

# Innowacyjne prefabrykaty betonowe dla polskiej kolei

## zmniejszające poziom zanieczyszczenia powietrza

*Cezary Kraśkiewicz, Wioletta Jackiewicz-Rek, Karol Chilmon, Andrzej Długołęcki*  
Politechnika Warszawska

## Wyzwanie



**Poprawa jakości powietrza stanowi obecnie jedno z największych wyzwań społecznych i środowiskowych w Polsce.**

W wyniku tak zwanej **niskiej emisji**, to jest głównie **spalania paliw w silnikach pojazdów i domowych paleniskach**, do atmosfery dostają się stanowiące zagrożenie dla zdrowia ludzkiego:

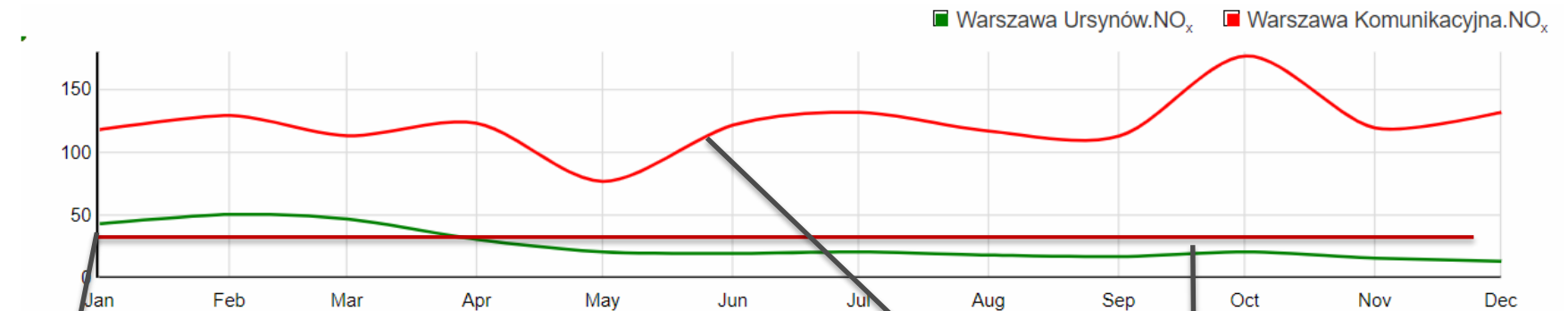
- pyły zawieszone (PM2,5, PM10);
- tlenki siarki;
- tlenki azotu;
- metale ciężkie;
- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.



## Wyzwanie



### Średniomiesięczne stężenia tlenków azotu NO<sub>x</sub> w Warszawie:



© 2015 WIOŚ Warszawa, projekt i wykonanie CSMS

40 µg/m<sup>3</sup>  
**dopuszczalna średnia  
roczna**

Średnia	121.2	41.3
Maksimum	804.4	1528.1

## Wyzwanie

Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza, poprzez redukcję stężenia:

- tlenków azotu (NO<sub>x</sub>)
- wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.



**zastosowanie betonu fotokatalitycznego**

### Dlaczego?

szkodliwe dla zdrowia zanieczyszczenia atmosferyczne są adsorbowane na powierzchni tego betonu, a później na drodze reakcji chemicznych przekształcane do nieszkodliwych dla zdrowia ludzkiego związków

## Wyzwanie

Elementy infrastruktury dróg szynowych wykonane z betonu fotokatalitycznego spowodują zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza w rejonie peronów i dworców kolejowych w centrach miast.



Takie działanie będzie wpisywało się w obszar:

- **Kolej dla Pasażera**

jako rozwiązanie poprawiające komfort oczekiwania na dworcu;

