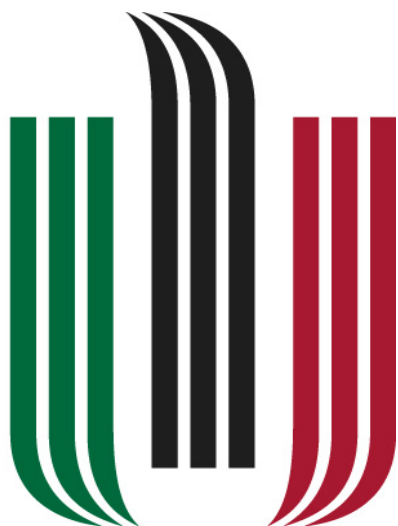


Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

w Krakowie

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii



AGH

Technologia robót budowlanych

Fotobeton jako alternatywa dla standardowych elewacji budynków

Wojciech Basiuk, Paweł Grabiec

Kraków, 21 stycznia 2015 r.

Spis treści

1. Czym jest fotobeton?.....	3
2. Rys historyczny	3
3. Rodzaje i podziały fotobetonu.....	4
3.1. Ze względu na strukturę	4
3.2. Ze względu na fakturę	4
3.3. Ze względu na wykończenie powierzchni.....	5
3.4. Ze względu na miejsce wykonania.....	5
4. Metody realizacji	6
4.1. Metoda sitodruku.....	6
4.2. Metoda obrabiarek CNC	7
5. Materiały stosowane do produkcji fotobetonu	9
6. Przykłady realizacji z fotobetonu	10
7. Literatura	12

1. Czym jest fotobeton?

Technologia fotobetonu jest jedną z najnowszych metod kształtowania powierzchni betonu architektonicznego. Polega na przeniesieniu fotografii lub grafiki na powierzchnię betonową bez konieczności powierzchniowego nanoszenia farb lub innych materiałów barwiących.

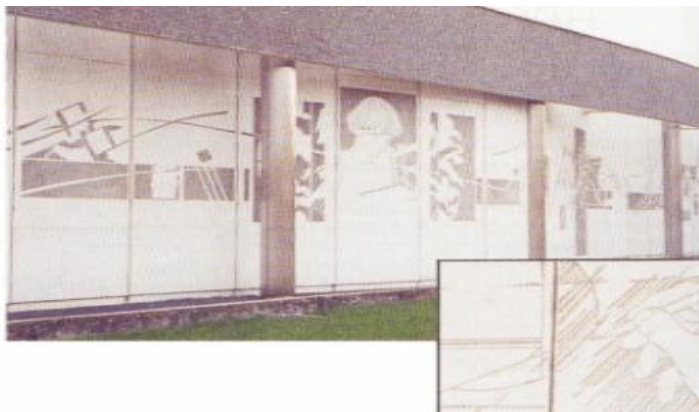
Pod nazwą beton architektoniczny (fasadowy, elewacyjny) rozumie się powierzchnie betonowe o zdefiniowanych wymaganiach pod względem wyglądu. Beton taki gwarantuje dotrzymanie parametrów trwałości i wytrzymałości przy równoczesnym uzyskaniu estetycznych powierzchni, niewymagających pokrycia warstwą tynku lub inną powłoką wykończeniową.



Rys. 1 Przykład zastosowania betonu architektonicznego.

2. Rys historyczny

Po raz pierwszy technologię fotobetonu zastosowano na prefabrykowanych płytach ściennych budynku biblioteki miejskiej w Lons-Les-Saunier w regionie Jura we Francji w 1986 roku. Na płytach elewacyjnych umieszczone zostały ozdobne ornamenty. Kolejnym obiektem wykorzystującym tę technikę było Centrum Natury Dzikich Zwierząt we Francji. Betonowe reliefy wykonane zostały według koncepcji francuskiego architekta Christopha Brisé. Elementy mają wymiary 3,05 x 10,06 m i przedstawiają dzikie zwierzęta. Ściany zostały wykonane w całości na miejscu budowy.



Rys. 2 Biblioteka miejska w Lons-Les-Saunier.



Rys. 3 Centrum Natury dzikich zwierząt.

