

Katedra Inżynierii Transportowej
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska



WR-D-63. Katalog typowych konstrukcji
nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu
bardzo lekkiego oraz innych części dróg



POLITECHNIKA
GDAŃSKA



WYDZIAŁ INŻYNIERII
LĄDOWEJ I ŚRODOWISKA



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Autorzy opracowania



Politechnika
Wrocławska

Politechnika Gdańska

dr hab. inż. Piotr Jaskuła, prof. PG

dr inż. Jacek Alenowicz, doc. PG

dr inż. Bohdan Dołycki

dr inż. Marcin Stienss

Politechnika Wrocławska

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

dr hab. inż. Piotr Mackiewicz, prof. PWr.



Wprowadzenie

- Od 2014 r. funkcjonują **Katalogi Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych oraz Nawierzchni Sztywnych** – wprowadzono w nich dolne ograniczenie w najniższej kategorii ruchu
- W 2015 r. zostało zmienione Rozporządzenie o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne – **brak załącznika 5, z przykładowymi konstrukcjami nawierzchni**
- Konsekwencja – brak rozwiązań typowych nawierzchni dla dróg obciążonych ruchem bardzo lekkim i pozostałych powierzchni, do których przywykliśmy



Rozwiązania historyczne

Katalog z 1990 r.



Konstrukcje nawierzchni dla połączeń drugorzędnych na podłożu G₁ *konstrukcja, całość nawierzchni* Tabl. 21

Lp.	Rodzaj warstwy ścieralnej	Dojazdy ^{*)}	Ciągi pieszo - jezdne			Chodniki		Ścieżki rowerowe	
		określone w niniejszym katalogu w punktach:							
		2.8 b)	2.9 a)	2.9 b)	2.10 a)	2.10 b)	2.11		
przy grubości zastępczej konstrukcji (Hz) w cm:									
		18	10			wg wymagań technologicznych			
1	mieszanka drobnoziarnista								
2	mieszanka średnioziarnista					X			
3	powierzchniowe utwardzenie	Podano w tablicy 19 kol. 3 poz. 5							
4	klinkier drogowy kostka kamienna płyty chodnikowe	Podano w tablicy 19 kol. 3 poz. 1+4			Podano w tablicy 19 kol. 3 poz. 1+4 lecz na podsypce piaskowej		na płask 		

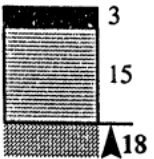
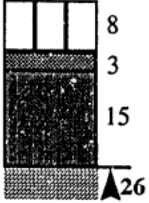
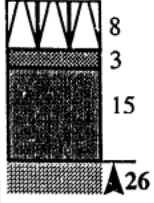
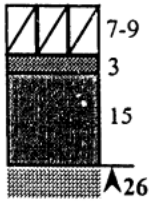
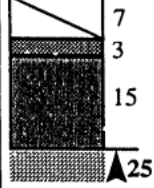


Rozwiązania historyczne

Rozporządzenie z 2
marca 1999 r. – przed
nowelizacją w 2015 r.

5.7.2. Zalecane konstrukcje nawierzchni chodnika z dopuszczeniem postoju samochodów o ciężarze całkowitym nie większym niż 2 500 kG, na podłożu G1

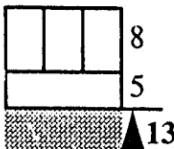
o module sprężystości (właściwym) nie mniejszym niż 80 MPa, określa tabela:

