

**dr inż. Stanisław Majer**  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Politechnika Szczecińska

**dr inż. Mariusz Kowalów**  
LGA Bautechnik GmbH  
Oddział w Polsce

## **Uwagi do specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych dotyczących robót ziemnych**

### **Comments to technical specification for construction works and final acceptance of earth works**

#### **Streszczenie**

Stosowanie specyfikacji technicznych wykonania o odbioru robót budowlanych w polskim drogownictwie datuje się od początku lat 90-tych XX wieku. Według aktualnych przepisów prawnych m.in. Prawo o zamówieniach publicznych, Warunki techniczne dla dróg specyfikacje techniczne to jedne z ważniejszych dokumentów na podstawie których prowadzone i odbierane są roboty budowlane. Stawia to przed specyfikacjami niezwykle duże wymagania, gdyż są one nadrzędne w stosunku do dokumentacji projektowej i kosztorysu ofertowego. W referacie zostaną przedstawione przykłady gdzie zamieszczone w specyfikacjach technicznych zbyt szczegółowe wymogi lub błędne podejście do właściwości jakie powinny charakteryzować zastosowane materiały, ogranicza zastosowanie materiałów mogących pełnić bez usterkowo powierzone im funkcje w zakresie robót ziemnych.

#### **Summary**

The application of technical specification for construction works and final acceptance in polish road construction started in 90-tirs of 20-century. In according to actual legal regulations for example low of advertised bidding, technical terms for roads construction – technical specifications are the most important documents for construction works and final acceptance of construction works. Therefore the technical specifications have to be made perfectly because they are more important than technical project and cost estimation. In this paper they are given some examples of request for construction materials for earth works which are unpractical.

## 1. Wprowadzenie

W polskim drogownictwie funkcjonują obecnie Ogólne Specyfikacje Techniczne (OST) opracowane na zlecenie GDDKiA (wcześniej GDDP) oraz Szczegółowe Specyfikacje Techniczne (SST), sporządzane na podstawie OST uwzględniające charakter zadania inwestycyjnego i szczegółowe rozwiązania technologiczne mające zastosowanie w danym projekcie.

Początek stosowania OST datuje się na rok 1992, kiedy to ukazały się drukiem dwie pierwsze OST dotyczące mieszanek mineralno-bitumicznych i powierzchniowego utrwalenia. Również w tym roku ukazało się zarządzenie Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych wprowadzające specyfikacje techniczne jako jedno z dokumentów przy zlecaniu robót na drodze przetargu. OST dotyczące drogownictwa i mostownictwa opracowywane są przez Branżowy Zakład Doświadczalny Budownictwa Drogowego i Mostowego. Szybkie opracowanie i wprowadzenie specyfikacji technicznych wyróżniło drogownictwo spośród innych dziedzin budownictwa i gospodarki.

Stosowanie specyfikacji technicznych w drogownictwie [1] doprowadziło do:

- wzrostu jakości budowanych obiektów i zwiększenia ich trwałości,
- zwiększenia wiedzy na temat technologii wykonywania robót,
- usprawnienia procesu inwestycyjnego,
- ustalenia zakresu i sposobu wykonania robót,
- usprawnienia odbioru robót – szczegółowe określenie rodzajów i zakresu poszczególnych odbiorów, wymaganych dokumentów do odbioru,
- uniknięcia zbędnych dyskusji interpretacyjnych pomiędzy stronami procesu inwestycyjnego w sytuacjach wątpliwych (zapisy w specyfikacjach technicznych są wiążące),
- umożliwienia ubiegania się o środki zewnętrzne – fundusze przedakcesyjne Unii Europejskiej, Banku Światowego i Europejskiego Banku Inwestycyjnego,
- stosowania procedur procesu inwestycyjnego zgodnych z regułami stosowanymi w krajach o gospodarce rynkowej.

Pozytywne doświadczenia w stosowaniu specyfikacji technicznych doprowadziły do tego, że znalazły one usankcjonowanie w „Warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie” [2], ustawie „Prawo o zamówieniach publicznych” [3] i rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego [4].

## 2. Zakres stosowania specyfikacji technicznych

Aktualnie ukazało się ponad 160 zeszytów z OST. Są one wzorcowym zbiorem przepisów i zasad wykonywania danego rodzaju robót. OST stanowią przede wszystkim materiał pomocniczy do opracowania SST. Same OST nie są dokumentem przetargowym i kontraktowym. Opisują one prawidłowe prowadzenie robót (czasami wariantowe) i rzadko zdarza się, aby SST wychodziły swoim zakresem poza informacje podane w OST. Stąd duża rola i znaczenie OST mimo ich formalnej nieobecności w dokumentach kontraktowych.

