

Przykład analizy wyboru rodzaju nawierzchni do budowy dróg rowerowych i pieszych w terenie o charakterze rekreacyjnym

Example of analysis in choosing a surface type for constructing a segregated cycle facility and footway in a recreational area



Paweł Szczuraszek

mgr inż. budownictwa

*Biuro Inżynierii Drogowej BID s.c.,
Bydgoszcz*

biuro@bid-bydgoszcz.pl

Streszczenie: W artykule autor przedstawił przykład metody wyboru rodzaju nawierzchni do budowy dróg rowerowych i pieszych polegającej na wielokryterialnej analizie porównawczej. Następnie wybrano rodzaje nawierzchni, które najczęściej są stosowane w Europie i na Świecie oraz porównano je na podstawie przyjętych wcześniej kryteriów dotyczących charakterystyk funkcjonalnych, technicznych i ekonomicznych. W dalszej części dokonano wyboru optymalnego rodzaju nawierzchni dla konkretnego ciągu rowerowego położonego w terenie o charakterze rekreacyjnym. Analogicznie dokonano wyboru optymalnego rodzaju nawierzchni na ciągach pieszych. Na podstawie rzetelnych wyników analiz autor sformułował wnioski, które mogą być pomocne także przy doborze rodzajów nawierzchni dla ciągów rowerowych i pieszych dla innych podobnych inwestycji.

Słowa kluczowe: *Nawierzchnie; Drogi rowerowe i piesze; Analiza wielokryterialna; Analiza porównawcza*

Abstract: In the article author present a proposed method of assessing different types of segregated cycle facility and footway surfaces basing on multiple-criteria decision analysis. Subsequently, surface types most commonly used in Europe as well as around the world were chosen and compared basing on the previously established criteria regarding functional, technical and economical characteristics. Further on, an optimal surface type was chosen for a specific segregated cycle facility located in a recreational area. Similarly, an optimal surface type for footways was chosen. Basing on the reliable results of the analyses, author formulated conclusions which can be helpful in choosing the appropriate surface type for segregated cycle facilities and footways in different but similar projects.

Keywords: *Surfaces; Segregated cycle facilities; Footways; Multiple-Criteria Decision analysis; Comparative analysis*

Obecnie przy większości realizowanych inwestycjach w naszym kraju, towarzyszy im infrastruktura związana z drogami pieszymi i rowerowymi. Budowa dróg rowerowych podyktowana jest między innymi coraz większą świadomością społeczną znaczenia ruchu fizycznego na nasze zdrowie, coraz większą konkurencyjnością roweru w zakresie czasu podróży przy obecnie mocno przeciążonych ulicach ruchem samochodowym oraz z propagowaniem ochrony środowiska. Jednakże wciąż sprawą sporną pozostaje wybór rodzaju nawierzchni takiej drogi, gdyż doświadczenia naszego kraju pod tym względem są stosunkowo skromne. Liczba ścieżek rowerowych w naszym kraju, w porównaniu do krajów europejskich, jest wciąż na poziomie minimalnym.

W miastach europejskich o najlepszej promocji transportu rowerowego wykorzystanie roweru w podróżach przekracza 30%, w Polsce kształtuje się to na poziomie zaledwie kilku procent [1].

Natomiast przy realizacji chodników, zarówno na etapie projektowania, jak i późniejszego wykonawstwa, można zaobserwować w wielu przypadkach, iż głównym czynnikiem jakim kieruje się inwestor przy ich budowie lub przebudowie, oprócz kosztów, jest ich wygląd, dopasowanie do otoczenia. Na drugim planie natomiast stawiane są takie cechy jak: łatwość poruszania się przez osoby starsze, czy kobiety na obcasie, wytrzymałość nawierzchni, efektywne utrzymanie zimowe i letnie, bezpieczeństwo.

Obecnie ramy prawne (*Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lutego 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie Dz.U. z 1999r. Nr 43 poz. 430*) nie wskazują jednoznacznie konstrukcji nawierzchni ścieżek rowerowych oraz chodników, przywołują jedynie projektowanie indywidualne lub wg katalogów typowych konstrukcji. Jednakże są to jedynie zalecenia, a nie sztywne wytyczne. Istnieje zatem możliwość stosowania innych konstrukcji nawierzchni, dobierając je odpowiednio do realizowanego zadania.

Prawidłowy dobór nawierzchni, już na etapie projektowania, ma kluczowe znaczenie na aspekty funkcjonalne, techniczne i ekonomiczne. W

niniejszym artykule autor przedstawił dyskusję oraz próbę wielokryterialnej oceny różnych nawierzchni możliwych do zastosowania na drogach przeznaczonych dla rowerzystów i pieszych, pozwalającej na wybór w miarę najlepszego rodzaju nawierzchni. Analiza została wykonana przez autora na potrzeby budowy dróg rowerowych i pieszych w Parku Centralnym położonym w Olsztynie. Ze względu na występujące tam niekorzystne warunki gruntowo - wodne, założono konieczność wykonania trwałej podbudowy i odpowiedniego wzmocnienia podłoża, co było punktem wyjścia w analizie.

Metoda wielokryterialnej oceny polegała na uwzględnieniu w ocenie wyboru najkorzystniejszej nawierzchni wielu aspektów użytkowych budowy i eksploatacji nawierzchni. Dla każdego z kryteriów (łącznie wyznaczono 10) dokonano oceny na podstawie konkretnych danych wynikających z dotychczasowych doświadczeń eksploatacyjnych, bądź eksperymentalnych, w ujęciu liczbowym w skali od 1 do 10, w sposób subiektywny (najniższa ocena = 1, najwyższa = 10). Dla wszystkich kryteriów przyjęto przy tym jednakową wagę, stąd ocenę ostateczną danego rodzaju nawierzchni stanowiła bezpośrednio suma ocen cząstkowych dla poszczególnych kryteriów. Natomiast za najkorzystniejszą nawierzchnię uznano tę dla której uzyskano największą sumę punktów.

Do analiz przyjęto kryteria dotyczące następujących charakterystyk funkcjonalnych, technicznych i ekonomicznych dotyczących dróg rowerowych i pieszych:

- 1) Zużycie energii przez jej użytkowników.
- 2) Komfort podróżowania.
- 3) Koszty budowy.
- 4) Utrzymanie w sezonie letnim i zimowym.
- 5) Problemy realizacyjne i eksploatacyjne.
- 6) Dostępność.
- 7) Bezpieczeństwo publiczne.
- 8) Estetyka.
- 9) Opinie społeczne oraz doświad-

czenia krajowe i zagraniczne w stosowaniu różnych rodzajów nawierzchni.