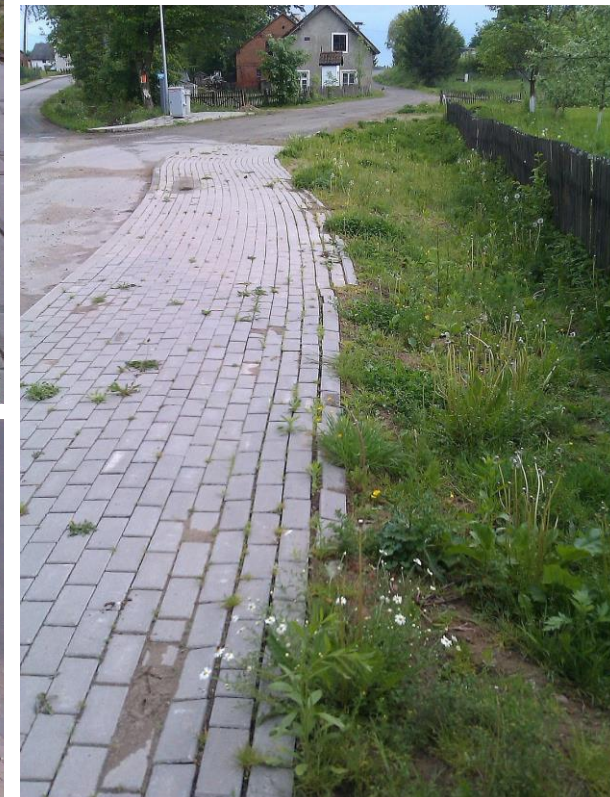
<p>a)</p>  <ul style="list-style-type: none">• Warstwa ścieralna z asfaltu piaskowego lub asfaltu lanego• Podbudowa zasadnicza z tłucznia kamiennego	<p>b)</p>  <ul style="list-style-type: none">• Warstwa ścieralna z kostki betonowej• Podsyпка piaskowa• Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego lub naturalnego stabilizowanego mechanicznie lub tłucznia kamiennego
<p>c)</p>  <ul style="list-style-type: none">• Płyty prefabrykowane• Podsyпка piaskowa• Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego lub naturalnego stabilizowanego mechanicznie lub tłucznia kamiennego	<p>d)</p>  <ul style="list-style-type: none">• Warstwa ścieralna z kostki kamiennej• Podsyпка piaskowa• Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego lub naturalnego stabilizowanego mechanicznie lub tłucznia kamiennego
<p>e)</p>  <ul style="list-style-type: none">• Płyty chodnikowe• Podsyпка piaskowa• Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego lub naturalnego stabilizowanego mechanicznie lub tłucznia kamiennego	



Rozwiązania historyczne

Przykładowe
niedostosowanie
konstrukcji chodnika z
Dz.U. 430 do obecnych
obciążeń

- d)
- 
- Warstwa ściernalna z kostki betonowej
 - Piasek średnio- lub drobnoziarnisty

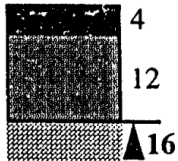




Rozwiązania historyczne

Przykładowe
niedostosowanie
konstrukcji jezdni drogi
serwisowej do obecnych
obciążeń

c)



- Warstwa ścieralna z mieszanki bitumicznej żwirowo-piaskowej
- Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie lub tłucznia kamiennego

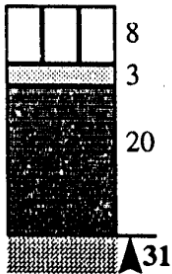




Rozwiązania historyczne

Przykładowe
niedostosowanie
konstrukcji jezdni
manewrowej do
obecnych obciążeń

d)



- Warstwa ścieralna z kostki betonowej
- Podsypka piaskowo-cementowa
- Podbudowa zasadnicza z chudego betonu





Uzasadnienie opracowania WR-D-63

- Brak wzorcowych rozwiązań spowodował dużą dowolność w projektowaniu nawierzchni chodników, parkingów, itp., powodując niejednokrotnie ich przedwczesne uszkodzenia
- **Potrzeba uzupełnienia typowych rozwiązań** i w jak największym stopniu dostosowania ich do zasad wypracowanych w istniejących katalogach
- Bazowano na doświadczeniach krajowych oraz wzorcach zagranicznych, które przede wszystkim posłużyły do weryfikacji nowych rozwiązań



Zakres katalogu WR-D-63

Nawierzchnie oraz warstwy ulepszonego podłoża WUP (rodzaje nawierzchni):

