

## **PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI DROGI NA SŁABOZAGĘSZCZONYM PODŁOŻU GRUNTOWYM**

Krzysztof GÓRSKI,  
Politechnika Opolska, Opole  
Marek WYJADŁOWSKI,  
Politechnika Wrocławska, Wrocław

### **1. Wstęp**

Każda droga musi cechować się odpowiednimi parametrami technicznymi, a ponadto spełniać warunki bezpieczeństwa dla ruchu drogowego oraz charakteryzować się właściwymi wymogami estetyki. Zatem droga powinna być tak projektowana i realizowana, aby cechowała się następującymi własnościami, które można przedstawić w punktach [1,2]:

- 1) odpornością na wszystkie oddziaływania i wpływy mogące występować podczas budowy i w czasie okresu jej eksploatacji, pod warunkiem nie przekroczenia dopuszczalnych nacisków osi pojazdu na nawierzchnię,
- 2) odpowiednią przydatnością do użytkowania,
- 3) odpornością na powstawanie uszkodzeń uniemożliwiających bezpieczne użytkowanie nawierzchni.

Obliczenia konstrukcji drogi są prowadzone w oparciu o metodę mechaniczną. Przyjmuje się wówczas układ warstw sprężystych jednorodnych i izotropowych, które spoczywają na warstwie podłoża gruntowego o nieskończonej grubości [2].

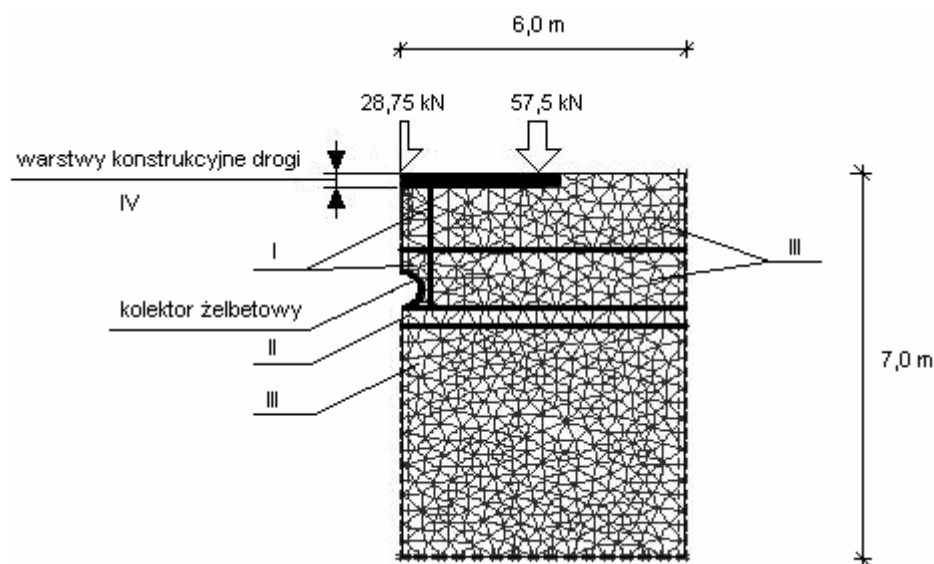
W niniejszym artykule przyjęto kryterium deformacji trwałych jako kryterium zniszczenia konstrukcji nawierzchni drogowej, w którym przyjmuje się, że istnieje związek pomiędzy wielkością odkształceń pionowych na powierzchni podłoża gruntowego, a deformacjami trwałymi mierzonymi na jej powierzchni [2].

### **2. Model obliczeniowy nawierzchni drogi**

W artykule autorzy starali się określić stan deformacji przy projektowaniu nawierzchni drogowych po wykonaniu linowych, głębokich wykopów pod kolektor. Do obliczeń przyjęto dwa warianty konstrukcji dróg. Wykopy realizowane były do głębokości około 3,50 - 4,50m poniżej poziomu nawierzchni drogi. Wybrane parametry geotechniczne gruntów w wykopie i poza wykopem wykorzystane przy obliczeniach numerycznych zostały zamieszczone w tablicy 1 [3,5].

Tablica 1. Wybrane parametry gruntu w modelu Coulomba-Mohra zastosowane w obliczeniach numerycznych

Nr warstwy	Warstwa / miąższość	Parametr	Symbol	Wartość	Jedn.
I	Piasek gliniasty w wykopie / 3,20m	Współczynnik Poissona	$\nu$	0,30	-
		Moduł odkształcenia	$E_0$	6000	[kPa]
		Kąt tarcia wewnętrznego	$\varphi$	15,0	[°]
		Spójność	$c$	17,0	[kPa]
II	Piasek średni pod wykopem / 6,50m	Współczynnik Poissona	$\nu$	0,30	-
		Moduł odkształcenia	$E_0$	90000	[kPa]
		Kąt tarcia wewnętrznego	$\varphi$	33,0	[°]
		Spójność	$c$	0	[kPa]
III	Piasek średni pod podbudową drogi /	Współczynnik Poissona	$\nu$	0,3	-
		Moduł odkształcenia	$E_0$	40000	[kPa]
		Kąt tarcia wewnętrznego	$\varphi$	29,0	[°]
		Spójność	$c$	0	[kPa]
IV	Podbudowa (grubość zmienna w obliczeniach: od 7 do 30cm)	Współczynnik Poissona	$\nu$	0,3	-
		Moduł odkształcenia	$E_0$	300000	[kPa]
		Kąt tarcia wewnętrznego	$\varphi$	42	[°]
		Spójność	$c$	0	[kPa]

