

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

13-15 listopada 2019 r.



Beton – aktywny materiał w ochronie powietrza

Krzysztof Szerszeń

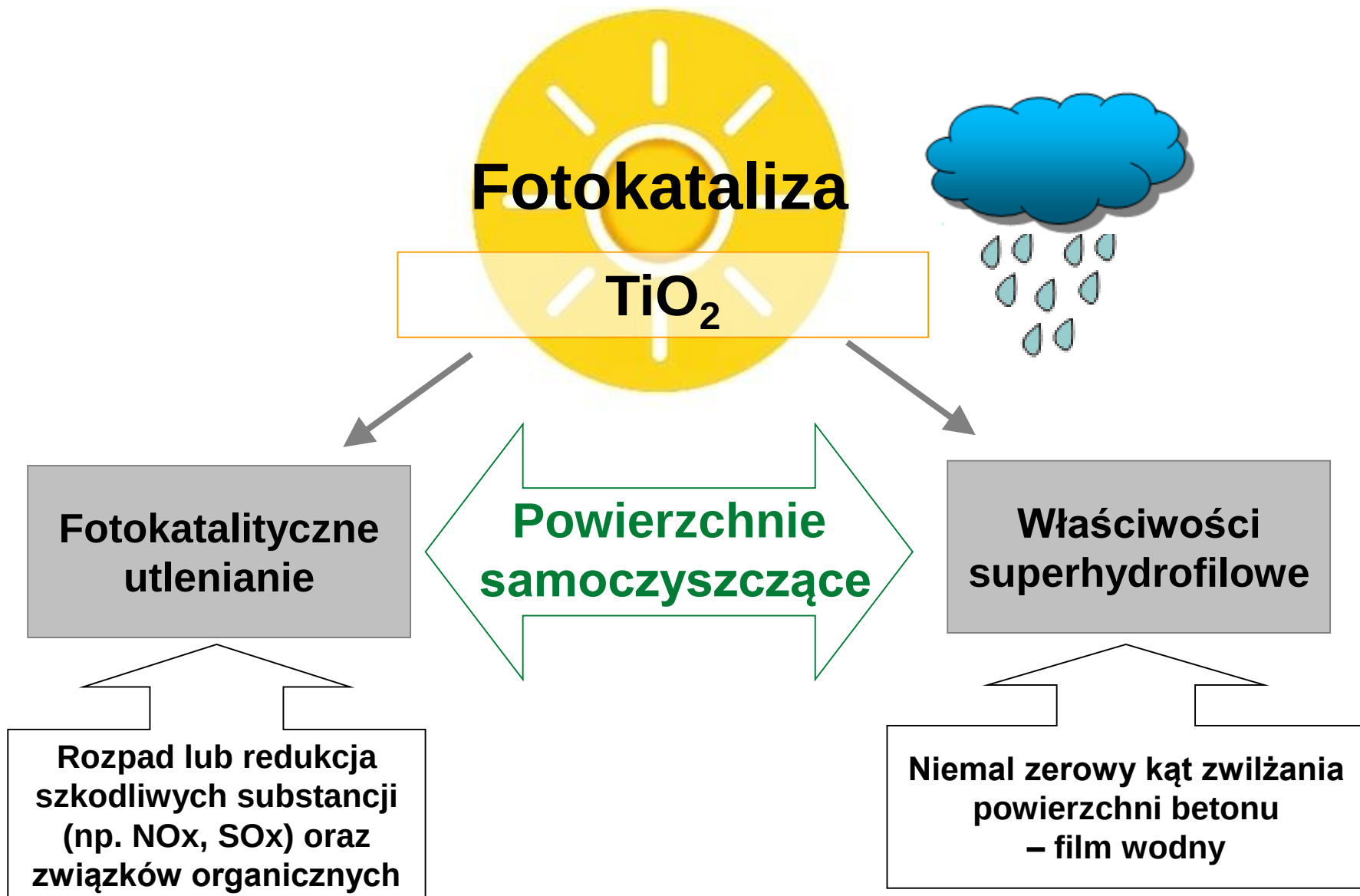
Koordynator ds. Badań i Rozwoju Produktów Geotechnicznych

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

Kraków, 13 – 15 listopad 2019

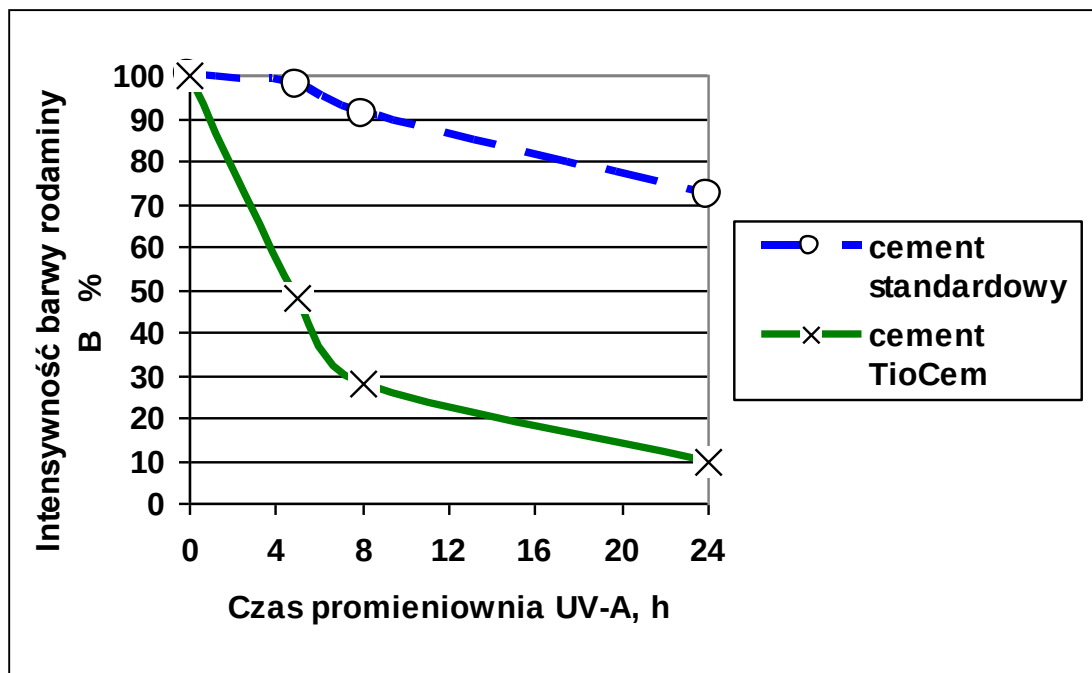
- **Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych**
- **TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym**
- **Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®**
- **Podsumowanie**

Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych



Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Test przebarwienia rodaminą – B jako kryterium efektywności fotokatalitycznej cementu TioCem®