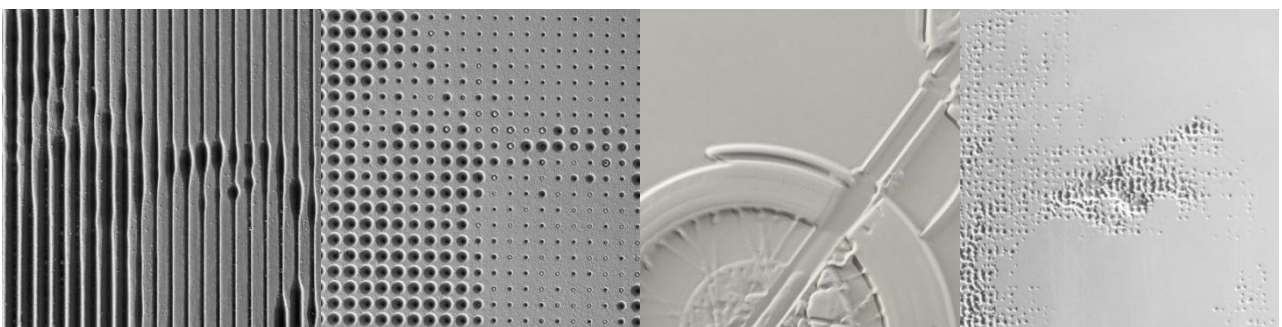
3. Rodzaje i podziały fotobetonu

3.1. Ze względu na strukturę

Struktura fotobetonu zależna jest od rodzaju metody frezowania powierzchni betonu w celu nadania mu odpowiedniego kształtu. Może być ona również uzależniona od rodzaju matrycy wykonanej metodą CNC.

Ze względu na strukturę fotobetonu:

- rowki
- stożki
- płaskorzeźba
- "pikseloza"



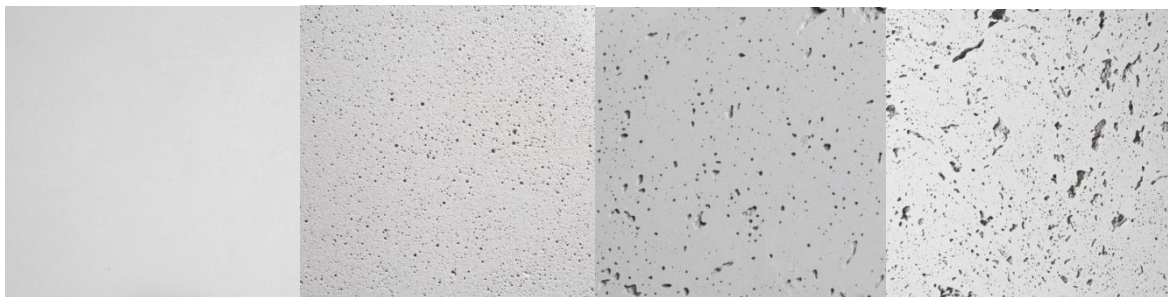
Rys. 4 Od lewej: rowki, stożki, płaskorzeźba, "pikseloza".

3.2. Ze względu na fakturę

Faktura kształtowana jest poprzez właściwe zagęszczenie jak i odpowiednie przygotowanie matrycy, gdyż wszelkie zabrudzenia i niedoskonałości znajdują odzwierciedlenie na gotowym produkcie.

Ze względu na fakturę betonu:

- gładka
- bąbelki
- wżery
- intensywne wżery



Rys. 5. Od lewej: gładka, bąbelki, wżery, intensywne wżery.

3.3. Ze względu na wykończenie powierzchni

Wykończenie powierzchni jest sposobem na nadanie jej oryginalnego wyglądu poprzez zmianę naturalnej faktury stwardniałej mieszanki betonowej. W ten sposób możemy kształtować gotowy beton i nadawać mu pożądane cechy.

Ze względu na wykończenie powierzchni:

- impregnacja
- piaskowanie
- polerowanie



Rys. 6. Od lewej: impregnacja (przemywanie wodą), piaskowanie, polerowanie.

3.4. Ze względu na miejsce wykonania

Ze względu na wykonanie elastycznej matrycy możliwe jest wykonywanie betonowych elementów w zakładach prefabrykacji jak również bezpośrednio na placu budowy.

Ze względu na miejsce wykonania:

- element prefabrykowany
- wykonanie na miejscu budowy

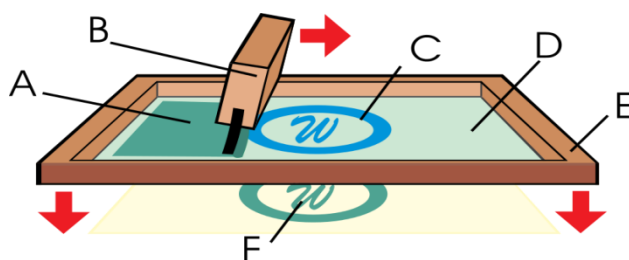


Rys.7. Zalewanie formy z matrycą.