- **Ekologia, Elektrooszczędność, Elektromobilność**

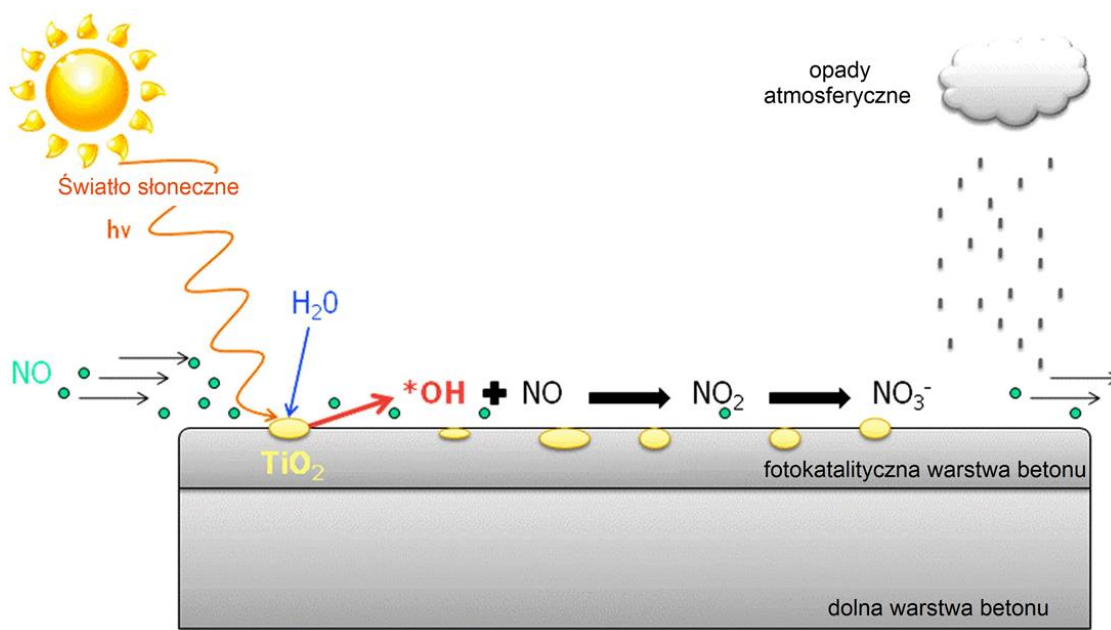
jako rozwiązanie podnoszące jakość powietrza w otoczeniu infrastruktury kolejowej;



## Pomysł



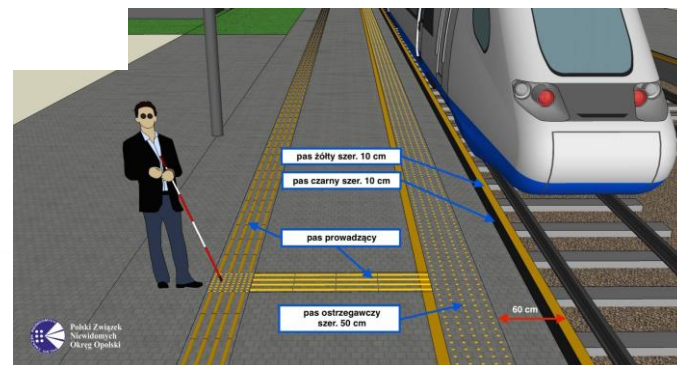
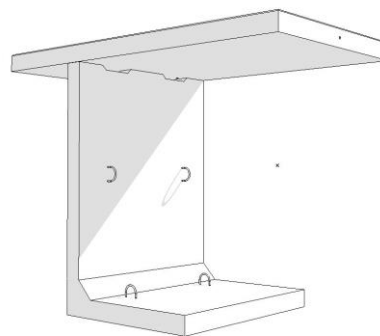
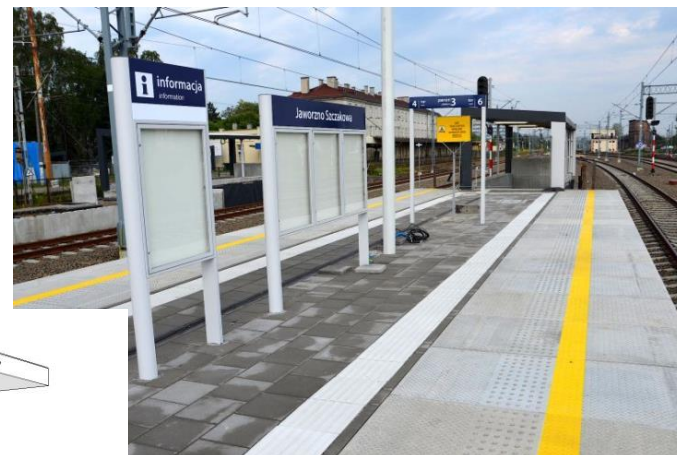
**Beton fotokatalityczny** zawdzięcza swoje właściwości wykorzystaniu w swoim składzie cementu zawierającego cząsteczki nanometrycznego dwutlenku tytanu  $\text{TiO}_2$  – półprzewodnika, który dzięki absorpcji promieniowania UV inicjuje reakcję chemiczną z cząsteczkami tlenu.



## Pomysł

W obrębie peronów pasażerskich:

- płyty chodnikowe/ kostka betonowa;
- płyty i ścianki peronowe;
- pasy prowadzące dla osób niewidomych i niedowidzących.



