



**Politechnika Poznańska**  
**Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu**  
**Zakład Budownictwa Drogowego**

# **Dokumentacja do projektowania (katalog) nawierzchnie na pianobetonie**

*wersja z dnia: 30 września 2022 r.*

## **Zespół B+R Politechnika Poznańska:**

dr inż. Marcin Bilski  
dr inż. Andrzej Pożarycki  
mgr inż. Przemysław Górnaś

## **Dział technologii:**

mgr Łukasz Chady  
mgr Tomasz Gęszczak  
ZPRHiU „Wajm” Sp. z o.o.



## **Dział wdrożenia:**

mgr Bartosz Cieślak  
BKClntec Sp. z o.o.



"HAX" DARIUSZ WARIAS



## 1. Wstęp

Dokument stanowi podstawę merytoryczną, z której należy korzystać przy opracowywaniu projektów budowlanych i wykonawczych konstrukcji nawierzchni drogowych zawierających warstwę z pianobetonu PB600 i PB1000. W zależności od prognozowanego obciążenia drogi ruchem, sklasyfikowanego jako kategoria ruchu KR, projektant ma do wyboru układy i grubości warstw, w tym sposoby wzmocnienia podłoża, które należy przyjąć według przedstawionych zestawień. Katalog nawierzchni drogowych Politechniki Poznańskiej oraz Dokumentacja naukowo-badawcza są dostępne on-line i cyklicznie aktualizowane na stronie internetowej:

[www.labdrog.put.poznan.pl/katalog](http://www.labdrog.put.poznan.pl/katalog).

Pianobeton (ang. foam concrete) jest to lekki beton komórkowy (ang. light cellular concrete), w którym mechanicznie wprowadzone pęcherzyki powietrza z wykorzystaniem środka pianotwórczego zostają uwięzione w mieszanke po zastygnięciu. Spośród szerokiego zakresu produkowanych mieszanek, w Katalogu konstrukcję nawierzchni oparto o pianobeton PB600 w przypadku wzmocniania podłoża i PB1000 w przypadku warstwy podbudowy nawierzchni drogowej. PB600 i PB1000 oznacza odpowiednio pianobeton o wartości gęstości objętościowej wynoszącej  $600 \text{ kg/m}^3$  i  $1000 \text{ kg/m}^3$  (proces produkcji i wykonania musi być zgodny ze Szczegółową Specyfikacją Techniczną PB600 i PB1000 ZPRHiU „Wajm” Sp. z o.o. w celu zachowania wymaganych parametrów technicznych). Proces technologiczny wykonywania warstwy nawierzchni drogowej z pianobetonu jest wykonywany na miejscu budowy w sposób ciągły (in-situ), przy zastosowaniu specjalistycznego agregatu pianotwórczego. Spieniony materiał podawany jest w miejsce zabudowy za pomocą specjalnej pompy chroniącej strukturę piany i zapewniającej jednolitą strukturę materiału oraz zamkniętą powierzchnię porów powietrznych.

## 2. Procedura projektowania nawierzchni z użyciem Katalogu

- A. Określenie grupy nośności podłoża wg Katalogu Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych (Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.)
- B. Dobór grubości warstwy z pianobetonu PB600 w przypadku konieczności wzmocnienia podłoża (dla grupy nośności podłoża G2, G3 lub G4).
- C. Wyznaczenie Kategorii Ruchu wg Katalogu Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych (Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.)
- D. Wybór rozwiązania konstrukcji nawierzchni w zależności od wyznaczonej Kategorii Ruchu.

### 3. Schemat i terminologia warstw konstrukcji nawierzchni

Na rys. 1 przedstawiono schemat i terminologię poszczególnych warstw przedstawionych w Katalogu.

