych. Błyszczące czarne dachówki są obecnie bardzo modne. Próby przeciwdziałania ich stosowaniu i wprowadzania ograniczeń budzą zdziwienie i opór właścicieli lub przyszłych inwestorów. Próby narzucenia barwy pokrycia dachowego lub elewacji stosowane są dla zachowania jedności kolorystycznej miasta. Ważnym zaleceniem powinna być graniczna wartość współczynnika odbicia, który podawany jest przez producentów tynków i farb elewacyjnych. Tak jak stosowane są graniczne wartości współczynnika przenikania ciepła dla zewnętrznych przegród budowlanych. Twórczość architektoniczna, w tym dobór materiałów, powinna kierować się zasadami wynikającymi ze zrównoważonego rozwoju. Projektanci, podejmując decyzje, powinni być świadomi skutków stosowania ciemnych barw. Nawet prosta ocena wizualna wystarczy, aby przewidzieć skutki.

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary można traktować jako sondażowe. Można je uszczegółowić i usystematyzować poprzez precyzyjną analizę zmian temperatury każdego materiału oraz każdej barwy, uwzględniając dane klimatyczne i orientację względem stron świata. Ważniejsze jednak są wyciągnięte wnioski oraz przekaz do jak najszerszego kręgu projektantów i inwestorów. Potrzebna jest zmiana świadomości społecznej, osób podejmujących decyzje o doborze materiałów budowlanych, a zwłaszcza ich barwie. Szkodliwość dla środowiska powinna być jak najszerszej nagłośniona. Ciemne materiały niejako zamieniają widzialne promieniowanie słoneczne na ciepłe i wypromieniowują z powrotem do atmosfery.

Niestety istnieje opór w społeczeństwie i bagatelizowane są problemy użycia ciemnych materiałów. Nadal reklamowane są produkty przedstawiane przykłady z ciemnymi materiałami, co powoduje przekaz dla inwestorów, że to jest bardziej atrakcyjne, a przez to chętniej wybierane. Na portalach internetowych reklamują się firmy, które zajmują się malowaniem dachówek, a ilustracja przedstawia zmianę barwy czerwonej ceramicznej na czarną. W różnego rodzaju konkursach i targach nagradzane są najnowsze rozwiązania budowlane. Niestety na zdjęciach przedstawiane są czarne pokrycia dachowe. Równie modne są grafitowe lub czarne elementy meblej architektury, jak: ogrodzenia, bariery, ławki, huśtawki, lampy, śmietniki, a nawet zadaszenia z tkaniny.

Zła forma architektoniczna może być нефunkcjonalna lub budzić niesmak, natomiast źle dobrane materiały mają wpływ na środowisko, w tym na temperaturę, wilgotność i wymianę powietrza, a w konsekwencji na zdrowie mieszkańców. Zmian klimatycznych nie można powstrzymać indywidualnie, ale można rozpocząć od drobnych zmian lokalnego klimatu, poprawy warunków życia mieszkańców. Rolą architekta jest kreowanie przestrzeni z myślą o przyszłości.