## Pomysł

*W obrębie przejazdów kolejowych:*

- zintegrowana nawierzchnia kolejowo-drogowa.*

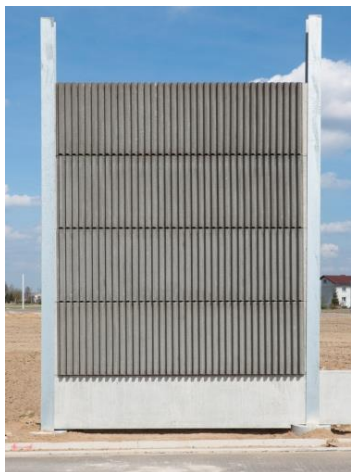




## Pomysł

*W obrębie peronów pasażerskich i odcinków szlakowych w centrum miast (wyroby stosowane przede wszystkim w celu ograniczenia hałasu):*

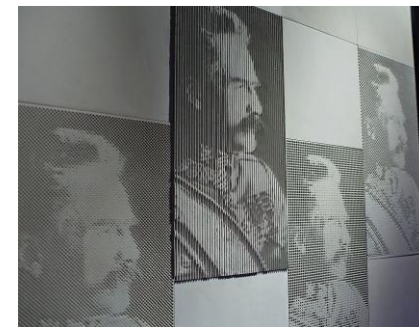
- *tłumiki torowe;*
- *ekrany akustyczne;*



## Pomysł

### *W obrębie dworców kolejowych:*

- **Nośniki informacji** np. logo grupy PKP; nazwa dworca; portret patrona (technologia fotobetonu);
- **Płyty osłonowe budynków** – np. Dworców Innowacyjnych Systemowych;

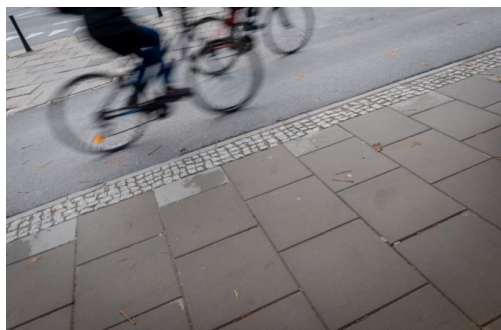


## Doświadczenie

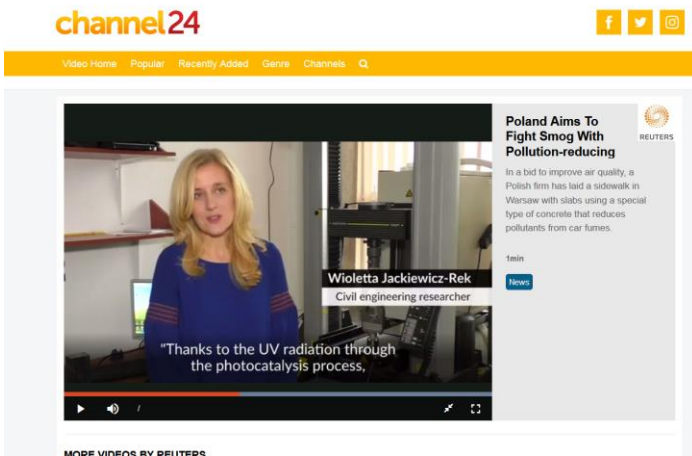


### *Nawierzchnia z płyt betonowych o właściwościach katalitycznych Rondo Daszyńskiego, Warszawa, 2018 r.*

Projekt realizowany był w ramach współpracy badawczo-rozwojowej Skanska S.A. i Górażdże Cement S.A. z partnerami naukowymi: **Wydziałem Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej**, Instytutem Geofizyki Polskiej Akademii Nauk oraz Wydziałem Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.



# Doświadczenie



## Doświadczenie



Zaobserwowano maksymalnie **70% redukcji stężenia NOx** podczas badań laboratoryjnych realizowanych przez PAN.

Na poligonie doświadczalnym maksymalny zaobserwowany stopień **redukcji stężenia NOx wyniósł 30% (przy danej powierzchni oraz w słoneczny dzień).**



## **Zabezpieczenie prawne**

Cement z dodatkiem nanometrycznego dwutlenku tytanu, wykorzystywany do produkcji betonowych elementów fotokatalitycznych jest objęty zastrzeżeniem patentowym.



Nie stwarza to jednak przeszkód do prac nad prototypowymi wyrobami z wykorzystaniem tego spoiwa.

Proponowane rozwiązanie – **indywidualnie projektowane elementy prefabrykowane z betonu fotokatalitycznego do infrastruktury kolejowej nie są objęte zastrzeżeniem patentowym.**

W przypadku wdrożenia w infrastrukturze kolejowej – planowane jest wystąpienie z wnioskiem patentowym dla opracowanych, prototypowych wyrobów.