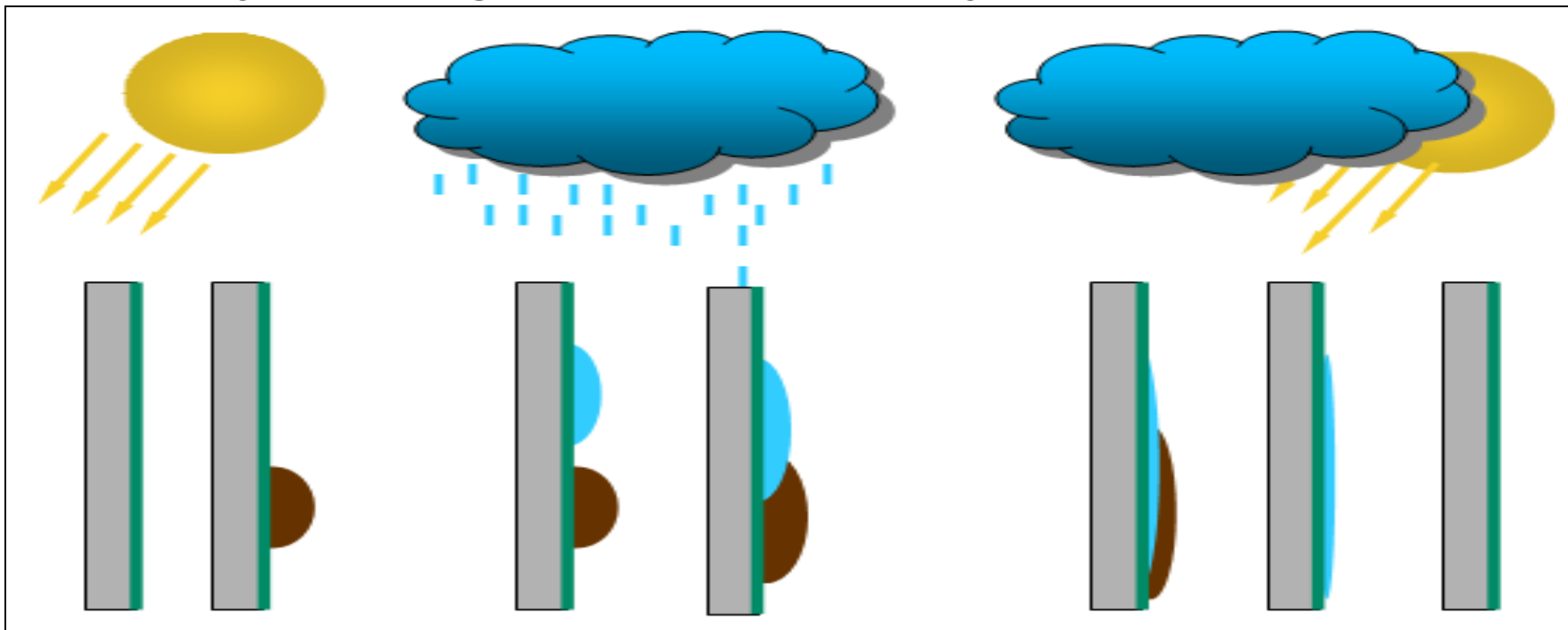
Badanie wg normy UNI 11259:2007



Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Superhydrofilowe właściwości betonu na bazie cementu TioCem®

- maleje kąt zwilżania powierzchni dwutlenku tytanu TiO_2
- na powierzchni dwutlenku tytanu woda nie tworzy kropeł
- powstanie cienkiego filmu wodnego
- płaszczyzna poślizgu dla usuwania zanieczyszczeń



Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

■ Hydrofilowe właściwości betonu samoczyszczącego

- rodzaj zanieczyszczenie – olej

standardowa płytki (po lewej)

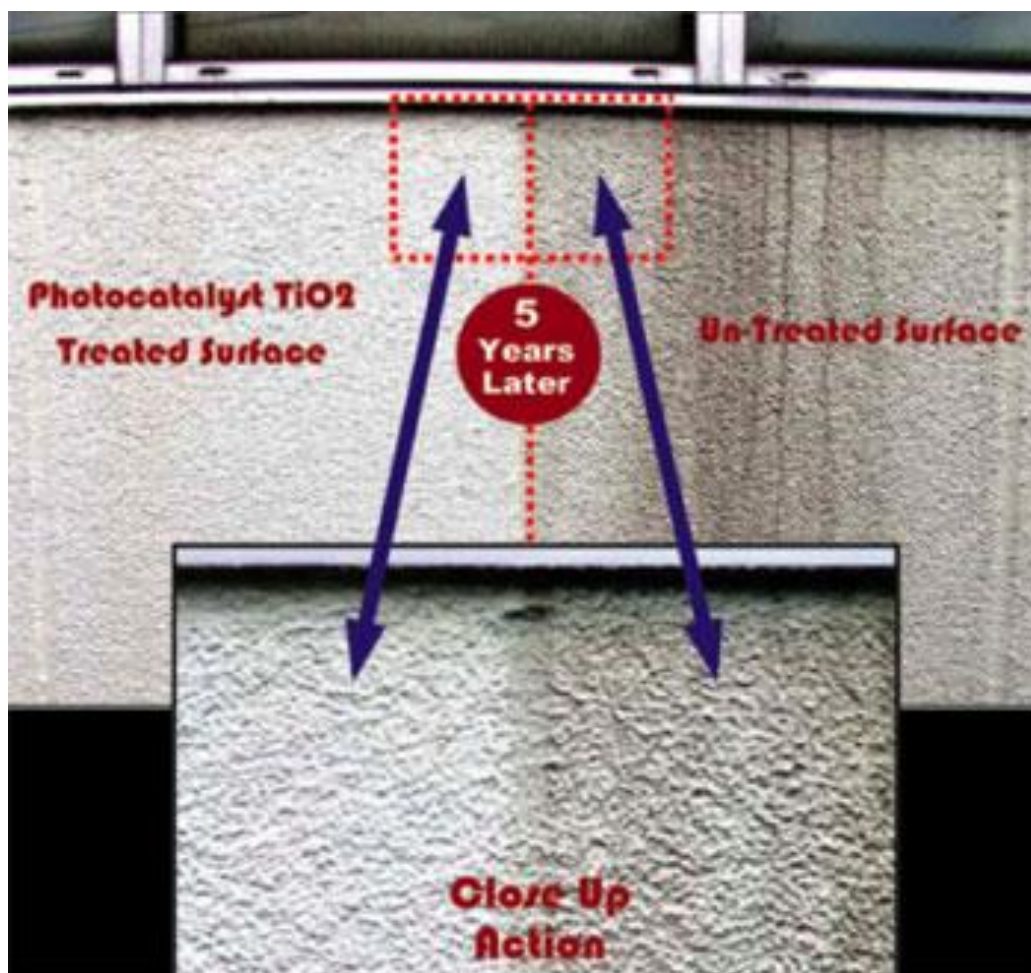
płytki z TiO_2 (po prawej stronie)



źródło: Pieter EMBRECHTS „Cement deels vervangen door hoogovenslakken in zelfverdichtend beton”

Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

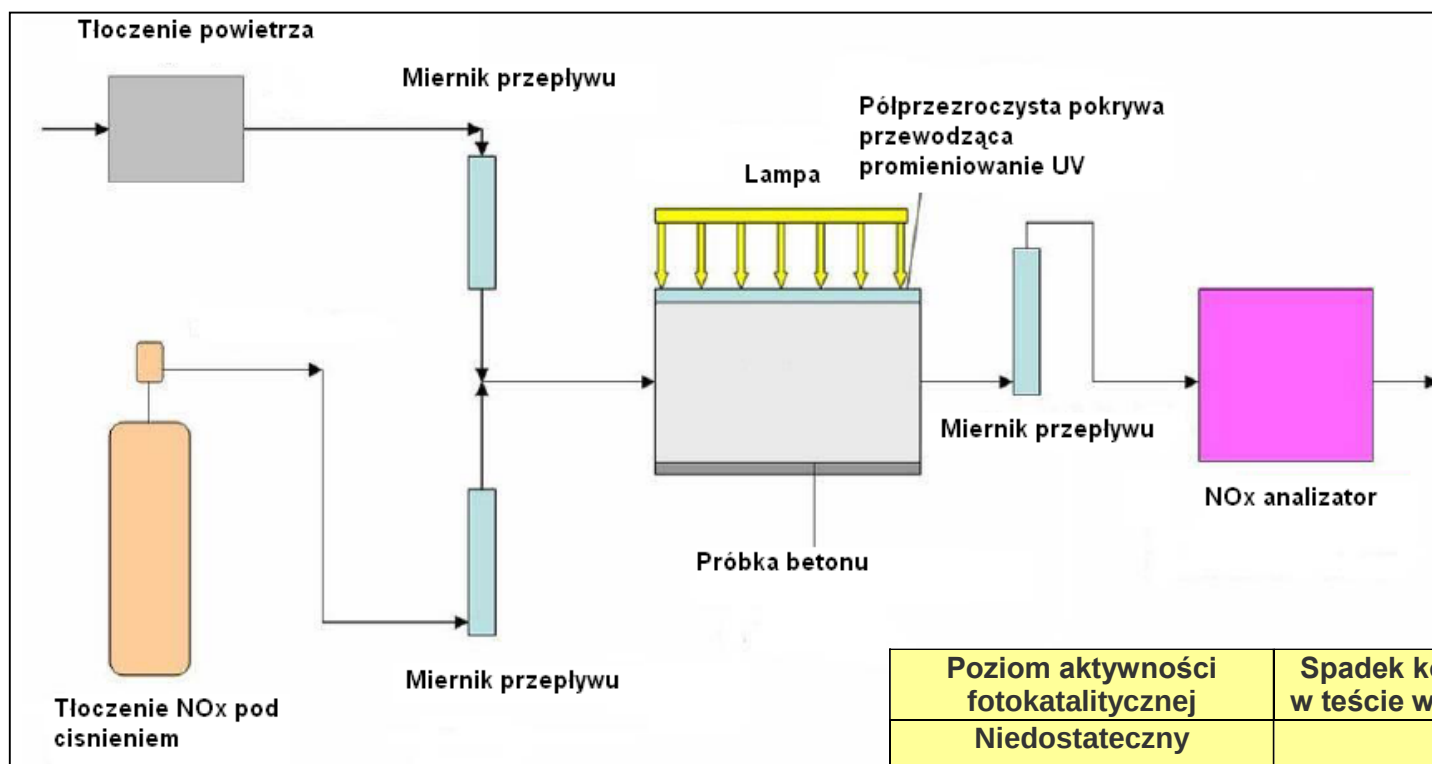
■ Efekt zastosowania betonu samoczyszczącego



źródło: <http://www.goldenline.pl/forum/160855/beton-architektoniczny-scc>

Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Redukcja zawartości tlenków azotu NO_x w powietrzu Test i wymagania normowe



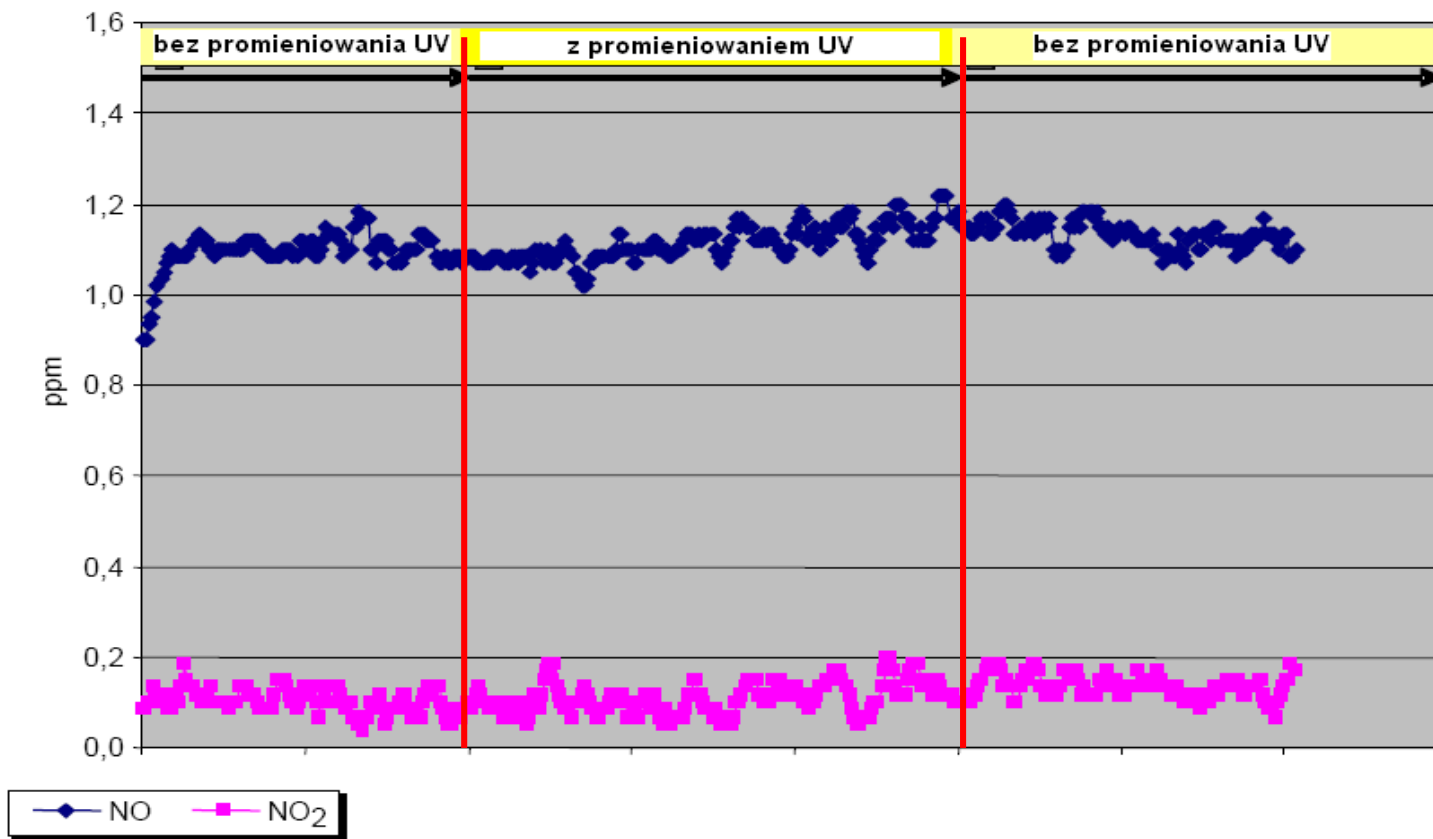
Poziom aktywności fotokatalitycznej	Spadek koncentracji tlenków NO _x w teście wg normy UNI-11247:2007
Niedostateczny	< 12 %
Średni	12-20 %
Wysoki	20-25 %
Bardzo wysoki	> 25 %

Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Przepływ tlenków azotu NO_x przez próbkę betonu

Przykład 1: Beton zwykły

UV int = $900 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ Przepływ powietrza = $1 \text{ l}/\text{min}$; NO_x start = 1 ppm

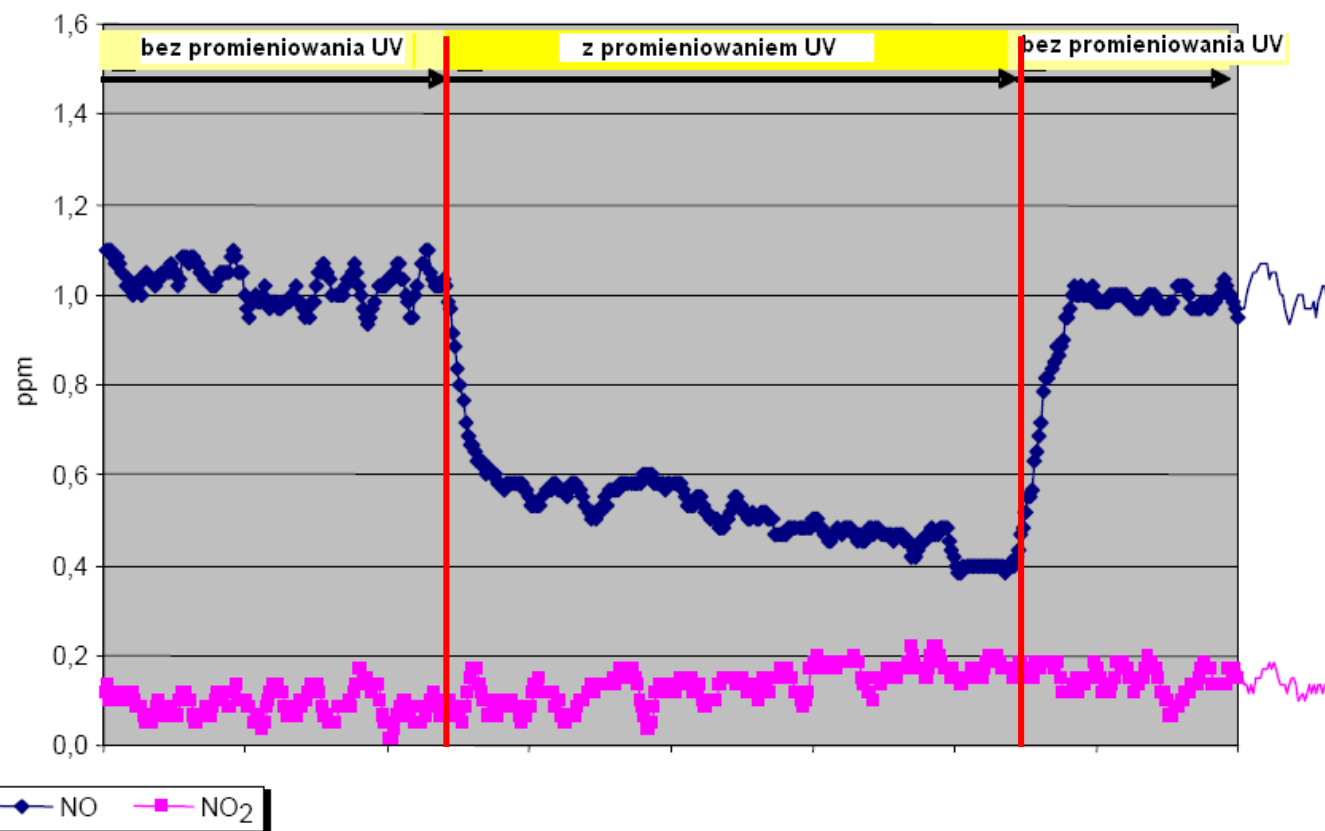


Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Przepływ tlenków azotu NO_x przez próbkę betonu

Przykład 2: Beton fotokatalitycznie aktywny z cementem TioCem

UV int = $900 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ Przepływ powietrza = 1 l/min; NO_x start = 1 ppm