SST jest zbiorem wymagań opracowanych dla realizacji poszczególnego asortymentu robót na danej inwestycji. SST są formalnym dokumentem [1] wykorzystywanym na etapie:

- przetargu – określają zakres czynności i robót związanych z przedmiarem ofertowym i pozwalają prawidłowo ustalić cenę jednostkową do danej pozycji przez oferenta,

- umownym – stanowią załączniki do umowy wraz z innymi dokumentami obowiązują na kontrakcie, rezygnacja lub modyfikacja zapisów w SST rodzi konsekwencje formalno-prawne,
- wykonawczym – obowiązują one w zakresie: wykonania i jakości robót, wykonywanej kontroli nadzoru technicznego i odbioru robót.

Widać z tego, że SST to obecnie jedne z najważniejszych dokumentów wykorzystywanych przy prowadzeniu inwestycji budowlanych. W przypadku niejasnych, niekiedy nawet błędnych lub wzajemnie się wykluczających zapisów w SST może dochodzić do sytuacji konfliktowych. Bardzo częstym przypadkiem jest stosowanie zbyt wysokich wymagań w stosunku do stosowanych materiałów niezależnie od miejsca wbudowania i pełnionej funkcji w budowlu. Zapisy w SST powinny być zrównoważone i dotyczyć przede wszystkim parametrów i właściwości jakimi powinna charakteryzować dana warstwa materiału po wbudowaniu.

Zapisy w SST są nadrzędne w stosunku do dokumentacji projektowej (stąd też tendencja do marginalizacji opisu technicznego i części technologicznej) i kosztorysu ofertowego. Często nawet autorzy specyfikacji technicznych nie mogą zmienić zapisów, niepotrzebnych wymagań zawartych w SST z uwagi na to, że będzie to zmiana warunków realizacji umowy.

W dalszej części referatu zostaną przedstawione wymagania często zamieszczane w SST dotyczące robót ziemnych, które powodują ograniczenie zastosowania materiałów, które mogłyby być użyte w celu osiągnięcia zakładanych parametrów. Wynikają z tego poważne konsekwencje, zwłaszcza dla wykonawców dużych kontraktów realizowanych obecnie na polskich drogach.

### 3. Warstwa odsączająca

Warstwę odsączającą to warstwa ulepszonego podłoża stosowanego pod konstrukcją nawierzchni wtedy, gdy w podłożu występuje nieprzepuszczalny lub mało przepuszczalny grunt oraz nieszczelna konstrukcja nawierzchni. Warstwa ta odcina również dostęp podciąganej wodzie z podłoża gruntowego do warstw konstrukcji nawierzchni i zamulania jej frakcją pyłową i iłową, stąd często nazywana jest również warstwą odcinającą.

W specyfikacjach technicznych materiałom przeznaczonym na warstwę odsączającą stawia się dwa wymagania:

- dobrego zagęszczenia warstwy – wskaźnik jednorodności uziarnienia  $U > 5$ ,
- dobrej wodoprzepuszczalności – współczynnik filtracji  $k > 8 \text{ m/dobę}$ .

Z definicji warstwy odsączającej wynika, że stosujemy ją, gdy nawierzchnia jest otwarta i przepuszczalna (do nich na pewno nie można zaliczyć mieszczanek mineralno-asfaltowych) lub w podłożu gruntowym w strefie aktywnej tj. w zależności od kategorii ruchu od 25 do 75 cm występują grunty wątliwe lub wysadzinowe. Na pewno nie stosujemy jej przy kilkumetrowym nasypie wykonanego z gruntów niespoistych o wartości współczynnika filtracji  $k > 0,9 \text{ m/d}$ . Również przy coraz bardziej powszechnym stosowaniu stabilizacji gruntu (przeważnie cementem), obowiązkowego dla dróg klasy A i S oraz dróg obciążonych ruchem KR5 i KR6 [2], uzasadnienie stosowania warstwy odsączającej jest trudne. Powyżej przedstawiona sytuacja wynika czasami ze sprzecznych wymagań w obowiązujących przepisach i normatywach [5, 6].

Wracając jednak do przypadku, gdy zastosowanie warstwy odsączającej jest jak najbardziej zasadne powinny być spełnione jednocześnie dwa warunki:

- brak zamulenia warstwy filtracyjnej,

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 5 \quad (1)$$

– dobrego przepływu wody,

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} \geq 5 \quad (2)$$

gdzie:

$D_{15}$  – średnica oczek sita, przez które wg wykresu uziarnienia przechodzi 15% materiału przeznaczonego na warstwę odsączającą,

$d_{85}$  – średnica oczek sita przez które wg wykresu uziarnienia przechodzi 85% gruntu podłoża,

$d_{15}$  – średnica oczek sita, przez które wg wykresu uziarnienia przechodzi 15% gruntu podłoża.

To te właśnie warunki powinny być spełnione przy zastosowaniu warstwy odsączającej i występowaniu gruntów wątpliwych i wysadzinowych.