- Drogi obciążone ruchem bardzo lekkim (KR0)
- Zatoki przystankowe
- Stanowiska postojowe i jezdnie manewrowe
- Drogi dla pieszych, drogi dla rowerów lub drogi dla pieszych i rowerów
- Rozwiązania nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań

Uwzględniono typy nawierzchni różniące się konstrukcją (podatne, półsztywne i sztywne) oraz rodzajem materiału użytego w górnej warstwie nawierzchni (np. asfaltowe, betonowe, z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej)



Różnice w stosunku do katalogów 2014

- Nowe powierzchnie / nowe nawierzchnie oraz WUP
- Możliwość zastosowania dwóch osi standardowych 100 i 115 kN
- Nowe współczynniki przeliczeniowe pojazdów na osie 115 kN w przypadku nawierzchni podatnych i półsztywnych
- Nowa kategoria ruchu bardzo lekkiego KR0:
 - Nawierzchnie podatne i półsztywne - od 0 do 18.000 osi 115 kN
 - Nawierzchnie sztywne - od 0 do 17.000 osi 115 kN



Ogólna, ramowa zawartość katalogu

1. **Przedmiot i zakres stosowania**
2. **Wykaz opracowań powołanych**
3. **Definicje i objaśnienia skrótów**
4. **Schematy konstrukcji nawierzchni oraz warstw ulepszonego podłoża WUP**
 - Do ruchu i postoju pojazdów
 1. Asfaltowe,
 2. Z kostki kamiennej, betonowej i płyt prefabrykowanych
 3. Z mieszanki niezwiązanej
 4. Z betonu cementowego
 - Do ruchu pieszych i rowerów
 1. Asfaltowe
 2. Z kostki kamiennej, betonowej i płyt prefabrykowanych
 3. Z mieszanki niezwiązanej
 4. Z betonu cementowego



Procedury projektowe

Przykład procedury projektowej dla nawierzchni przeznaczonej dla ruchu pieszych

5.4. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

(1) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów składa się z 8 etapów przedstawionych na rys. 5.4.1.

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych i warunków klimatycznych

2. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni według zasad określonych w rozdziale 7

3. Przyjęcie rozwiązania warstwy ulepszonego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw według zasad podanych w rozdziale 8

4. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odcinającej i w razie takiej potrzeby zaprojektowanie tej warstwy

5. Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej oraz warstwy ścierniczej. Typowe rozwiązania podano w rozdziale 9

6. Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin według zasad podanych w podrozdziale 10.2

7. W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin postępowanie zgodnie z zasadami podanymi w podrozdziale 10.2 i ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin

8. Określenie podstawowych wymagań materiałowych dotyczących wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni

Warunki gruntowo-wodne i projektowanie dolnych warstw

Układ dolnych warstw dla nawierzchni przeznaczonych dla ruchu pieszych i rowerów

Tab. 8.7.4. Typowe rozwiązania ulepszonego podłoża dla nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub dla rowerów ($E_2 \geq 50$ MPa)

		TYP 15	TYP 16	TYP 17	
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4				<p>LEGENDA:</p> <p>WUP - warstwa ulepszonego podłoża - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2</p> <p>UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 10 2) Grubości warstw "h" podano w [cm]</p>
	G3				
	G2	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	
	G1	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	
		warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{1,5/2}$ lub wapnem $R_c 1,0$;	warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{0,4/0,5}$ lub wapnem $R_c 0,5$;	warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o $CBR \geq 20\%$;	



Typowe rozwiązania

Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów (1 z 3)

Typ nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN $C_{90/3}$	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia asfaltowa			

Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów (3 z 3)

Typ nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN $C_{90/3}$	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej			
Nawierzchnia betonowa		Nie stosuje się	



Rozwiązania dla nawierzchni skrzyżowań

Tab. 9.6.1. Zalecenia dotyczące stosowania specjalnych rozwiązań w obrębie skrzyżowań i na wlotach skrzyżowań w zależności od przewidywanego obciążenia ruchem