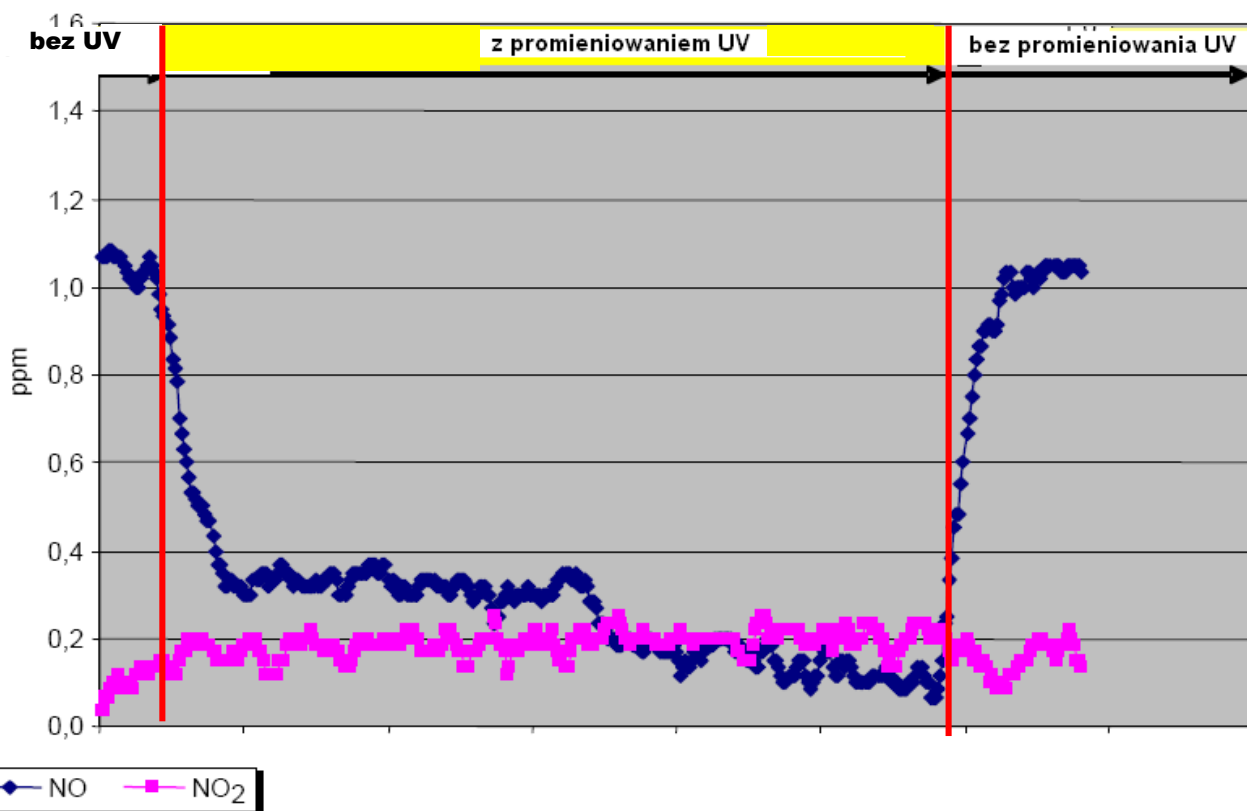


Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych

Przepływ tlenków azotu NO_x przez próbkę betonu

Przykład 3: Beton fotokatalitycznie aktywny z cementem TioCem

UV int = $1,800 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ Przepływ powietrza = $1 \text{ l}/\text{min}$; NO_x start = 1 ppm



Znak jakości - TX Active®

- TX Active® - opatentowana technologia stosowania TiO_2 do produkcji spoiw, zapraw, elementów betonowych i betonu
- Technologia TX Active® zawiera wymagania, które musi spełniać produkt z dodatkiem TiO_2
- Umieszczenie oznakowania  jest prestiżową deklaracją producenta
 - produkuje on ekologiczny materiał, spełniający wymogi ochrony człowieka i środowiska,
 - stosuje zaawansowaną technologię redukującą zanieczyszczenie powietrza
 - produkowane elementy w znaczący sposób podnoszą jakość życia

Poziom aktywności fotokatalitycznej	Spadek koncentracji tlenków NO_x w teście wg normy UNI-11247:2007
Niedostateczny	< 12 %
Średni	12-20 %
Wysoki	20-25 %
Bardzo wysoki	> 25 %



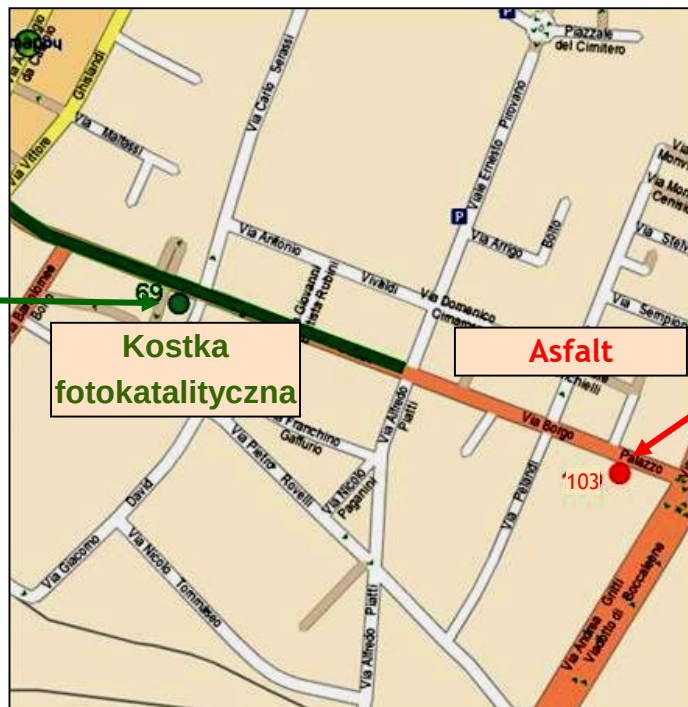
VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

Kraków, 13 – 15 listopad 2019

- **Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych**
- **TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym**
- **Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®**
- **Podsumowanie**

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Praktyczne zastosowanie fotokatalitycznej kostki brukowej do redukcji tlenków azotu NOx – ulica „Via Borgo Palazzo” w Bergamo