W celu wykonania powyższej analizy wielokryterialnej przeprowadzono obserwacje terenowe, które obejmowały:

- rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych;
- monitoring istniejącego zagospodarowania terenu;
- obserwacje dotyczące wielkości ruchu pieszego oraz rowerowego w pobliskim otoczeniu analizowanego terenu;
- wywiad bezpośredni z mieszkańcami pobliskiego terenu dotyczący preferencji rodzaju nawierzchni na drogach rowerowych i pieszych pod względem ich użyteczności i komfortu podróżowania oraz wpływu zastosowania różnych rodzajów nawierzchni na estetykę oraz na ich wkomponowanie się w obszar parku.

Ocena wybranych rodzajów nawierzchni dróg rowerowych

Wybór rodzajów nawierzchni do analizy

Obecnie w Europie i na Świecie do budowy ścieżek rowerowych stosuje się najczęściej następujące nawierzchnie:

1. asfaltowe - SMA;
2. "asfaltowe" z dodatkiem pigmentu koloryzującego;
3. z betonowej kostki brukowej fazowanej;
4. z betonowej kostki brukowej niefazowanej;
5. z płyt betonowych;
6. betonowe;
7. żywiczne lub betonowe z dodatkiem żywic;
8. z materiałów niezwiązanych (np. tłuczeń, żwir).

Zużycie energii przez użytkowników

Istotnym elementem dla użytkowników ścieżek rowerowych są opory toczenia. Rowerzyści chętniej będą poruszać się po ścieżkach równych, które nie wymagają wkładu dużej energii. Nawierzchnie asfaltowe, z betonu cementowego oraz z żywicy

wydają się być pod tym względem najbardziej korzystne. Opory toczenia są najmniejsze, a przy prawidłowym wykonaniu nawierzchnia taka rzadko ulega deformacji, pozostając przez lata wytrzymała i regularna. Betonowa kostka brukowa powoduje dużo większe opory toczenia, co oznacza, że przy użyciu tej samej energii rowerzysta przebędzie krótszy odcinek niż na wymienionych nawierzchniach[2].

Rzadziej spotykaną w naszym kraju nawierzchnią na ścieżkach rowerowych jest nawierzchnia z betonu cementowego. Charakteryzuje się również stosunkowo niskimi oporami toczenia, pod warunkiem że spojenia (szczeliny dylatacyjne oraz spojenia konstrukcyjne) są wykonane z dużą dbałością. Podobnie rzadko spotykanym materiałem do budowy nawierzchni są płyty betonowe. Niestety stwarzają one dużo mniej wygodną dla ich użytkowników podróż, niż ciągła i równa nawierzchnia asfaltowa, żywiczna czy z betonu cementowego[3].

Nawierzchnią stosowaną również na ścieżkach rowerowych, choć już coraz rzadziej, jest nawierzchnia nieutwardzona, naturalna, szczególnie w obszarach leśnych czy w parkach. Najczęściej stosuje się do tego żwir stabilizowany mechanicznie i klinowany o trzech średnicach (ok. 15, 22, 32 mm). Opory toczenia jakie napotyka użytkownik podczas jazdy są znacznie większe niż na nawierzchniach asfaltowych czy z betonu cementowego lub z żywicy, sięgają od 150 do nawet 200% [4].

Porównanie poszczególnych rodzajów nawierzchni dróg rowerowych pod kątem zużycia energii przez ich użytkowników oraz zasięgu długości podróży przy podobnych wydatkowaniu energii przedstawiono w tabeli 1. [5]

Komfort podróżowania

Kluczowym elementem wpływającym na atrakcyjność i komfort podróżowania drogami rowerowymi są wibracje na jakie jest narażony rowerzysta. W tym aspekcie nawierzchnia z fazowanej betonowej kostki brukowej

powoduje znacznie większy dyskomfort podróżowania, niż warstwa z nawierzchni gładkich, np. asfaltowych. Zostało to jednoznacznie zbadane za pomocą przemysłowych narzędzi badawczych (homologowany akcelerometr umieszczony na kierownicy i siodełku roweru). Badanie to zostało przeprowadzone w Warszawie przez Biuro Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m. st. Warszawy, Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk. Według tych badań gładkie nawierzchnie są optymalnym rozwiązaniem dla zdrowia i komfortu rowerzystów, zaś długotrwała jazda rowerem po nawierzchniach z betonowej kostki brukowej fazowanej może powodować nawet zagrożenie zdrowia ich użytkowników [2].

Pod względem komfortu podróżowania niekorzystna jest też nawierzchnia z płyt betonowych, głównie z powodu występujących dużych rozmiarów spoin między płytami, a często także uskoków między nimi. Z kolei nawierzchnie z materiałów niezwiązanych, tj. żwiru, tłuczni są najmniej komfortowe do jazdy, w konsekwencji najmniej lubiane przez użytkowników dróg rowerowych. W okresie letnim uciążliwy może stać się dodatkowo unoszący się kurz, a w porze jesienno-zimowej - zalegający deszcz i śnieg. Wibracje jakie odczuwa rowerzysta w czasie jazdy są znacznie większe nawet niż na nawierzchniach z betonowej kostki brukowej fazowanej.

Biorąc pod uwagę wysoki komfort podróżowania za najkorzystniejsze rodzaje nawierzchni można uzyskać zapewne nawierzchnie asfaltowe, z betonu cementowego i z żywic. Prawidłowo ułożone charakteryzują się dużą równością podłużną.

W tab. 2 zestawiono właściwości pod względem równości różnych rodzajów nawierzchni dróg rowerowych wg [5].