## Korzyści

***Wprowadzenie proponowanego rozwiązania niesie za sobą korzyści dla Spółek z grupy PKP:***

- Wpisanie się w ogólnosiwiatowy trend zrównoważonego rozwoju oraz aktywną działalność z zakresu społecznej odpowiedzialności biznesu;
- Zgodnie z polityką i celami grupy PKP: poprawa jakości transportu kolejowego; działania realizowane są z zachowaniem szczególnej dbałości o środowisko naturalne zgodnie z założeniami programu POliŚ; realizuje szereg działań na rzecz ochrony środowiska; ekologia;
- Poprawę komfortu pasażerów np. oczekujących na pociąg na peronie kolejowym poprzez poprawę jakości powietrza;
- Koszty eksploatacji obniżone w stosunku do standardowych rozwiązań z uwagi na zwiększoną łatwość czyszczenia;



## Zespół



### **Skład Zespołu stanowią pracownicy Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej:**

- mgr inż. **Cezary Kraśkiewicz**, Zakład Mostów i Dróg Szynowych, Funkcja: Kierownik Projektu /Koordynator zagadnień infrastruktury dróg szynowych;
- dr inż. **Wioletta Jackiewicz-Rek**, Zakład Inżynierii Materiałów Budowlanych, Funkcja: Koordynator zagadnień inżynierii materiałowej;
- mgr inż. **Karol Chilmon**, Politechnika Warszawska, Zakład Inżynierii Materiałów Budowlanych, Funkcja: Koordynator ds. badań;
- mgr **Andrzej Długołęcki**, Dział Rozwoju, Funkcja: Koordynator zagadnień organizacyjnych związanych z realizacją projektów B+R;



### **Deklaracje współpracy ze strony potencjalnych partnerów z przemysłu:**

- Budimex SA (Dział Innowacji), Tines Rail SA.



**Wydział  
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA





## Konkurencyjność rozwiązania

**Proponowane rozwiązania stanowią prototypowe wyroby i nie posiadają konkurencji rynkowej. Za ich konkurencję można jedynie uznać standardowe prefabrykowane elementy betonowe.**

**Główne wyróżniające cechy to:**

- ograniczenie stężenia niebezpiecznych związków w powietrzu;
- technologia pasywna (nie potrzebuje zewnętrznego źródła zasilania);
- elementy wykonane w tej technologii cechują się także zdolnością do samooczyszczania (obniżenie kosztów eksploatacyjnych);
- produkcja takich elementów może być wykonywana na takich samych liniach produkcyjnych jak tradycyjnych elementów betonowych (ograniczenie kosztów wdrożenia).

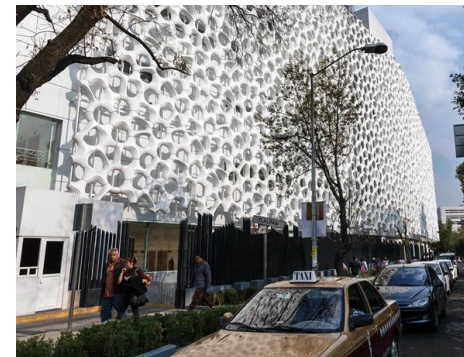
**Z betonu fotokatalitycznego, proponowanego w jako materiał elementów prefabrykowanych dla polskiej kolei wykonano na świecie kilka spektakularnych obiektów:**



Kościół Dives in Misericordia w Rzymie  
(źródło: <http://www.arcvision.org>)



Pawilon na EXPO 2015 Mediolan  
(źródło: <https://envirotecmagazine.com>)



Hospital General w Mexico City  
(źródło: <https://www.smart-magazine.com>)

## Koszty



Opracowanie koncepcji prototypowego wyrobu wraz z walidacją:  
**20 ÷ 50 tys. zł** (w zależności od wyrobu).

Certyfikacja pod kątem zastosowania na polskiej kolei:  
**10 ÷ 20 tys. zł** (w zależności od wyrobu).

Plan marketingowy oraz usługi prawne związane z uzyskaniem patentu:  
**30 tys. zł**

**Koszty eksploatacji obniżone w stosunku do standardowych rozwiązań z uwagi na zwiększoną łatwość czyszczenia;**

### **Wycena pomysłu**

Wartość licencji określona na podstawie kosztów odtworzeniowych: **300 tys. zł.**

## Przyszłość rozwiązania



Czas potrzebny do wdrożenia: ~ 12 ÷ 30 *miesięcy* (w zależności od wyrobu).

Czas ten uwzględnia prace badawczo-rozwojowe, które niezbędne są do zaprojektowania i opracowania technologii wykonania poszczególnych elementów z betonu fotokatalitycznego.

Przewiduje się również prace związane z procesem certyfikacji pod kątem zastosowania na polskiej kolei.

Dziękuję za uwagę!

Cezary Kraśkiewicz

c.kraskiewicz@il.pw.edu.pl, tel. 698 325 838