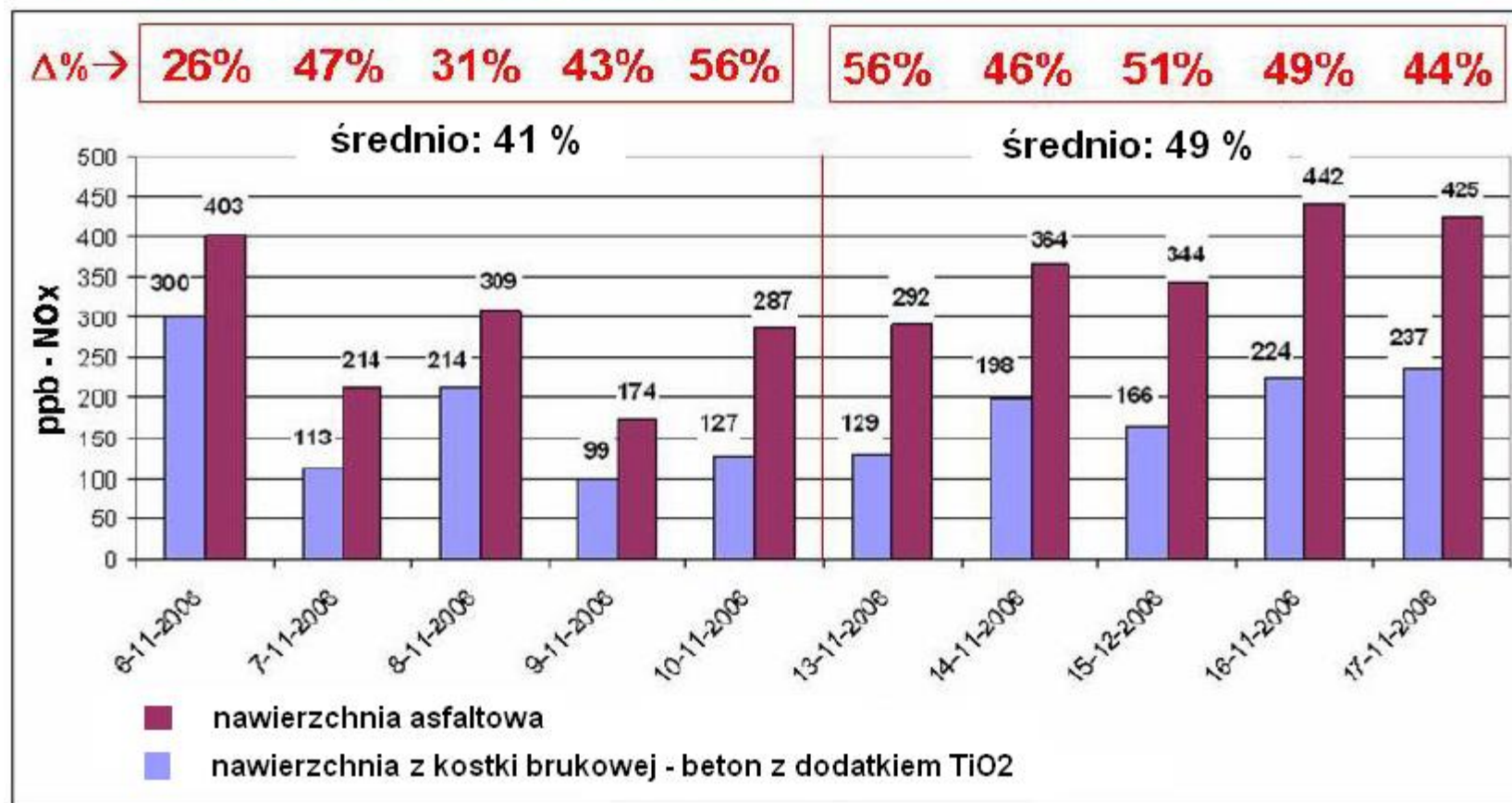


- 400 samochodów/godzinę
- 7 000 m² fotokatalitycznej kostki

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Praktyczne zastosowanie dwutlenku tytanu TiO_2 do redukcji tlenków NO_x
nawierzchnia z kostki brukowej "Via Borgo Palazzo" w Bergamo

$\Delta\%$ → Spadek zawartości NO_x - średnie wartości z 8 godzinnego pomiaru



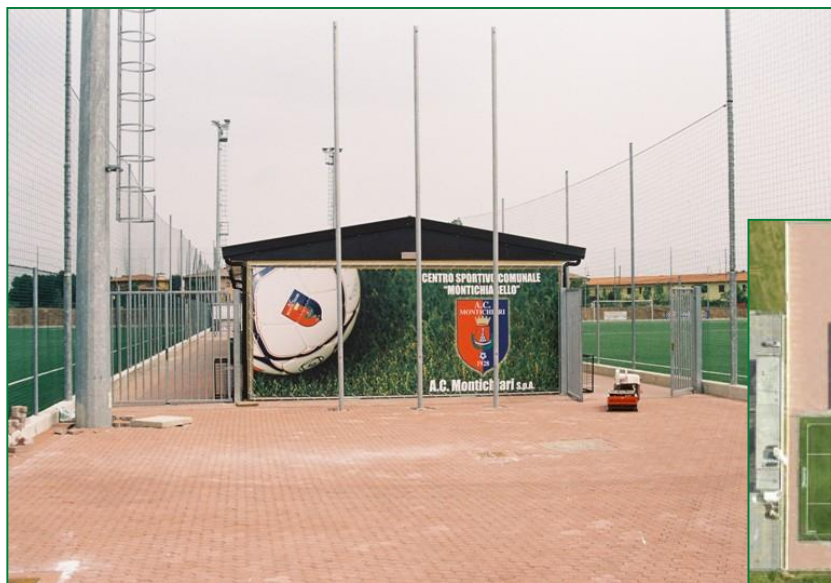
Source: C.L. Guerrini et al., RILEM Symposium in Florence (2007)

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Przykłady realizacji nawierzchni z fotokatalitycznej kostki brukowej



- Centrum sportowe „Centro sportivo Montichiarello”, Montichiari (Włochy)



archilovers.com

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Przykłady realizacji nawierzchni z fotokatalitycznej kostki brukowej



- Nawierzchnia drogi i rondo, Cornaredo (Włochy)



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Przykłady realizacji nawierzchni z fotokatalitycznej kostki brukowej

- Ścieżka rowerowa i chodnik, ul. Łużycka, Zielona Góra



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Przykłady realizacji nawierzchni z fotokatalitycznej kostki brukowej

- Ścieżka rowerowa i chodnik, ul. Witosa, Nowa Sól



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

■ Autostrada 141, Chesterfield (obszar St. Louis) – Missouri (USA)

Pierwsze zastosowanie betonu TX Active na autostradzie.



Beton TX Active

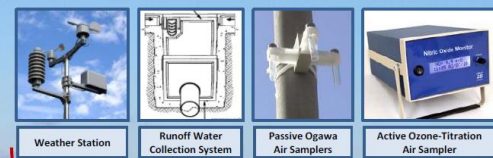
Beton zwykły

Podbudowa

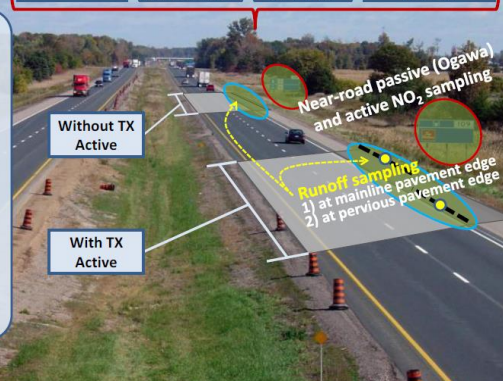


Przekrój drogi

TX Active Pavement Environmental Assessment



- Demonstration evaluation of TX Active drive lanes and pervious concrete shoulder environmental (air & water) beneficial impacts
- Storm runoff event water quality testing throughout an 18-month test period
- Long-term air quality testing using Ogawa time-integrated passive NO₂ analysis during an 18-month test period
- Complementary short-term air quality NO₂ testing using active/real-time ozone titration method

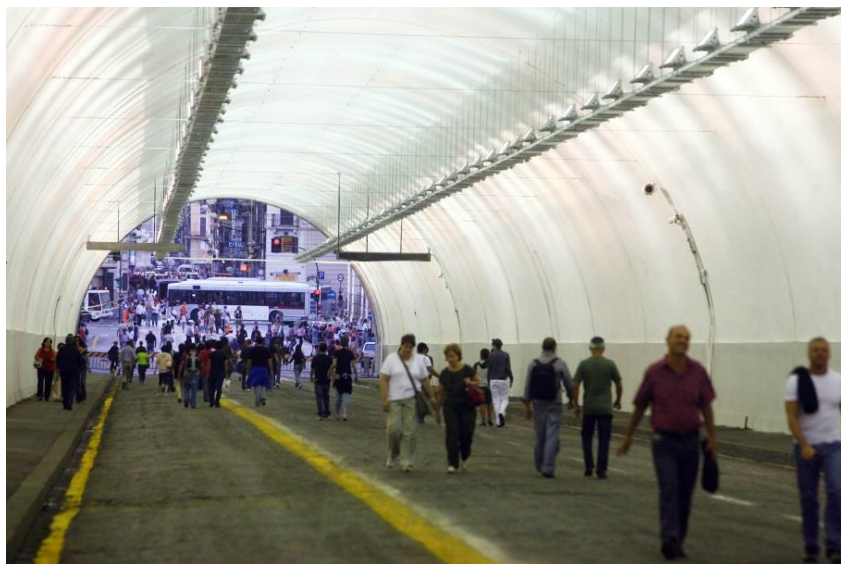


Source: <http://home.eng.iastate.edu/~jea/TX-Active-Project>

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

■ Tunel Umberto I (Rzym)

- dł.350 m, szer.17m, wys.8,5 m
- ≈ 1100 samochodów/godzinę
- okładziny tunelu w technologii TX Active®
- Efekt:
 - ponad 20% redukcja NOx