Koszty budowy

Na koszty budowy ścieżek rowerowych składa się wiele czynników, takich jak rodzaj użytego materiału,

Tab. 1. Porównanie zużycia energii i dostępnego na rowerze obszaru w zależności od rodzaju nawierzchni (na podstawie [5])

Rodzaj Nawierzchni	Zużycie energii przez rowerzystę	Dostępny obszar przy podobnym wydatkowaniu energii
Asfaltowa równa	100%	100%
Nierówna asfaltowa	120%	70%
Betonowa kostka brukowa niezafazowana	130%	60%
Betonowa kostka brukowa fazowana	140%	50%
Tłuczeń klinowany	150%	45%
Tłuczeń nieklinowany	200%	25%

dostosowanie się do warunków gruntowo - wodnych, niezbędne prace rozbiórkowe, roboty ziemne itp. Jednym z podstawowych elementów regulujących koszty jest jednak rodzaj zastosowanej nawierzchni. Od wielu lat obserwuje się utrzymujące niższe ceny nawierzchni asfaltowych w stosunku do nawierzchni z betonowej kostki brukowej. Wykonanie nawierzchni z mieszanki mineralno-asfaltowej jest także znacznie szybsze niż warstwy z betonowej kostki brukowej, która jest układana ręcznie. Dodawanie pigmentu kolorowego do mas bitumicznych, choć podnosi walory estetyczne, niestety zwiększa wyrażnie koszty budowy.

Alternatywą dla nawierzchni asfaltowych są nawierzchnie z betonu cementowego. Wybudowanie takiej nawierzchni jest dużo szybsze, a koszty niewiele większe. Ujemną stroną stosowania takiej nawierzchni jest jednak wysoki reżim technologiczny w zakresie produkcji, transportu, wbudowania mieszanki betonowej, a także zastosowania specjalistycznego sprzętu w postaci układarek do betonu. Przy zastosowaniu nawierzchni z betonu cementowego z dodatkiem żywic, tj. szybkowiążącej, reżim technologiczny jest jeszcze wyższy i większa jest też cena takiej nawierzchni.

Stosowane nawierzchnie z płyt betonowych są niepełnowartościową alternatywą dla w/w nawierzchni. Tylko w najkorzystniejszych warunkach jakość nawierzchni z płyt zbliża się do nawierzchni asfaltowych czy z betonu asfaltowego. Koszt budowy jest przy tym zbliżony do nawierzchni z kostki betonowej.

Najtańszą nawierzchnią jest oczywiście nawierzchnia z materiałów

niezwiązanych. Wykonanie warstwy nawierzchni żwirowej to koszt ponad trzykrotnie mniejszy niż z kostki betonowej i mniejszy niż nawierzchni asfaltowej.

Utrzymanie w sezonie letnim i zimowym

Istotnym aspektem przy wyborze rodzaju nawierzchni każdej drogi jest jej późniejsze utrzymanie. Nawierzchnia wybudowana z betonowej kostki brukowej jest w wielu przypadkach nietrwała, nierzadko wymaga ciągłej pielęgnacji oraz usuwania wyrastającej roślinności (szczególnie fazowana). Betonowa kostka brukowa nie jest materiałem trwałym i odpornym, wymaga w dość krótkim czasie od oddania do użytkowania regularnych napraw. Potwierdzają to przeprowadzone przez Zespół ds. Ścieżek Rowerowych w latach 2009 - 2011 audyty stanu technicznego ponad 100 km ścieżek rowerowych przy drogach krajowych w 10 województwach, z których jednoznacznie wynika, że żadna z użytkowanych ścieżek rowerowych wykonanych z betonowej kostki brukowej nie spełnia obowiązujących warunków technicznych [2]. Większość z nich kwalifikowała się do bezzwłocznego remontu, pomimo

Tab. 2. Właściwości różnych rodzajów nawierzchni dróg rowerowych pod kątem ich równości [5]

Nawierzchnia	właściwości
Asfaltowa równa	Wysoka równość podłużna, gładka
Betonowa kostka brukowa niezafazowana	Nierówna, gładka
Betonowa kostka brukowa fazowana	Nierówna, wyboista
Tłuczeń klinowany	szorstka
Tłuczeń nieklinowany	wyboista

krótkiego okresu od momentu ich wybudowania - najstarsza miała 6 lat. Betonowa kostka brukowa jest również wrażliwa na ekstremalne warunki atmosferyczne, często po okresie jesienno - zimowym tworzą się niespójności. Problemem może również stać się woda, która wnika w szczeliny między kostką, zamarzając zimą przyspiesza erozję jezdni, a częściowo nawet podbudowy. W przypadku jednak analizowanego Parku ze względu na zastosowanie odpowiednio mocnej i trwałej podbudowy, nawierzchnia z betonowej kostki brukowej powinna być nawierzchnią w miarę trwałą.

Utrzymanie nawierzchni asfaltowej, podobnie jak z betonu cementowego oraz z żywic, przy prawidłowym jej ułożeniu, nie sprawia dużo mniej problemów. Jest warstwą stosunkowo trwałą, nie wymagającą znacznych nakładów na jej remont. W okresie zimowym jest łatwa w odśnieżaniu i utrzymaniu. Przy prawidłowym uziarnieniu, dobrym wiązaniu warstwy bitumicznej i rozściełanego materiału oraz oczyszczeniu luźnego materiału, praktycznie nie występuje efekt "pocenia się" nawierzchni przy ekstremalnie wysokich temperaturach. Problem może pojawić się przy niewłaściwym ułożeniu warstwy. Taka nawierzchnia w okresie letnim uplastycznia się, co może powodować trwałe odkształcenia.

Zapewne duże problemy przy całorocznym utrzymaniu stwarza nawierzchnia z naturalnych kruszyw, np. żwirowa. Zimą dużym problemem staje się zachowanie przejezdności drogi z takiej nawierzchni. Problemem też byłby dojazd po takiej nawierzchni służb technicznych związany z utrzymaniem analizowanego Parku. Praktycznie nie ma możliwości regularnego odśnieżania. Aby natomiast zachować maksymalnie wysoki komfort jazdy po takiej nawierzchni, poza okresem zimy, należałoby przed każdym okresem wiosennym wykonywać pełne oczyszczenie nawierzchni wraz z ponownym doziarnieniem i wyrównaniem.

Problemy realizacyjne i eksploatacyjne

Przy obecnie wysoko rozwiniętej technologii budowy dróg i infrastruktury towarzyszącej nawet najtrudniejsze występujące warunki gruntowo - wodne nie stanowią przeszkody przed realizacją inwestycji. Odpowiednio dobierając warstwy podbudowy oraz, jeśli występuje taka potrzeba, warstwy odcinającej i geosyntetyki, praktycznie istnieje dowolność przy wyborze warstwy ścieralnej. Obecnie problemy związane z trudnościami technicznymi przy układaniu każdej z analizowanych nawierzchni praktycznie nie występują.