4. Metody realizacji

4.1. Metoda sitodruku

Technologia fotobetonu opiera się na metodzie sitodruku. Proces polega na przetransponowaniu czarno białej fotografii na ekran wielkości projektowanego reliefu betonowego. Fotografia jest najpierw skanowana i zapisywana w 256 odcieniach szarości. Rastrowy obraz jest następnie punkt po punkcie przekształcany w film do produkcji sitodruku. Obraz jest kolejno przenoszony na folię. Na nią natryskuje się substancję chemiczną powodującą opóźnienie wiązania cementu w warstwie przypowierzchniowej betonu. Opóźniacz jest rozprowadzany na powierzchni matrycy i przedostaje się przez wolne oczka na kilkumilimetrową warstwę polistyrenu. Polistyren umieszcza się w formie i zasypuje mieszanką betonową, co powoduje, iż na powierzchni betonu powstaje dwubarwny obraz. Opóźniacz powoduje twardnienie mieszanki w różnych miejscach i w różnym czasie, co z kolei jest powodem powstawania szorstkich i gładkich powierzchni oraz efektu światłocienia. Jasne obszary pozostają gładkie zaś ciemne stają się ciemniejsze. Po ok. 16-24h beton może być rozformowany i przemyty wodą pod niskim ciśnieniem.



Rys. 8. Schemat sitodruku



Rys. 9. Po lewej folia do sitodruku, po prawej gotowy element.

4.2. Metoda obrabiarek CNC

Do przetwarzania danych z obrazu na matrycę stosuje się obecnie także technologię CNC. Obraz jest przetwarzany komputerowo, a następnie za pomocą techniki frezowania wykonywana jest matryca. Matryce sporządzane tą metodą wytwarza m.in. firma **RECKLI**. Odpowiednio frezowany model służy jako podkład do sporządzenia elastycznej matrycy z tworzywa sztucznego, która jest wykorzystywana do produkcji elementów elewacji.

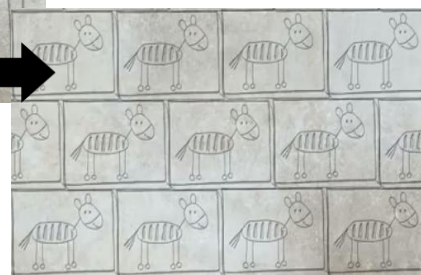
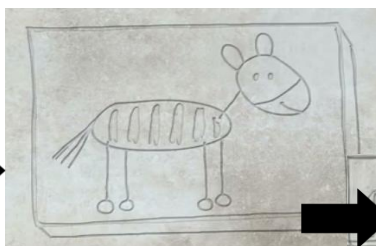
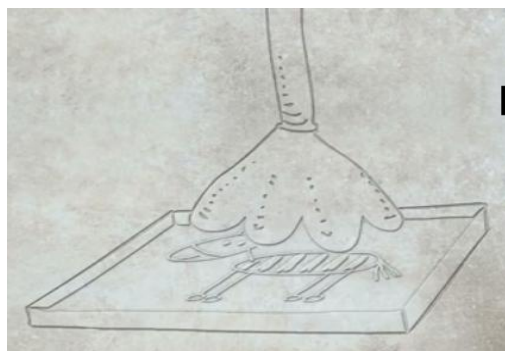
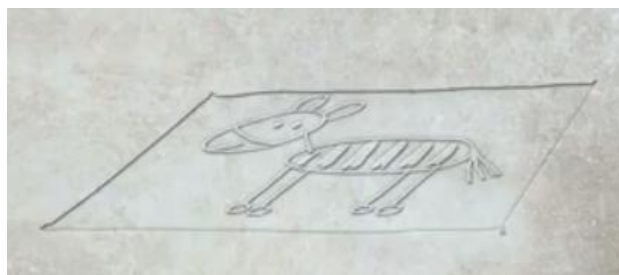
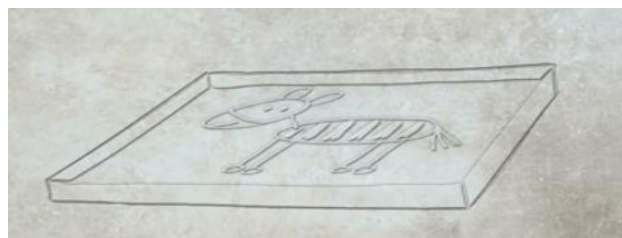




Schemat przedstawia proces powstawania elastycznej formy, która następnie służy do odlewania gotowych elementów. Cały proces polega na wykonaniu formy za pomocą obrabiarek CNC w tworzywie sztucnym, a następnie wykonanie z niej elastycznej formy za pomocą elastomerów.