Rozwiązanie	Kategoria ruchu		
	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej warstwy ścieralnej lub wiążącej lepiszcza modyfikowanego	nie jest wymagane	zastosowanie zalecane	zastosowanie zalecane
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej warstwy ścieralnej lub wiążącej dodatków zwiększających sztywność warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych, np. asfaltu naturalnego, wapna hydratyzowanego itp.		może być zastosowane	zastosowanie zalecane
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej włókien rozproszonych		nie jest wymagane	może być zastosowane
Zastosowanie w nawierzchni zbrojenia siatką		może być zastosowane	zastosowanie zalecane



Odporność na wysadziny

Wprowadzenie wartości dla kategorii ruchu KR0

Tab. 10.1.1. Wymagana grubość konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża ze względu na odporność na wysadziny

Kategoria obciążenia ruchem	Grupa nośności podłoża z gruntów wątpliwych i wysadzinowych		
	G2	G3	G4
KR0	0,30 h _z	0,40 h _z	0,50 h _z
KR1	0,40 h _z	0,50 h _z	0,60 h _z
KR2	0,45 h _z	0,55 h _z	0,65 h _z
KR3	0,50 h _z	0,60 h _z	0,70 h _z
KR4	0,55 h _z	0,65 h _z	0,75 h _z
KR5	0,60 h _z	0,70 h _z	0,80 h _z
KR6 i KR7	0,65 h _z	0,75 h _z	0,85 h _z



Wymagania materiałowe

Wymagania – zarówno dla nawierzchni asfaltowych, betonowych, jak i podbudów

Tab. 11.6.1. Zakres stosowania i wymagania dotyczące mieszanek niezwiązanych do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża

Właściwości	Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do zastosowania w warstwie								
	Podbudowa zasadnicza				Podbudowa pomocnicza		Warstwa mrozoochronna		Warstwa ulepszonego podłoża
	Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR7 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów
Uziarnienie	0/31,5; 0/45; 0/63				Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w katalogu dla kategorii ruchu KR0-KR2	0/31,5; 0/45; 0/63	od 0/8 do 0/63		od 0/8 do 0/63
Zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych	C _{90/3} C _{50/30} C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30} C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30}	C _{90/3} C _{50/30}		C _{NR}	C _{NR}		C _{NR}
Maksymalna zawartość pyłów w warstwie:	UF ₉					UF ₁₂	UF ₁₅		UF ₁₅
gdy pełni rolę warstwy odsączającej	Nie dotyczy					Nie dotyczy	UF ₆		UF ₆
Mrozoodporność	F ₄					F ₇	F ₁₀		F ₁₀
Wskaźnik CBR, co najmniej [%]	60	60	80			60	25	35	20
Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej	Nie dotyczy				Nie dotyczy	Brak wymagań		Brak wymagań	
gdy pełni rolę warstwy odsączającej	Nie dotyczy				Nie dotyczy	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)		0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	

¹⁾ nie stosuje się do nawierzchni sztywnych

Tab. 11.4.1.1. Wymagania i zakres stosowania nawierzchni betonowych w zależności od kategorii ruchu

Właściwość	Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego		
	Nawierzchnia dyfblowana	Nawierzchnia dyfblowana i kotwiona	
	KR0-KR2 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR3-KR4	KR5-KR7
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu według zatwierdzonej recepty (met. bad. wg [36]) [%]	±3,0		
Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu ¹⁾ wg [48] (met. bad. wg [35])	C30/37	C35/45	
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ¹⁾ (średnia z trzech próbek, met. bad. wg [37], schemat 4-punktowy), nie niższa niż	4,5	5,5	
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozkupywaniu w 28 dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych, metoda bad. wg [37]), nie niższa niż	3,0	3,5	
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu ¹⁾ wg [40] (metoda bad. „slab test” wg[31]), dla górnych warstw nawierzchni oraz nawierzchni jednowarstwowej, nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż szlifowanie (grinding)/kruszywo odkryte dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni szlifowanych (grinding)/z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach) 	FT2 Na podstawie stref sezonu zimowego w Polsce (wymagania Krajowe, WWIORB D-05.03.04)		
Charakterystyka porów powietrznych w betonie: (met. bad. wg [50]) <ul style="list-style-type: none"> zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300) [%] wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L [mm] 	≥1,5 ≤0,2		
Odporność na wnikanie benzyny i oleju ²⁾ (met. bad. wg [40]) [mm]	≤30		
Mrozoodporność F150, przy badaniu betonu na działanie mrozu w 28 dniu (met. bad. wg [92]), dla górnych warstw nawierzchni oraz nawierzchni jednowarstwowej <ul style="list-style-type: none"> ubytek masy próbki, nie więcej niż [%] spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż [%] 	5 20		