Choć jeszcze niedawno trudności występowały z ułożeniem wąskich odcinków z mieszanki mineralno - asfaltowej, ze względu na brak odpowiedniego sprzętu. Z czasem problem ten zanikł i obecnie układanie mechanicznie ścieżek rowerowych asfaltowych z SMA stało się łatwiejsze niż układanie ręczne betonowej kostki brukowej.

W wielu przypadkach nawierzchnia z betonowej kostki brukowej lub płyt betonowych jest wybierana ze względu na stosunkowo łatwą jej rozbierność, w przeciwieństwie np. do nawierzchni asfaltowych, z betonu cementowego, czy z żywic. Również zarządcy infrastruktury preferują ten rodzaj nawierzchni. W praktyce często pod ścieżkami rowerowymi układane są instalacje podziemne. Z codziennych obserwacji oraz z doświadczenia zawodowego autora wynika, że rozebranie nawierzchni i jej ponowne ułożenie jest często wykonywane niezgodnie ze sztuką budowlaną – podbudowa jest niezagęszczona i po krótkim czasie osiada. Nieprawidłowe ułożenie powoduje powstawanie nierówności oraz zaleganie w nich wody po opadach deszczu. W przypadku analizowanego Parku nawierzchnia będzie musiała być układana na podbudowie trwałej, w związku z powyższym należy przyjąć argument „rozbierności” nawierzchni za mało istotny w ocenie.

Drogi rowerowe z betonu cementowego nie są z kolei często prefero-

wane na gruntach słabonośnych. Przy obsuwaniu się gruntu beton ulega kruszeniu, nie ma możliwości jego naprawy. Wadę tą jednak można w dużym stopniu zredukować stosując solidną podbudowę, tak jak to jest planowane w analizowanym Parku. Zaletą takich nawierzchni jest za to odporność na działalność kretów i na destrukcyjne oddziaływanie korzeni drzew (z wyjątkiem kilku gatunków). Do niewątpliwych zalet nawierzchni z betonu cementowego należy zaliczyć także w miarę dużą trwałość. Pozytywne doświadczenia zaobserwowano szczególnie przy zmiennej całorocznej aurze. Nawierzchnie z betonu cementowego są odporne na mróz i związane z nim pęknięcie czy korozje. W konsekwencji zauważono, że nawierzchnie te w dużo mniejszym stopniu wymagają w trakcie eksploatacji jakichkolwiek napraw i remontów [2].

W przypadku nawierzchni asfaltowych kolorowych (z dodatkiem pigmentu) warunkiem prawidłowego wykonania jest spełnienie wymagań wobec materiałów: lepiszcza, kruszywa oraz rodzaju zastosowanej mieszanki mineralno - asfaltowej. Zastosowanie odpowiedniego lepiszcza oraz odpowiednio dobranego kruszywa stanowi podstawę do modelowania oczekiwanej barwy mieszanki. Rodzaje przewidzianych do zastosowania mieszanek mineralno - bitumicznych, tj. betonu asfaltowego, SMA, mieszanki o nieciąglym uziarnieniu są zgodne z ogólnie przyjętymi zasadami określonymi w normach i wytycznych. Jedną z zalet stosowania nawierzchni asfaltowych kolorowych od nawierzchni ciemnych jest jej mniejsze pochłanianie energii słonecznej. Dzięki temu odbijają większą część promieniowania słonecznego. Przyczynia się to do obniżenia temperatury nawierzchni indukowanej przez promienie słoneczne, co wiąże się z ograniczeniem ryzyka wystąpienia kolein.

Podobnie wysokimi walorami eksploatacyjnymi do nawierzchni asfaltowych kolorowych charakteryzują się nawierzchnie żywiczne, choć wyma-

gają pewnego reżimu realizacyjnego.

Przy realizacji budowy ścieżek rowerowych z płyt betonowych należy szczególną uwagę zwrócić na jej prawidłowe i bardzo dokładne ułożenie. W przypadku niesolidnego wykonania należy spodziewać się w krótkim okresie eksploatacji powstawania dużych nierówności między płytami.

Decydując się na budowę ścieżek rowerowych z materiałów niezwiązanych należy szczególną uwagę zwrócić na wykonanie prawidłowej stabilizacji. W wielu przypadkach, przy nieprawidłowym jej wykonaniu, następuje szybka degradacja nawierzchni oraz szybkie jej zarastanie. Często powstają wybrzuszenia, które obniżają bezpieczeństwo użytkowników. Głównym czynnikiem mogącym trwale zniszczyć nawierzchnię z kruszywa jest przemarzanie.

Dostępność

Cecha dostępności drogi rowerowej jest jednym z głównych czynników, które będą decydowały o częstotliwości odbywających się po niej podróży. Dzięki łatwej dostępności dla użytkowników drogi rowerowej, uzyska się wysoką atrakcyjność w oczach społeczeństwa i akceptację parku, jako miejsca wartego odwiedzenia. Dostępność powinna być również rozumiana przez pryzmat dogodności dojazdu przez służby porządkowe oraz obsługę techniczną terenów.

W związku z wyżej wymienioną argumentacją, jednoznacznie można przyznać wyższość nawierzchni gładkim (asfaltowych, z betonu cementowego oraz z żywic) nad betonową kostką brukową i z płyt betonowych, i tym bardziej nad nawierzchnią żwirową oraz żwirowo - tłuczniową. Przy zastosowaniu nawierzchni gładkich na drogach rowerowych przedmiotowy teren będzie dostępny dla wszystkich użytkowników. Nawierzchnia nie będzie stanowić bariery dla rowerzystów bez względu na rodzaj roweru, zwiększy się znacznie atrakcyjność obszaru. Teren będzie również chętnie odwiedzany przez osoby poruszające się na rolkach. W przypadku

wybudowania warstwy z betonowej kostki brukowej, głównie fazowanej, teren stanie się bardziej uciążliwy dla użytkowników. Szczególnie mogą to odczuć rowerzyści poruszający się rowerami z cienkimi i wąskimi oponami.

Zastosowanie nawierzchni żwirowych spowoduje znaczne pogorszenie dostępności przedmiotowego terenu w stosunku do wszystkich wyżej wymienionych rodzajów nawierzchni. Park będzie mniej chętnie uczęszczany przez rowerzystów. Kłopotliwe stanie się również całoroczne utrzymanie ścieżki rowerowej, które wpłynie znacząco na obniżenie atrakcyjności obszaru, a zimą ścieżka ta często nie będzie w ogóle dostępna.