Schemat 1. Proces produkcji form z elastomerów.



Schemat 2. Proces powstawania gotowych wyrobów.



Schemat 3. Począwszy od lewej widzimy zdjęcie, następnie drewnianą formę i ostatecznie gotowy wyrób.

5. Materiały stosowane do produkcji fotobetonu

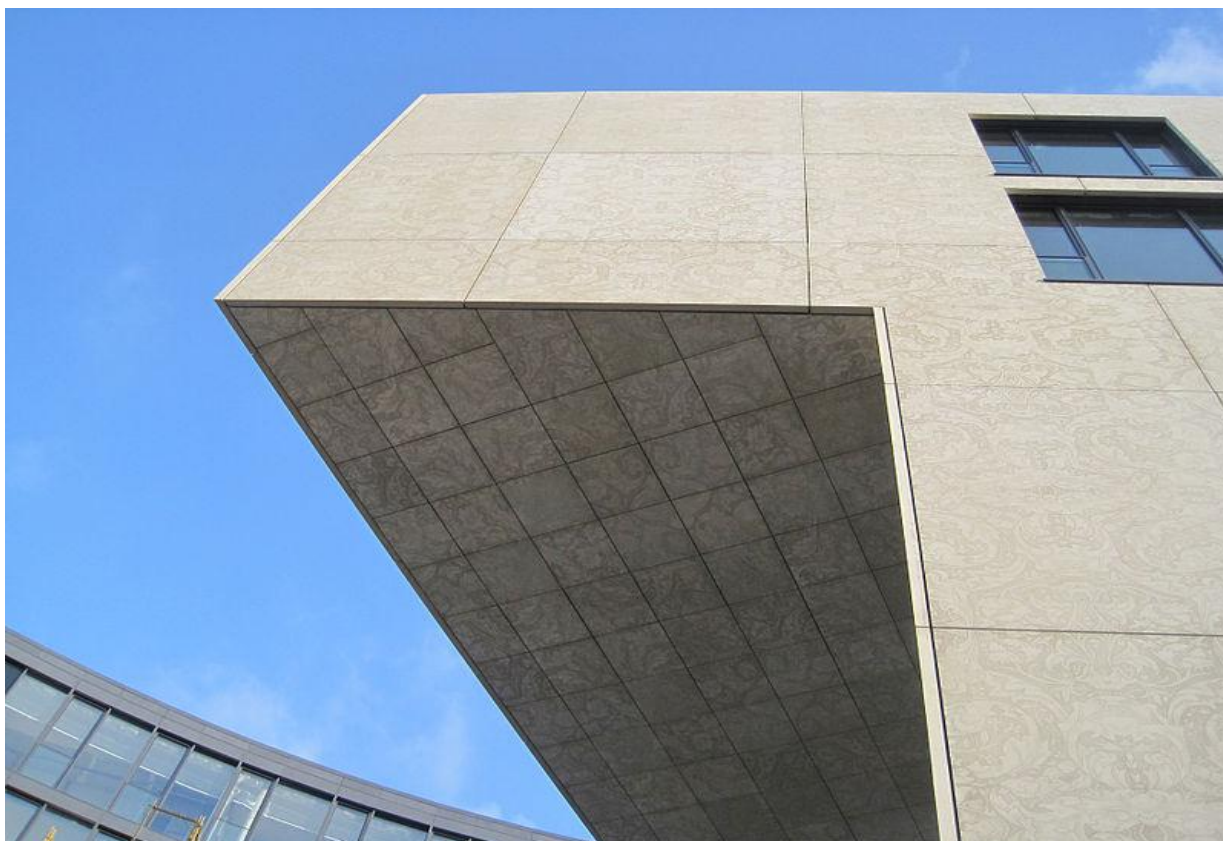
Istotne informacje dotyczące betonu architektonicznego w tym fotobetonu:

1. W przypadku fotobetonu ważne jest odpowiednie dobranie koloru kruszywa, dodatków oraz cementu. Aby fotografia na betonie była wyrazista należy uzyskać silny kontrast pomiędzy warstwą wierzchnią betonu oraz warstwą powstałą przez wypłukanie.
2. Receptura mieszanki betonu architektonicznego od pozostałych odróżnia rodzaj użytego cementu – CEM III (cement hutniczy). Daje on jasny dość jednolity kolor oraz jest mniej podatny na pękanie wywołane ciepłem hydratacji.
3. Faktura fotobetonu zależy od uziarnienia kruszywa. Powinno być ono okrągłe lub w kształcie foremny, tworzące minimalną porowatość.
4. Zwarta struktura otrzymywana jest poprzez zmodyfikowanie receptury przez dodanie plastyfikatorów, które pozwalają na lepsze dopasowanie mieszanki do formy, a co za tym idzie zmniejszają ilość pustych przestrzeni.
5. Rodzaj desekowania będzie miał istotny wpływ na otrzymywane faktury betonu – metalowe pozwoli uzyskać fakturę gładką, zaś drewniane będzie „odbijało” się na betonie nadając mu fakturę drewna.