Konstrukcja nawierzchni	warstwa zamykająca (ścieralna)	wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych
	warstwa podbudowy zasadniczej	funkcja nośna – wykonana z pianobetonu PB1000
	warstwa podbudowy pomocniczej	funkcja ochronna – w tym warstwy mrozoochronnej oraz wzmocnienia podłoża – wykonana z pianobetonu PB600
Podłoże gruntowe	grunt rodzimy	

Rys.1. Schemat konstrukcji nawierzchni

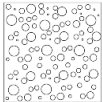
### 4. Oznaczanie warunków geotechnicznych

Warunki gruntowo-wodne są scharakteryzowane poprzez określenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni od G1 do G4. W celu określenia grupy nośności podłoża nawierzchni należy ocenić warunki geotechniczne przy wykorzystaniu metod przedstawionych w Katalogu Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych (Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.).

### 5. Wzmocnienie podłoża gruntowego

Warstwa podbudowy pomocniczej z pianobetonu PB600 zapewnia wymaganą nośność konstrukcji nawierzchni drogowej w przypadku gruntów o wartości wtórnego modułu odkształcenia  $E_2 < 80$  MPa, a także odporność konstrukcji nawierzchni na powstawanie wysadzin. Pianobeton PB600 odciąża podłoże gruntowe (gęstość objętościowa pianobetonu PB600 jest równa  $600 \text{ kg/m}^3$ ) oraz ochrania podłoże gruntowe przed przemarzaniem (współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda$  pianobetonu PB600 jest równy  $0,13 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ). Grubość warstwy z pianobetonu PB600 należy przyjąć zgodnie z tabelą 1 w zależności od grupy nośności podłoża.

Tabela 1. Dobór rozwiązania konstrukcyjnego wzmocnienia podłoża

Grupa nośności podłoża	Schemat konstrukcji
<b>G2</b>	<div> <div>h [cm]</div> <div>10</div> <div> </div> </div>
<b>G3</b>	<div> <div>h [cm]</div> <div>20</div> <div> </div> </div>
<b>G4</b>	<div> <div>h [cm]</div> <div>30</div> <div> </div> </div>
<b>Legenda:</b>  podbudowa pomocnicza - pianobeton PB600	

## 6. Obliczenie wielkości ruchu pojazdów w okresie użytkowania i wyznaczenie Kategorii Ruchu

Kategorię Ruchu należy wyznaczyć przy wykorzystaniu metod przedstawionych w Katalogu Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych (Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.).

## 7. Wybór typowego rozwiązania konstrukcji nawierzchni półpodatnej


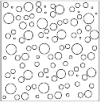
Grubość warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej i pianobetonu w tabeli 2 podano w oparciu o analizę zachowania się rzeczywistych nawierzchni półpodatnych.

Tabela 2. Typowe rozwiązania konstrukcji nawierzchni półpodatnej w zależności od Kategorii Ruchu

Kategoria Ruchu	<b>KR0</b>
Ruch projektowy	< 0,03 mln osi 100 kN
Schemat konstrukcji	<div style="text-align: center;"> <p>h [cm]</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">15</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">19</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">20</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">24</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">80 MPa</div> </div> </div>

Kategoria Ruchu	<b>KR1 - KR2</b>
Ruch projektowy	0,03 – 0,51 mln osi 100 kN
Schemat konstrukcji	<div style="text-align: center;"> <p>h [cm]</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">20</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">24</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">80 MPa</div> </div> </div>

Legenda	
	warstwa zamykająca (ścieralna) z mieszanki mienieralo-asfaltowej typu betonu asfaltowy AC 8 S 50/70 lub AC 11 S 50/70 $E (T=10^{\circ}\text{C}) = 9500 \text{ MPa}$
	podbudowa zasadnicza z pianobetonu PB1000 (gęstość $1000 \text{ kg/m}^3$ ) $E = 4000 \text{ MPa}$

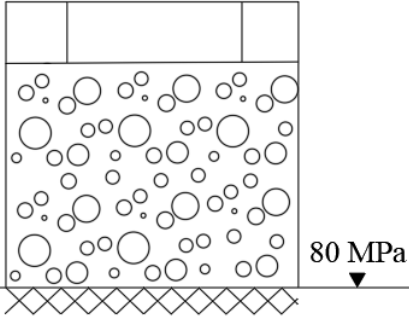
## 8. Wybór typowego rozwiązania konstrukcji nawierzchni na podbudowie z pianobetonu