Bezpieczeństwo publiczne

Szeroko rozumiane bezpieczeństwo jest mocno skorelowane z pojęciem dostępności. W sytuacji gdy występują niedogodności związane z podróżowaniem i komfortem, ulega pogorszeniu poziom bezpieczeństwa. Gdy przedmiotowe tereny nie będą zbyt często odwiedzane jako miejsce rekreacji i wypoczynku, staną się tym samym dogodną lokalizacją dla miejscowych wandalii.

Jedną z zalet betonowej kostki brukowej jest jej większy współczynnik przyczepności. Ta cecha ma duże znaczenie w bezpieczeństwie użytkowników ścieżek rowerowych. Parametr ten bezpośrednio przekłada się na krótszą drogę hamowania. Warstwa z betonowej kostki brukowej charakteryzuje się również większą nasiąkliwością strukturalną. W przypadku opadów atmosferycznych (i przy założeniu występowania dwumilimetrowych spoin pomiędzy prefabrykatami) wchłaniają część wód opadowych. Utrzymują w ten sposób dłużej większy współczynnik przyczepności na nawierzchni. Natomiast na nawierzchniach asfaltowych podczas opadów, wartość tego współczynnika maleje o wiele szybciej, prowadząc do łatwego poślizgu rowerzysty [6].

Przy wyborze nawierzchni asfaltowych kolorowych z kolei uzyskamy znaczną poprawę czytelności drogi

rowerowej, jej lepszą rozpoznawalność. Nawierzchnie kolorowe wpłyną na poprawę widoczności, gdyż odbijają od 25-100% światła. Ta cecha poprawia widoczność szczególnie nocą i w terenach mocno zalesionym. Jej kontrastujący kolor z odcinkami przeznaczonymi dla pieszych podniesie bezpieczeństwo zarówno rowerzystów jak i pieszych.

Natomiast zastosowanie nawierzchni z materiałów niezwiązanych obniży w znacznym stopniu bezpieczeństwo jej użytkowników. Drogi rowerowe na terenie parku stałyby się mało atrakcyjne jako miejsce rekreacji i wypoczynku. Nawierzchnie takie mają skłonność do szybkiej degradacji, koleinowania się i zarastania zielenią, co może wpłynąć na zmniejszone liczby jej użytkowników a tym samym zmniejszenie ich bezpieczeństwa.

Estetyka

W wielu z realizowanych inwestycjach w Polsce można zauważyć skrajne podejścia do kwestii estetycznych. W pierwszym przypadku jest ona całkowicie pominięta, natomiast w drugiej sytuacji jest stawiana niemalże za priorytet, niezważając przy tym na inne cechy.

Rowerzyści, z powodu bezpośredniego kontaktu z otoczeniem, są grupą szczególnie wrażliwą na aspekty związane z komfortem podróżowania i estetyką. W wielu przypadkach decydujący wpływ na wybór trasy podróży mają bezpośrednie odczucia użytkowników. W związku z powyższym należy mieć na uwadze wymagania estetyczne w celu dostosowania infrastruktury rowerowej do charakteru otoczenia, zachowania czytelności, porządku i harmonii w przestrzeni publicznej. Należy również starać się zapewnić użytkownikom pozytywne doznania wzrokowe i słuchowe. Można również wprowadzić do otoczenia czynniki uprzyjemniające jazdę rowerem, np. poprzez małą architekturę, odpowiednie rozwiązania krajobrazowe [7]. Z drugiej strony należy mieć na uwadze fakt, iż walory estetyczne

nie mogą przesłaniać aspektu związanego z funkcjonalnością i wpływać pejoratywnie na wartości użytkowe ścieżek rowerowych, nie mogą również stwarzać zagrożeń bezpieczeństwa ruchu. W tym powyższym przypadku nagminnie obserwuje się stosowanie betonowej kostki brukowej, kamiennej lub nawierzchni z naturalnych surowców jako elementu 'zgodnego z naturą' lub też elementu historycznego. Wykonanie drogi rowerowej z materiałów mało przyjaznych dla użytkowników spowoduje zmianę preferencji podróżowania, a takie odcinki komunikacyjne zaczęły być omijane przez wielu rowerzystów. Inwestycja straciłaby swoją podstawową funkcję, jaką powinna spełniać.

Zastosowanie płyt betonowych spowoduje w największym stopniu obniżenie walorów estetycznych drogi rowerowej. Takie nawierzchnie nie wpływają pozytywnie na estetykę - raczej sprawiają wrażenie tymczasowości drogi.

Wybierając rodzaj nawierzchni dla analizowanej inwestycji, z punktu widzenia estetyki powinno wziąć się pod uwagę szczególnie zastosowanie nawierzchni żywicznych, asfaltowych kolorowych lub z betonu cementowego. Aby stworzyć harmonię z obszarem parku i jego otoczeniem najlepiej byłoby zastosować nawierzchnie w kolorze komponującym się z otoczeniem.

Opinie społeczne i doświadczenia krajowe i zagraniczne w stosowaniu różnych nawierzchni

W większości krajów europejskich, ze znacznie rozwiniętą infrastrukturą rowerową, są stosowane na ścieżki rowerowe wyłącznie nawierzchnie asfaltowe. W krajach, w których początkowo stosowano betonową kostkę brukową, obecnie nowe i zmodernizowane odcinki są już wykonane z nawierzchni asfaltowych, coraz częściej kolorowych lub z kolorowych żywic. Negatywne doświadczenia z zastosowaniem betonowej kostki brukowej (szczególnie fazowanej) i z jej eksploatacją mieli między innymi

Niemcy. Wiele wybudowanych odcinków z betonowej kostki brukowej dziś funkcjonuje jako odcinki piesze z dopuszczonym tylko ruchem rowerowym (nieobowiązkowe dla rowerzystów) [8].

Aby potwierdzić słuszność powszechnego stosowania nawierzchni asfaltowych na ścieżkach rowerowych Duńska Dyrekcja Dróg wykonała badania satysfakcji użytkowników. Wynika z nich, że są one akceptowalne przez prawie wszystkich - patrz tabl. 3 [8].