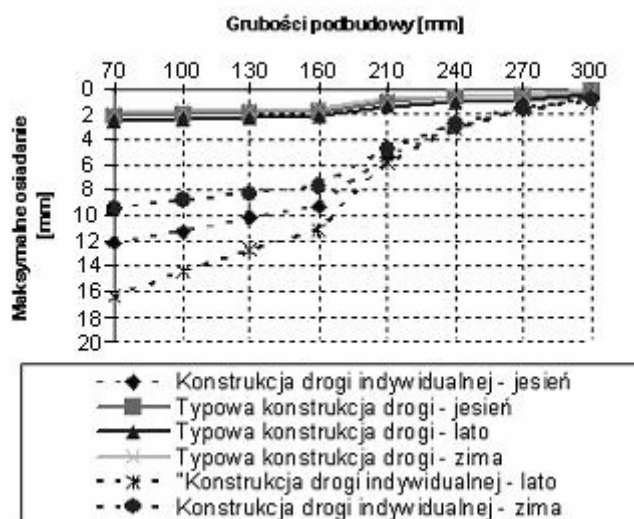


Rys. 1. Siatka elementów skończonych schematu obliczeniowego typowej konstrukcji drogi przy obciążeniu ruchem KR4 na podstawie [1]  
 Fig. 1 FEM model of typical road section on loading model acc. polish standard [1]

Obliczenia numeryczne wykonano przy pomocy programu PLAXIS. Zastosowano sześciowzłowe elementy trójkątne LST (Linear Strain Triangle) do zamodelowania płaskiego stanu odkształcenia. Każdy węzeł posiada dwa stopnie swobody. Widok ogólny modelu nawierzchni został przedstawiony na rysunku 1. Przy osi symetrii jest uwidoczniony pionowy wykop oraz, znajdujący się w jego obrębie, kolektor.

### 3. Wyniki obliczeń numerycznych

W wyniku obliczeń numerycznych, wybranej do analizy konstrukcji drogi, uzyskano stan przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w rozpatrywanym modelu. Wyniki osiadania drogi są przedstawione na rysunku 2 oraz w tabelicy 2.



Rys. 2. Osiadanie konstrukcji drogi w zależności od grubości podbudowy oraz pory roku

Fig. 2 Settlements of roads embankment related to width and year's season

Tabela 2. Wybrane wartości maksymalnego osiadania dróg uzyskane z obliczeń numerycznych

Grubość podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem [mm]	Osiadanie drogi indywidualnej			Osiadanie drogi z katalogu		
	jesień, wiosna [mm]	lato [mm]	zima [mm]	jesień, wiosna [mm]	lato [mm]	zima [mm]
70	21,13	25,44	18,41	11,1	11,42	10,81
80	20,18	23,46	17,82	10,98	11,38	10,64
300	9,77	9,94	9,74	9,08	9,31	8,98

#### **4. Wnioski**

Uzyskane rezultaty analizy numerycznej pozwalają wysunąć następujące wnioski:

1. Decydujący wpływ na wartości osiadania konstrukcji drogi ma podbudowa pomocnicza, dobór jej grubości pozwala uzyskać niezbędną sztywność i ograniczenie zasięgu obszarów pracujących w stanie nośności granicznej.
2. Typowa konstrukcja drogi (wybrana z pozycji [1]) pracuje o wiele efektywniej i notuje się przy niej zdecydowanie mniejsze osiadania, aniżeli dla nawierzchni indywidualnej.

#### **5. Literatura**

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dziennik Ustaw Nr 43 poz. 430, 1999.
- [2] Piłat J., Radziszewski P.: Nawierzchnie asfaltowe, wyd. I, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
- [3] Pisarczyk S.: Mechanika gruntów, wyd. III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
- [4] Witryna internetowa GDDKiA [www.gddkia.gov.pl](http://www.gddkia.gov.pl): GDDP Biuro Studiów Sieci Drogowej: System Oceny Stanu Nawierzchni SOSN. Wytyczne stosowania, Warszawa, 2002.
- [5] Wiłun Z.: Zarys geotechniki, wyd. III, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.

### **MODELLING OF ROADS EMBANKMENT ON THE UNCONSOLIDATION OF THE MADE SOILS**

#### **Summary**

In this work the results of numerical analysis of the ground settlement of roads embankment are shown. The consolidation of the made soils in the road was insufficient. The thicknesses layers of the roads were assumed different. In this paper the estimation of the ground settlement for two the roads the constructions are calculate. The first road was design individual of the roads. The results are compared with the typical road.