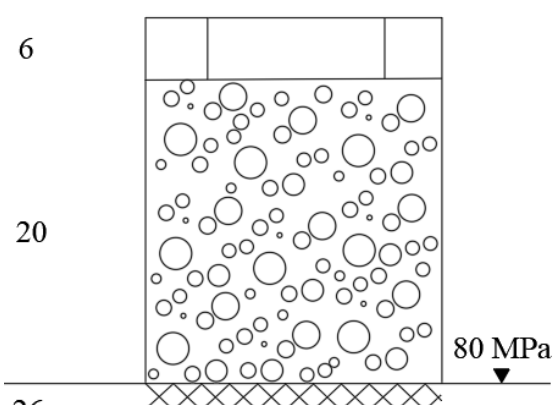
Grubość warstwy z pianobetonu w tabeli 3 podano w oparciu o analizę zachowania się rzeczywistych nawierzchni drogowych.


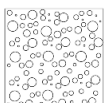
### 8.1. Warstwa zamykająca z kostki

Tabela 3. Typowe rozwiązania konstrukcji nawierzchni z warstwą zamykającą z kostki

Kategoria Ruchu	<b>KR0</b>
Ruch projektowy	< 0,03 mln osi 100 kN
Schemat konstrukcji	h [cm]
	6
	15
	21

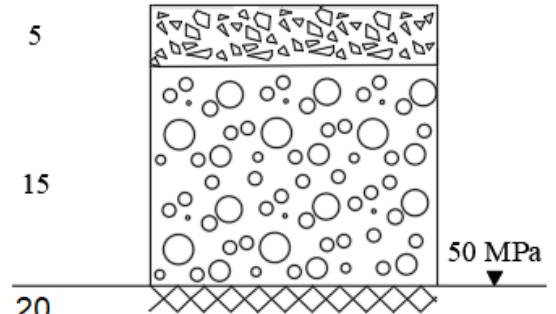



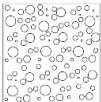
Kategoria Ruchu	<b>KR1</b>
Ruch projektowy	0,03 – 0,09 mln osi 100 kN
Schemat konstrukcji	<p>h [cm]</p> <p>6</p> <p>20</p> <p>26</p>  <p>80 MPa</p>

Legenda	
	warstwa zamykająca (ścieralna) z kostki betonowej, kamiennej lub brukowcowej
	podbudowa zasadnicza z pianobetonu PB1000 (gęstość 1000 kg/m <sup>3</sup> ) $E = 4000 \text{ MPa}$

## 8.2. Warstwa zamykająca w technologii powierzchniowego utwardzenia

Tabela 4. Nawierzchnia drogowa z warstwą zamykającą z kruszywa

Kategoria Ruchu	<b>KR0</b>
Ruch projektowy	< 0,03 mln osi 100 kN
Schemat konstrukcji	<p>h [cm]</p> <p>5</p> <p>15</p> <p>20</p>  <p>50 MPa</p>

Legenda	
	warstwa w technologii powierzchniowego utrwalenia (zawałowany grys plus emulsja asfaltowa)
	podbudowa z pianobetonu PB1000 (gęstość 1000 kg/m <sup>3</sup> ) $E = 4000 \text{ MPa}$

## 9. Uwagi technologiczne

### 9.1. Niweleta drogi do 5%

W odniesieniu do przedstawionych w Katalogu rozwiązań należy wziąć pod uwagę, że maksymalna wartość pochylenia podłużnego niwelety wynosi 3% dla pianobetonu PB600 i 5% dla pianobetonu PB1000. W przypadku niwelety do 5% nie jest konieczne wykonywanie szalunków oraz stosowanie dodatków i technologii ograniczających spływanie pianobetonu przed procesem wiązania.

### 9.2. Niweleta drogi powyżej 5%

Ze względu na właściwości pianobetonu konieczne jest wykonywanie szalowania i grubszej warstwy nośnej (podbudowy) w zależności od pochylenia niwelety. Wówczas po 24 godzinach wykonuje się zabieg nadania wymaganych pochyleń.

# KONIEC