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

■ Tunel Umberto I (Rzym)

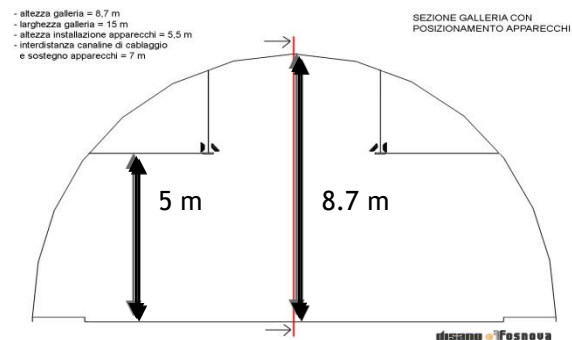


przed



po

- redukcja NOx
- poprawa jakości powietrza
- czyste i jasne wnętrze
- poprawa bezpieczeństwa



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Badanie skuteczności redukcji stężenia NO_x w powietrzu przez beton fotokatalityczny z wykorzystaniem technologii TX ACTIVE na budowie SKANSKA PROPERTY POLAND Sp. z o.o. - GENERATION PARK w Warszawie

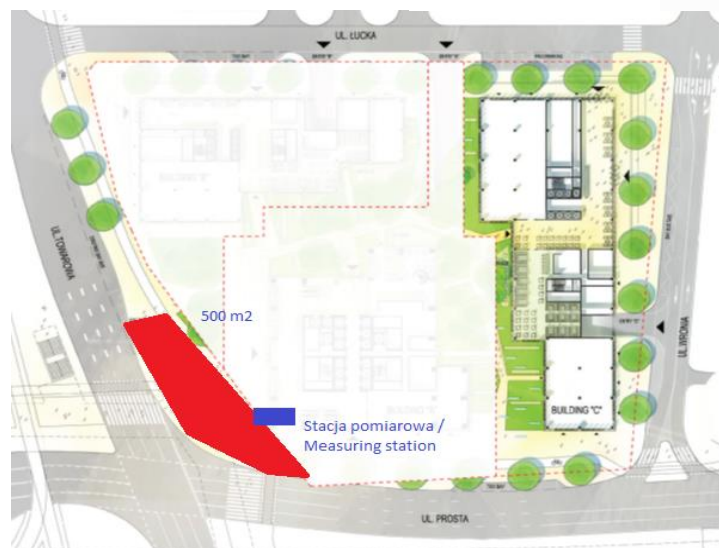


SKANSKA



Institut Geofizyki
Polskiej Akademii Nauk

GÓRAŹDŹE CEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group



TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Cel badań:

Określenie poziomu redukcji stężenia NO_x wykonano na odcinku pilotażowym około 350 m² w przestrzeni miejskiej.

Oczekiwany wynik:

Redukcja NO_x w badanym obszarze o minimum **15%**

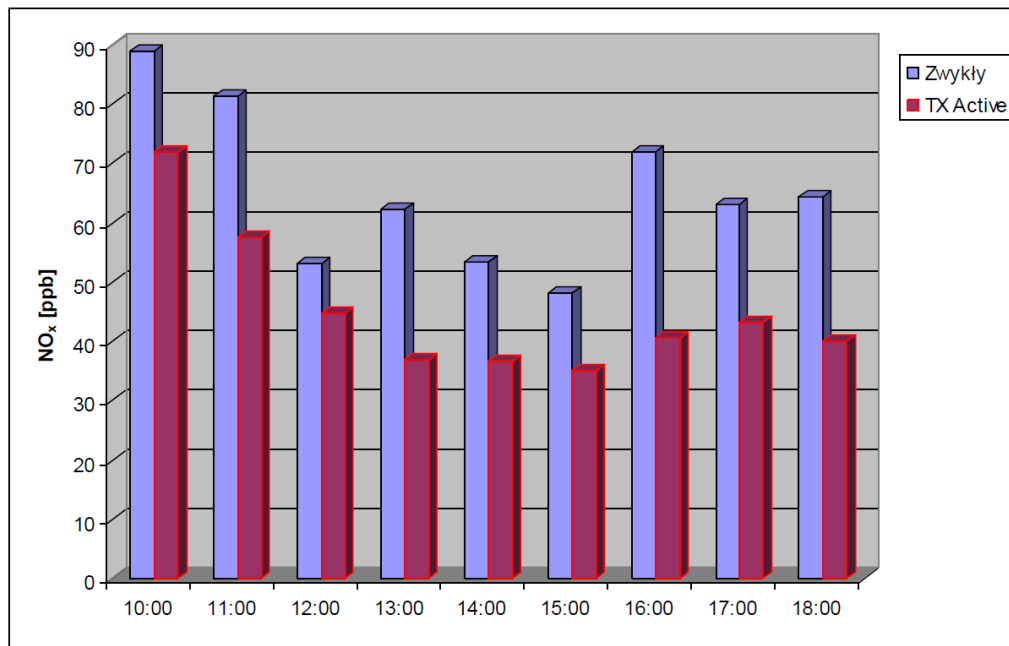


Stacja pomiarowa

TX Active chodnik

TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym

Wynik:



	Chodnik ze zwykłej kostki			Chodnik z kostki fotokatalitycznej		
ppb	NO	NO2	NOx	NO	NO2	NOx
Średnia	32,3	33,0	65,2	20,8	24,4	45,2
Odch st	9,7	5,2	13,5	7,9	4,5	12
Różnica względem zwykłego chodnika				36%	26%	31%

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

Kraków, 13 – 15 listopad 2019

- **Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych**
- **TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym**
- **Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®**
- **Podsumowanie**

Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®

- Beton architektoniczny

- Dachówka

- Nawierzchnie dróg

- Okładziny ścian tuneli

- Ekrany akustyczne

- Drogowe bariery bezpieczeństwa

- Elementy fasadowe



TX Active® w betonie architektonicznym

■ Kościół Dives in Misericordia

Włochy, Rzym (2002)

Projektant **Richard Meier**

Betonowe ściany w kształcie żagli wykonane z prefabrykowanych segmentów białego betonu. Pomiary fotometryczne pokazują, że nawet po więcej niż 10 lat od budowy, oryginalny odcień bieli na ścianach zachowuje prawidłowe parametry.