Tab. 3. Poziom satysfakcji użytkowników dróg rowerowych w zależności od rodzaju nawierzchni według opinii mieszkańców Danii [8]

Rodzaj nawierzchni	Procent zadowolonych użytkowników
Asfaltowa	98 - 100
Asfaltowa z łatanami	44
Betonowa kostka brukowa	43
Kostka kamienna	2

Należy też podkreślić, że w większości krajów europejskich o wysokiej tradycji rowerowej nie buduje się obecnie ścieżek rowerowych w obszarze miasta z kruszyw naturalnych, z płyt betonowych, czy z betonowej kostki brukowej.

W Polsce natomiast w wielu przypadkach, nawet nowo powstałe ścieżki rowerowe, realizowane są z betonowej kostki brukowej. Bardzo często wynika to, jak już zaznaczono, z argumentu rozbieralności takiej konstrukcji, która ułatwia dostęp do infrastruktury technicznej leżącej pod nawierzchnią. Również zauważa się stosowanie powyższego materiału z przyzwyczajenia. Pomimo wciąż niewielkiego doświadczenia w tworzeniu infrastruktury rowerowej, są już bardzo częste sygnały niezadowolenia społeczeństwa związane ze stosowaniem betonowej kostki brukowej. Za stosowaniem nawierzchni asfaltowych opowiedziały się w Polsce bezwzględnie wszystkie stowarzyszenia rowerowe, m.in. z Bydgoszczy, Radomia, Poznania, Białegostoku, Szczecina, Torunia, Zielonej Góry, Wrocławia, Warszawy itd. Środowisko fachowe zaczęło również powoli zauważać negatywne strony stosowania nawierzchni z betonowej

kostki brukowej. Na VI Ogólnopolskiej Konferencji Drogownictwa w Lublinie w 2006 roku głównym tematem była infrastruktura rowerowa [2]. Przyjęto na niej uchwałę w której między innymi nawołuje się do usunięcia z przepisów możliwości stosowania nawierzchni rowerowych z betonowej kostki brukowej.

Aby potwierdzić słuszność w/w tezy można posłużyć się przykładem Leśnego Parku Kultury i Wypoczynku w Myśliczynie w Bydgoszczy. Teren ten jest największym parkiem miejskim w Polsce, leżącym zaledwie 3 km od centrum miasta. Obszar jaki obejmuje to ponad 800 hektarów. Park ten łączy w sobie zarówno harmonijnie połączenie piękna natury z bogato rozwiniętą infrastrukturą, która pozwala na aktywny wypoczynek. Wszystkie odcinki piesze i rowerowe wykonane są z nawierzchni asfaltowych. Dzięki dużej dostępności dla użytkowników i wysokiego komfortu park ten jest najczęściej odwiedzanym terenem rekreacyjno - wypoczynkowym w regionie.

Kolejnym potwierdzeniem wysokiej atrakcyjności nawierzchni asfaltowych jest stosowanie ich często nawet na najbardziej reprezentatywnych ulicach na Świecie, jak np. Avenue des Champs Élysées czy Rue St. Michel w Paryżu, Bahnhofstraße w Zurychu. W wielu miejscach historycznych pozostawia się na odcinkach pieszych i ulicach dla ruchu kołowego nawierzchnię odpowiadającą charakterem obszarowi (kostka kamienna, płyty kamienne), natomiast celowo na ścieżkach rowerowych stosowana jest nawierzchnia asfaltowa (np. Rynek Główny w Koszycach ul. Hlavnej) [2].

Doświadczenia zarówno europejskie, jak i krajowe wskazują, że rowerzyści nie chcą korzystać z dróg rowerowych z nawierzchni z betonowej kostki brukowej, a szczególnie fazowanej, i jeśli to możliwe często poruszają się jezdnią w bezpośrednim kontakcie z samochodami, mimo istniejącej ścieżki [2]. Opinie dotyczące nawierzchni asfaltowych są za to bardzo pozytywne, stąd nawierzchnie te są znacznie rozpowszechnione w

Europie Zachodniej. Często stosowaną nawierzchnią na ścieżkach rowerowych jest także kolorowy beton dekoracyjny lub kolorowe żywice.

Z wywiadu bezpośredniego, jaki przeprowadzono wśród mieszkańców analizowanego miasta na potrzeby wykonania przedmiotowej analizy, uzyskano jednoznaczne opinie. Najbardziej pożądane przez użytkowników są nawierzchnie zapewniające przede wszystkim duży komfort poruszania się oraz które współgrają z charakterem otoczenia, zapewniają pozytywne doznania wzrokowe i słuchowe, są czytelne, mają zachowany porządek i harmonie z przestrzenią miejską. Zwracano także uwagę na potrzebę wprowadzenia do otoczenia czynników uprzyjemniających poruszanie się, np. poprzez małą architekturę, ławki, odpowiednie rozwiązania krajobrazowe.

Wybór najkorzystniejszego rodzaju nawierzchni dla ścieżki rowerowej

Na podstawie wyżej przeprowadzonej dyskusji i argumentacji ustalono ocenę poszczególnych ośmiu rozważanych rodzajów nawierzchni z punktu widzenia 10 analizowanych kryteriów. Oceny te zestawiono w tabl. 4.

Należy zaznaczyć, że przy szacowaniu kosztów budowy brano pod uwagę wykonanie jedynie warstwy ścieralnej. W związku z występującymi w analizowanym Parku krajobrazowym trudnymi warunkami gruntowo-wodnymi przyjęto konieczność zastosowania trwałej podbudowy, warstwy odsączającej, geowłókniny oraz wymiany gruntu bez względu na rodzaj warstwy górnej nawierzchni. W ocenie nie brano więc pod uwagę kosztów związanych z dolnymi warstwami, ponieważ ich koszt jest zbliżony.