¹⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu,

²⁾ wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

Przykładowe porównanie konstrukcji chodnika (1)

Nawierzchnia drogi dla pieszych (chodnika)

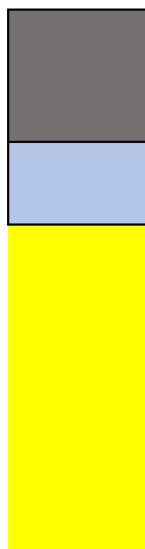
Wg załącznika 5 do Rozporządzenia z 1999 r.

Betonowa kostka brukowa gr. 8 cm

Podsypka cem-piaskowa gr. 5 cm

Podłoże gruntowe grupy G1

Łączna grubość konstrukcji – 13 cm



Wg WR-D 63

Betonowa kostka brukowa gr. 8 cm

Podsypka cem-piaskowa gr. 3 cm

Podbudowa z mieszanki
niezwiązanej C90/3 gr. 15 cm

Podłoże gruntowe grupy G1

Łączna grubość konstrukcji – 26 cm





Przykładowe porównanie konstrukcji chodnika (2)

Nawierzchnia drogi dla pieszych (chodnika)

Wg załącznika 5 do Rozporządzenia z 1999 r.

Betonowa kostka brukowa gr. 8 cm

Podsypka cem-piaskowa gr. 5 cm

Grunt stabilizowany cementem
 $R_m 1,5$ MPa gr. 15 cm

Podłoże gruntowe grupy G4



Łączna grubość konstrukcji – 28 cm

Wg WR-D 63

Betonowa kostka brukowa gr. 8 cm

Podsypka cem-piaskowa gr. 3 cm

Podbudowa z mieszanki
niezwiązanej C90/3 gr. 15 cm

Warstwa ulepszonego podłoża z
gruntu stabilizowanego spoiwem
 $C_{1,5/2}$ gr. 20 cm

Podłoże gruntowe grupy G4



**Łączna grubość konstrukcji – 46 cm +
sprawdzenie warunku mrozoodporności**



Podsumowanie

Katalog WR-D-63

- Uzupełnia Katalogi z 2014 r.: KTKNPIP oraz KTKNSz o rozwiązania dla ruchu bardzo lekkiego – wprowadzono **nową kategorię KR0**
- Przedstawia typowe rozwiązania konstrukcji nawierzchni **dla różnych elementów dróg**, których od kilku lat brakowało
- Przedstawia **bogaty wachlarz rozwiązań** pod względem typu konstrukcji nawierzchni i rodzaju materiałów stosowanych w poszczególnych warstwach nawierzchni
- Przedstawia **wskazania do nawierzchni w obszarach skrzyżowań**, mające na celu poprawę trwałości nawierzchni w tych miejscach
- Umożliwia indywidualne projektowanie
- Uwzględnia aktualne doświadczenia krajowe i zagraniczne w odniesieniu do konstrukcji nawierzchni będących przedmiotem katalogu



POLITECHNIKA
GDAŃSKA



WYDZIAŁ INŻYNIERII
LĄDOWEJ I ŚRODOWISKA



Zakończenie

Dziękuję za uwagę

piotr.jaskula@pg.edu.pl

jacek.alenowicz@pg.edu.pl

bohdan.dolzycki@pg.edu.pl

marcin.stienss@pg.edu.pl



**HISTORIA MĄDROŚCIĄ
PRZYSZŁOŚĆ WYZWANIEM**