arcvision.org

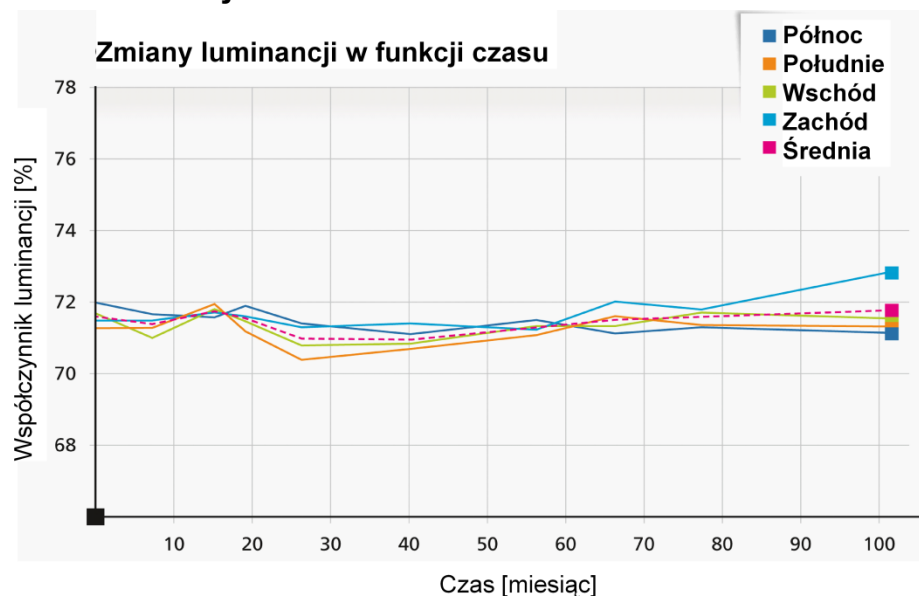


TX Active® w betonie architektonicznym

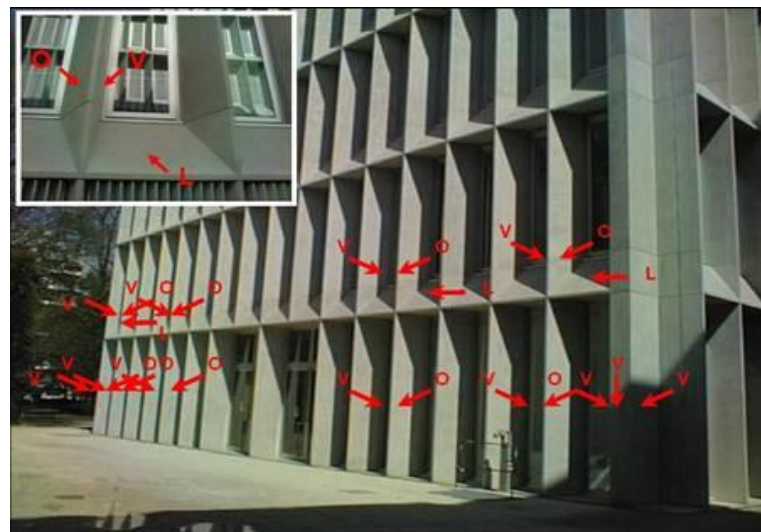
■ Budynek „Cité de la Musique et des Beaux-Arts”

Francja, Chambéry (2003)

Prefabrykowane płyty szarego betonu. Ciągły monitoring kolorymetryczny, by sprawdzić spójność kolorów w czasie. Obejmuje 191 punktów pomiarowych, rozmieszczony na każdej z elewacji.



www.constructioncayola.com



TX Active® w betonie architektonicznym



Vodafone Village (Mialn)



Dyrekcja Morocco
Cement (Casablanca)



Element mostu
(Minneapolis)



Szpital im. Manuela Gea Gonzáleza,
(Mexico City)



Pawilon Palazzo Italia - Expo 2015

Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active

■ Ekran dźwiękochłonny - Projekt KMZEROROAD



panele fotowoltaiczne



Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®

■ Rzeźba

Wielka Brytania, Dundee

Projektant Matthew Dalziel i Louise Scullion

Pierwszy samochód oczyszczający powietrze.

13,6 t rzeźba wykonana z betonu na bazie cementu TioCem®



VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

Kraków, 13 – 15 listopad 2019

- **Właściwości fotokatalityczne powierzchni betonowych**
- **TX Active® w kostce brukowej i betonie nawierzchniowym**
- **Inne kierunki zastosowania TioCem® i TX Active®**
- **Podsumowanie**

Podsumowanie

Substancje zmniejszone lub wyeliminowane poprzez fotokatalizę

Oczyszczanie powietrza:

- Tlenków azotu (**NO_x**) - głównym elementem w tworzeniu kwaśnych deszczów, toposferycznego ozonu (smog),
- Tlenki siarki (**SO_x**) - składnik kwaśnych deszczy i szkodliwych siarczanów.
- Lotne związki organiczne (**VOC**) - benzen i toluen.
- Amoniak - **NH₃**.
- Tlenek węgla.
- Chlorki organiczne, aldehydy.

Samooczyszczenie:

- sadzy, brudu i cząstek organicznych,
- pleśni, grzybów i ich zarodników,
- glony, bakterie i alergeny,
- dymu tytoniowego.



Sebastian Borowski / Fakt_redakcja_zrodlo

Podsumowanie



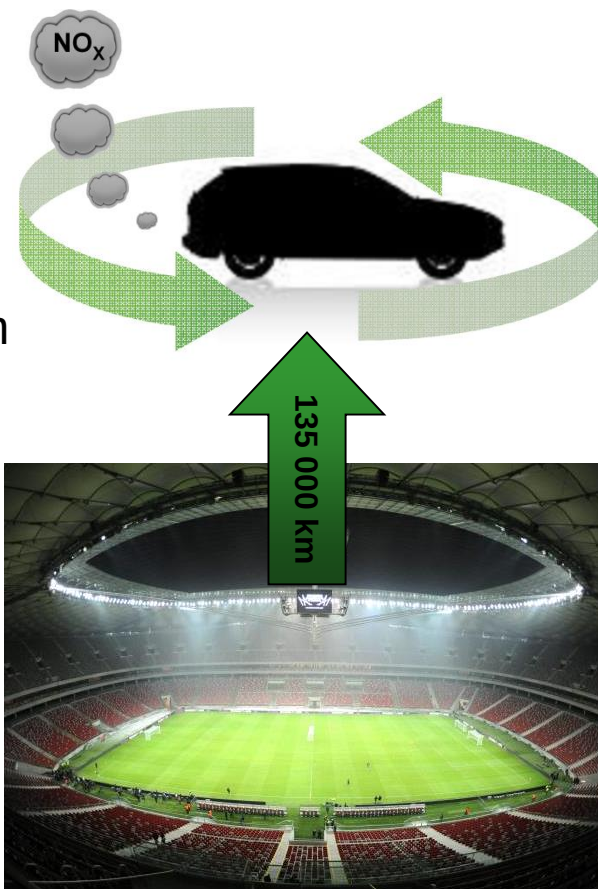
Powierzchnia stadionu 7140 m² wykonana z kostki betonowej na bazie cementu TioCem® może w ciągu jednego roku oczyścić powietrze z NO_x wyemitowanych przez samochód przejeżdżający ok. **135 000 km/rok**

Założenia

- średnia szybkość utleniania: 3,78g NO_x/m² na rok
- emisja: 200mg NO_x/km (Euro 5/diesel)
- powierzchnia murawy boiska piłkarskiego: 105 x 68m

Obliczenia

- 105m * 68m = 7 140m²
- 3,78g NO_x/m² na rok * 7 140m² = 26 989g NO_x/rok
- 26 989g NO_x/rok : 0,2g NO_x/km = 134 946 km/rok



źródło: fot. PAP/Bartłomiej Zborowski

Beton fotokatalityczny... krok w przyszłość!



Dziękuję za uwagę!