Na podstawie wyżej wymienionych ostatecznych wyników analizy porównawczej jednoznacznie można wskazać, że wyborem najbardziej korzystnym będzie nawierzchnia asfaltowa. Podobnie wysoką ocenę uzyskała również nawierzchnia asfal-

Tab. 4. Ostateczne wyniki wielokryterialnej analizy porównawczej poszczególnych rodzajów nawierzchni dróg rowerowych

RODZAJ NAWIERZCHNI	RODZAJ KRYTERIUM									SUMA PUNKTÓW (POZYCJA W RANKINGU)
	Zużycie energii przez użytkowników	Komfort podróżowania	Koszty budowy	Utrzymanie letnie i zimowe	Problemy realizacyjne i eksploatacyjne	Dostępność	Bezpieczeństwo publiczne	Estetyka	Opinie społeczne i doświadczenia w stosowaniu różnych rodzajów nawierzchni	
Asfaltowa	10	10	8	10	10	10	9	7	10	84 (I)
Asfaltowa z dodatkiem pigmentu koloryzującego	10	10	2	10	10	10	10	10	10	82 (II)
Z betonowej kostki fazowanej	5	3	1	6	6	5	5	5	3	39 (VII)
Z betonowej kostki niefazowanej	7	7	1	8	8	8	8	7	6	60 (V)
Z płyt betonowych	7	5	1	7	4	6	6	1	3	40 (VI)
betonowe	10	10	7	10	9	8	8	9	9	80 (IV)
Z żywicy lub betonowe z dodatkiem żywicy	10	10	2	10	10	10	10	10	10	82 (II)
Z materiałów niezwiązanych	1	1	10	1	1	1	1	3	1	20 (VIII)

towa z dodatkiem pigmentu koloryzującego i nawierzchnia żywiczna. Mają one zapewne znacznie większe walory estetyczne, jednakże ich cechą ujemną jest ponad dwukrotnie większa cena od nawierzchni asfaltowych bez dodatków koloryzujących. Do grupy najwyższej ocenianych rodzajów nawierzchni należy także nawierzchnia z betonu cementowego.

Bezwzględnie nie zaleca się stosowania nawierzchni z betonowej kostki brukowej fazowanej i płyt betonowych na analizowanej drodze rowerowej, a tym bardziej z kruszyw naturalnych. Nawierzchnia z kruszyw naturalnych z punktu widzenia siedmiu z dziesięciu rozważanych kryteriów uzyskała najniższą ocenę, a łączna jej ocena stanowi zaledwie 24% oceny nawierzchni najlepszej. Należy też zwrócić uwagę, że nawierzchnia z betonowej kostki brukowej bezfazowej uzyskała o przeszło połowę gorszą ocenę od czterech najlepszych nawierzchni.

Ocena wybranych rodzajów nawierzchni chodników

Do najczęściej stosowanych rodzajów nawierzchni chodników można zaliczyć:

1. z betonowej kostki brukowej fazowanej.

- z betonowej kostki brukowej bezfazowej.
- z kostki kamiennej (najczęściej granitowej).
- z chodnikowych płytek betonowych.
- z chodnikowych płytek kamiennych.
- z materiałów niezwiązanych (kruszyw naturalnych).
- asfaltowe (beton asfaltowy, SMA).
- z żywicy.

W przypadku ciągów pieszych wymagania funkcjonalne, techniczne i ekonomiczne nawierzchni w bardzo dużym stopniu będą zbieżne z wymaganiami pożądanymi dla nawierzchni dróg rowerowych. Oczywiście jest np., że im powierzchnia nawierzchni chodnika jest gładziej, tym mniejszy wkład energetyczny musi włożyć pieszy do przebycia danego odcinka trasy. Im z kolei bardziej nieregularne kształty będzie miała nawierzchnia, tym większe spowoduje trudności w poruszaniu się po niej. Najmniej komfortową nawierzchnią będzie niewątpliwie nawierzchnia z kruszywa niezwiązanego. Natomiast nawierzchnią, która spowoduje najmniejsze zużycie energii będą nawierzchnie: asfaltowa, z betonu cementowego oraz z żywicy. Nawierzchnie gładkie zapewniają także większy standard poruszania się pieszym i większe poczucie bezpie-

Tab. 5. Wyniki analizy porównawczej wyboru nawierzchni optymalnej na odcinkach pieszych

RODZAJ NAWIERZCHNI	RODZAJ KRYTERIUM									SUMA PUNKTÓW (POZYCJA W RANKINGU)
	Zużycie energii przez użytkowników	Komfort podróżowania	Koszty budowy	Utrzymanie letnie i zimowe	Problemy realizacyjne i eksploatacyjne	Dostępność	Bezpieczeństwo publiczne	Estetyka	Opinie społeczne i doświadczenia w stosowaniu różnych rodzajów nawierzchni	
Z kostki betonowej fazowanej	5	3	4	6	6	7	8	6	6	51 (VII)
Z kostki betonowej bezfazowej	9	9	4	7	7	10	10	10	10	76 (II)
Z kostki kamiennej	7	7	1	8	7	10	10	10	9	69 (V)
Z chodnikowych płytek betonowych	8	9	5	6	7	10	10	9	8	72 (III)
Z chodnikowych płytek kamiennych	8	9	1	7	8	10	10	10	9	72 (III)
Z materiałów niezwiązanych (kruszyw naturalnych)	1	1	10	1	1	1	1	3	1	20 (VIII)
Asfaltowe	10	4	1	10	10	7	10	1	5	58 (VI)
Z żywic	10	10	4	10	8	10	10	10	10	82 (I)

czeństwa. Nie stanowią również bariery do pokonania przez osoby nie w pełni sprawne, osoby starsze czy kobiety na obcasach. Wyjątek stanowią jednak nawierzchnie asfaltowe, które mają stosunkowo niską temperaturę mięknienia i przy wysokich temperaturach powietrza mogą stwarzać dyskomfort pieszym.

W większości inwestycji drogowych przeznaczonych dla pieszych koszty realizacji są kluczowym kryterium wyboru przez Inwestora rodzaju nawierzchni. Często, nie zwracając uwagi na jakość, wykonuje się jak najdłuższe odcinki przy założeniu gorszej technologii, oszczędzaniu na materiałach, stosując różnego rodzaju zamienniki. Jest to błędne podejście. Stosując na etapie realizacji gorsze, mniej trwałe materiały pozornie się oszczędza, bowiem w fazie użytkowania i bieżącego utrzymania danej inwestycji, koszty znacznie wzrastają. Częste remonty i utrzymanie całoroczne pochłaniają znaczną część budżetu, który mógłby być przeznaczony na nowe cele.

W Polsce najczęściej spotykaną nawierzchnią na odcinkach pieszych jest nawierzchnia z betonowych płytek chodnikowych lub betonowej kostki brukowej. Zauważalne jest, szczególnie przy nowych inwestycjach, stosowanie coraz częściej nawierzchni

bardziej przyjaznych dla jej użytkowników, np. z betonowej kostki brukowej bezfazowej lub z płytek chodnikowych.