6. Przykłady realizacji z fotobetonu



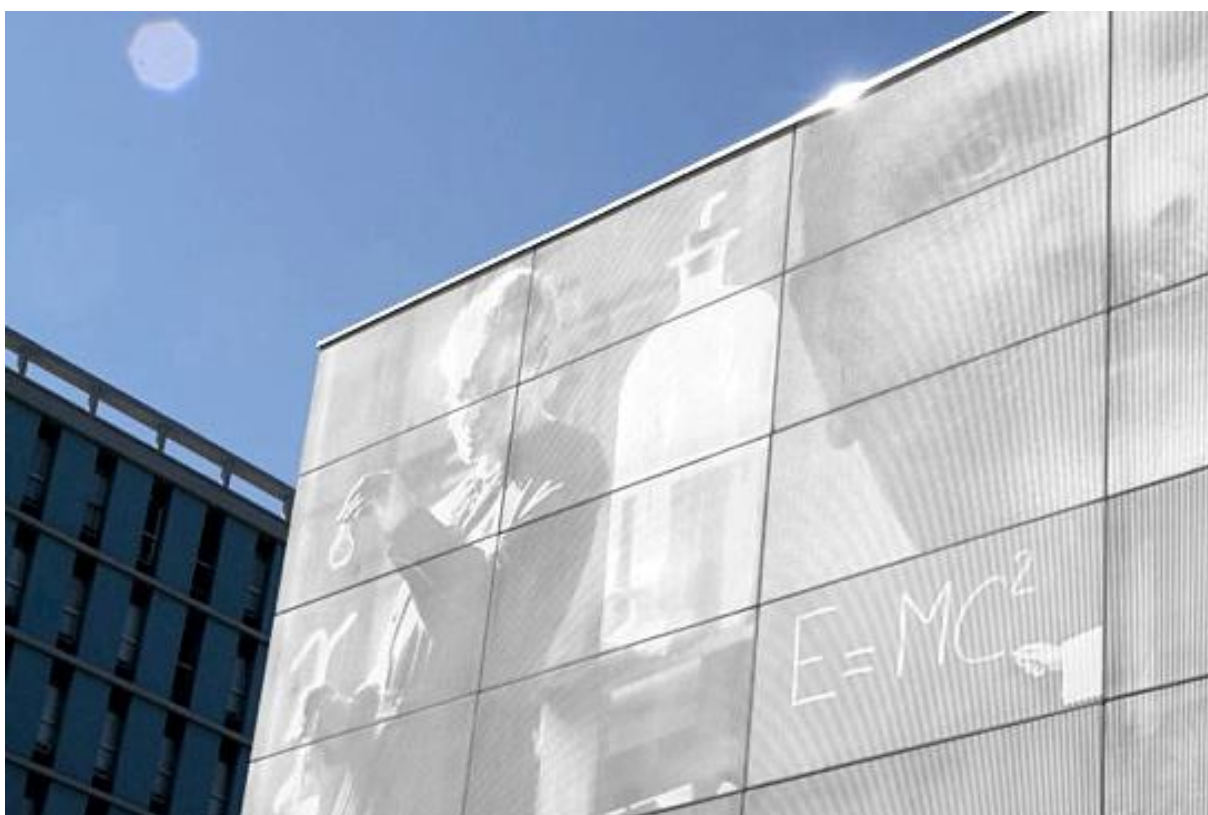
Rysunek 10. Biblioteka Wyższej Szkoły Technicznej w Eberswaldzie.



Rys. 11 Hotel "Stue" w Berlinie.



Rys. 12. Budynek straży pożarnej, Langenfeld, Niemcy.



Rys. 13. Budynek Uniwersytetu w Tuluzie, Francja.

7. Literatura

1. Koniczuk K., Beton architektoniczny - wytyczne techniczne, Kraków, 2011.
2. Miesięcznik Materiały budowlane 12/2014, str. 28 i 44.
3. Strona internetowa firmy Reckli - www.reckli.de
4. Strona internetowa firmy Klinika betonu - www.klinikabetonu.pl
5. Strona internetowa - www.studentbuduje.pl - artykuł o fotobetonie.