Bibliografia

- [1] Degórska B., Wrażliwość i adaptacja dużych miast do zmian klimatu w kontekście wzrostu temperatury powietrza, „Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN”, t. 254, 2014, s. 27–46.
- [2] Fortuniak K., Badania klimatu miast w Polsce, „Przegląd Geofizyczny” 1–2/2019, s. 73–106.
- [3] Joshi R., Raval H., Pathak M., Kalubarme M.H., Urban Heat Island Characterization and Isotherm Mapping Using Geo-Informatics Technology in Ahmedabad City, Gujarat State, India, „International Journal of Geosciences” 06(03) 2015, s. 274–285.
- [4] Klimowicz J., Problem przegrzewania miast XXI wieku (MWC) a zieleń miejska, „Środowisko Mieszkaniowe” 32/2020, s. 50–57.
- [5] Kurowska I., Konopko A., Świśtowska R., Świdwerski G., Lewandowski W., Globalne ocieplenie – przyuczyny, skutki oraz zapobieganie zmianom klimatu, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska”, vol. 6, 3/2015, s. 119–130.
- [6] Sert E.B., Kaya E., Adiguzel F., Cetin M., Gungor S., Cetin I.Z., Dinc Y., Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey), „Theoretical and Applied Climatology”, vol. 144, 2021, s. 103–113.
- [7] Prado R.T.A., Lourenço e Silva Ferreira F., Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials, „Energy and Buildings”, vol. 37, 4/2005, s. 295–300
- [8] Perz K., Mamoński Ł., Rewolińska A., Wpływ barwy nadwozia chłodniczego na jego parametry cieplne, „Autobusy” 12/2018, s. 589–592.
- [9] Andrés-Anaya P., Sánchez-Aparicio M., del Pozo S., Lagüela S., Correlation of Land Surface Temperature with IR Albedo for the Analysis of Urban Heat Island, 16th International Workshop on Advanced Infrared Technology & Applications, 26–28 October 2021.
- [10] Falarz M., Caputa Z., Partyka J., Rekonstrukcja czasu zalegania pokrywy śnieżnej na podstawie wartości albedo (na przykładzie pomiarów w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej), „Przegląd Geofizyczny” 3–4/2016, s. 195–207.
- [11] Matuszko D., Piotrowicz K., Związek ustępczenia i temperatury powietrza na podstawie wieloletniej serii klimatologicznej w Krakowie (1884–2016), „Przegląd Geofizyczny” 1-2/2018, s. 15–29.
- [12] Gerlic K., Czerń w architekturze w aspekcie zrównoważonego rozwoju – część 1., „Builder” 2022/296 (3), s. 18–21.
- [13] <https://www.caparol.pl/kolorystyka/system-barwienia-colorexpress-2/hbw> [data dostępu: 16.08.2021].
- [14] <https://www.kreisel.pl/rozwiązania/porady/najczesciej-zadawane-pytania/jakie-kolory-najlepiej-sprawdzaja-sie-na-elewacjach> [data dostępu: 6.09.2021].

- [15] <https://www.onet.pl/informacje/nauka-o-klimacie> [data dostępu: 26.07.2021].
- [16] Gerlic K., The membrane roof effect on the microclimate of open space of a mall in Katowice, [w:] Light weight structures in civil engineering. Contemporary problems. Monograph from Scientific Conference of IASS Polish Chapters. XX LSCE 2014, Micro-Publisher-Consultant-Project Jan B. Obrębski, Warsaw 2014, s. 80–86.

DOI: 10.5604/01.3001.0016.3418

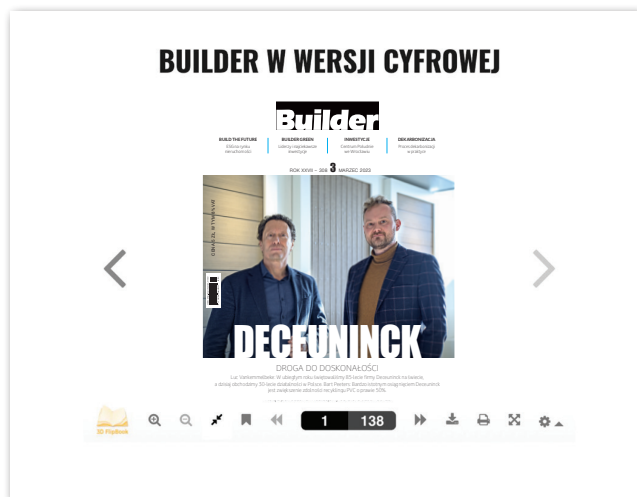
PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
 Gerlic Krzysztof, 2023, Czerń w architekturze w aspekcie zrównoważonego rozwoju – część 2, „Builder” 5 (310). DOI: 10.5604/01.3001.0016.3418

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących stosowania materiałów budowlanych o ciemnych barwach oraz ich wpływu na środowisko zbudowane. W tej części przedstawione są wyniki pomiarów kamerą termowizyjną w przestrzeni otwartej, w której materiały wyeksponowane są na promieniowanie słoneczne. Analizowane przykłady zostały podzielone na trzy grupy: nawierzchnie placów i ciągów komunikacyjnych, elewacje budynków oraz materiały pokryć dachowych.

Słowa kluczowe: projektowanie architektoniczne, zrównoważony rozwój, chłodne dachy, albedo

Abstract: BLACK IN ARCHITECTURE IN THE ASPECT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT – PART 2. The article presents the results of research on the use of dark-colored building materials and their impact on the built environment. This section presents the results of measurements with a thermal imaging camera in an open space, in which materials are exposed to solar radiation. The analyzed examples were divided into cladding materials of the façade, roofing and pavements of communication routes.

Keywords: architectural design, sustainable development, cold roofs, albedo



Czytaj na www.builderpolska.pl