Pozytywna opinia użytkowników zawsze będzie związana z jakością użytych materiałów, z komfortem, atrakcyjnością obszaru i jego pełną dostępnością. Piesi, podobnie jak i rowerzyści, w związku z bezpośrednim kontaktem z otoczeniem są grupą szczególnie wrażliwą na aspekty związane z komfortem podróżowania i estetyką. W wielu przypadkach decydujący wpływ na wybór miejsc podróży mają właśnie bezpośrednie odczucia użytkowników.

W krajach europejskich praktycznie nie stosuje się nawierzchni z kruszyw naturalnych. Natomiast coraz częściej spotykaną nawierzchnią, szczególnie w miejscach o charakterze rekreacyjnym, wypoczynkowym, jak parki, alejki, są nawierzchnie ozdobne z betonu cementowego lub z żywic. Doświadczenia z tym rodzajem nawierzchni są bardzo pozytywne. Przy dużych realizacjach można uzyskać spore oszczędności. Nawierzchnia z wylewanego betonu cementowego lub z żywic z odciskany wzorem może w pełni zadowolić każdego. Poprzez zastosowanie różnych dodatków można praktycznie uzyskać każdy kolor i fakturę.

Wybór optymalnego rodzaju nawierzchni dla odcinka pieszego

W tab. 5 zestawiono przypisane poszczególnym nawierzchniom oceny z punktu widzenia rozważanych kryteriów na bazie przeprowadzonej dyskusji. Podobnie jak w przypadku ścieżek rowerowych, uwzględniono w ocenie kosztów jedynie koszty netto wykonania warstwy ścieralnej nawierzchni.

Na podstawie uzyskanych wyników z analizy wielokryterialnej można wskazać rodzaj nawierzchni najbardziej korzystny na terenie przedmiotowego Parku. Najwyższą pozycję w rankingu uzyskała bezwzględnie nawierzchnia z żywic. W miarę wysokie noty uzyskały także nawierzchnie z betonowej kostki brukowej bezfazowej oraz z chodnikowych płytek betonowych i kamiennych. Natomiast bardzo niską ocenę w przedstawionej analizie uzyskały nawierzchnie z betonowej kostki brukowej fazowanej i asfaltowe. Bezwzględnie najniższą - nawierzchnia z kruszyw naturalnych.

Wnioski

Przedstawiona dyskusja oraz analiza wielokryterialna miała na celu wskazać najkorzystniejszy rodzaj nawierzchni na ścieżki rowerowe i chodniki w konkretnym parku miejskim. Należy jednak podkreślić, że wyniki tych rozważań mogą być wykorzystane także w przypadku innej inwestycji, przy założeniu podobnych warunków gruntowo – wodnych oraz charakteru otoczenia.

Poprzez szczegółowe omówienie zagadnienia oraz dokonanie porównania różnych rodzajów nawierzchni, wskazanie ich wad oraz zalet w stosunku do poszczególnych kryteriów, wydaje się że uzyskano rzetelne wyniki analizy wyboru nawierzchni. Na podstawie tych wyników można stwierdzić:

1. Zdecydowanie niekorzystne jest pod wieloma względami stosowanie na drogach rowerowych oraz pieszych nawierzchni z niezwiązanych kruszyw naturalnych czy sztucznych.

2. Drogę rowerową najkorzystniej jest wykonać nawierzchni asfaltowej. Jeśli środki finansowe Inwestora na to pozwolą to sugeruje się wykonanie takiej nawierzchni z dodatkiem czerwonego pigmentu, bądź wykonanie nawierzchni z żywic, co podniesie znacznie estetykę i trwałość nawierzchni.
3. W odniesieniu do chodników najlepszym rozwiązaniem wydaje się być wykonanie nawierzchni z żywic. Pozytywne efekty uzyska się przy wykonaniu tej nawierzchni z beżowej najlepiej w kolorze kontrastującym do drogi rowerowej betonowej kostki brukowej, albo z płytek chodnikowych betonowych lub kamiennych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] „Ruch rowerowy w Polsce na tle innych krajów UE”- Raport Wstępny. GDDKiA Departament studiów Wydział Studiów w Krakowie, Zespół ds. Ścieżek Rowerowych. Warszawa – Kraków, czerwiec 2009r.
- [2] Opinia sprawie typowych nawierzchni dróg dla rowerów. GDDKiA, Departament Studiów, Wydział Studiów w Krakowie, Zespół ds. ścieżek (Dróg) rowerowych. Warszawa – Kraków, luty 2012r.
- [3] Postaw na rower. podręcznik projektowania przjazdnej dla rowerów infrastruktury. C.R.O.W. oraz ZG PKE - "Miasta dla rowerów". Kraków 1999.
- [4] Standardy techniczne dla infrastruktury rowerowej miasta Kra-

kowa. Pracownia Edukacji Marcin Hyla dla urzędu miasta Krakowa. Kraków 2004.

- [5] UPI-Bericht 41: Entwicklung und Potentiale des Fahrradverkehrs - Maßnahmen zur Ausschöpfung des Fahrradpotentials in der Verkehrsplanung, 2000.
- [6] Artykuł czasopismo BRUKBIZNES nr 3/2012 „Nawierzchnie ścieżek rowerowych – asfalt vs. betonowa galanteria drogowa”. Śmierka, Kaczmarek-Kalisz,
- [7] Wytyczne do planowania, projektowania i utrzymania dróg rowerowych w Łodzi. Załącznik do uchwały Rady Miejskiej w Łodzi z dnia 25 czerwca 2009 roku.
- [8] Collection of Cycle Concepts Vejdirektoratet, Kopenhaga 2000.

REKLAMA



CZAS NA INNOWACYJNE BUDOWNICTWO

Oferujemy profesjonalne usługi z zakresu:

- budowy infrastruktury komunikacyjnej, sieci instalacyjnych i obiektów hydrotechnicznych,
- wykonywania pomiarów geodezyjnych, tworzenia map do celów projektowych, wytyczenia budynku i sieci.



W BUDOWNICTWIE WYBIERZ FIRME,
KTÓREJ MOŻESZ ZAUFAĆ

Zobacz, co już wybudowaliśmy
i dla kogo pracowaliśmy:
www.gm-roads.pl

Biuro:

ul. Krzemieniecka 47,
54-613 Wrocław

Budownictwo inżynieryjne:

tel.: (71) 300 12 40
e-mail: info@gm-roads.pl

Geodezja:

tel.: 697 660 932
e-mail: m.wozniak@gm-roads.com

Siedziba firmy:

ul. Wrocławska 41, Łażany
58-130 Żarów