Wymagania zawarte w SST dotyczące wymaganego współczynnika filtracji  $k$  są jak najbardziej uzasadnione i zastępują wymóg określony wzorem (2). Wymagana wartość współczynnika filtracji dla warstwy odsączającej przez warunki techniczne [2] to 8 m/d, natomiast norma dotycząca drogowych robót ziemnych [7] wymaga stosowania na ostatnie 0,5 m nasypu gruntów o współczynniku filtracji większym od 5,2 m/d.

Problem pojawia się przy pierwszym warunku tj. dobrej zagęszczalności, czyli wartości wskaźnika jednorodności uziarnienia  $U$ . Jest on zdefiniowany za pomocą wzoru (3) jako stosunek średnicy ziarn, które wraz z mniejszymi stanowią 60% wagowo badanej próbki do średnicy efektywnej  $d_{10}$ .

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (3)$$

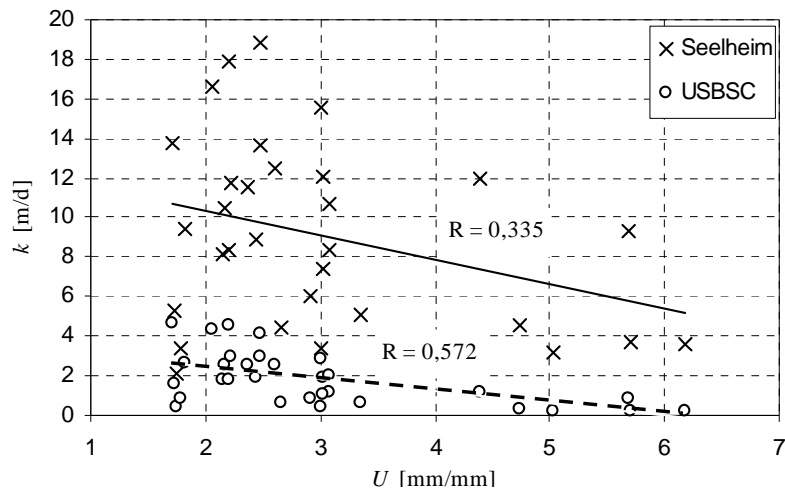
W literaturze dość często spotyka się zapis że grunty o wskaźniku  $U$  mniejszym od 5 to grunty równoziarniste [8] lub, że grunty dobrze zagęszczalne charakteryzują się wartości  $U > 4$  dla żwirów oraz  $U > 6$  dla piasków [9]. Nie można jednak arbitralnie twierdzić, że grunty o mniejszej wartości wskaźnika jednorodności uziarnienia nie da się zagęścić i że nie posiadają one odpowiedniej nośności. Podział ten nie uwzględnia postępu technologicznego w zakresie zagęszczania i możliwość stosowania najnowszych maszyn do wykonywania robót ziemnych.

Wartość wskaźnika jednorodności uziarnienia będzie większa od 5, gdy uziarnienie gruntu będzie dążyć do mieszanki o ciągłym uziarnieniu tzn. uziarnieniu stopniowanym gdzie ziarna mniejsze wypełniają wolne przestrzenie pomiędzy dużymi ziarnami. Jest to przeciwne z wymaganiem dobrej filtracji gruntu która zależy przede wszystkim od zawartości wolnych przestrzeni (np. wzór Hazena, tablice Beyera) i wielkości ziaren (wzór USBSC, Slichtera).

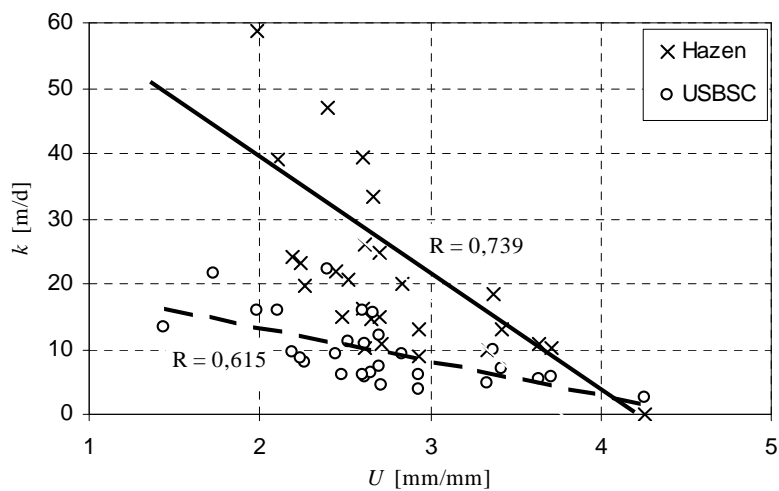
Tabl. 1. Charakterystyka badanych gruntów

Rodzaj gruntu	Liczebność	$U$	$k$ (USBSC)	$k$ (inna metoda)
Pd	31	1,7÷6,2	0,2÷4,7	2,1÷18,8 (Seelheima)
Ps	29	1,4÷4,3	2,6÷22,1	8,8÷84,2 (Hazena)
Po	36	2,6÷19,8	4,5÷58,5	7,3÷77,8 (Beyera)

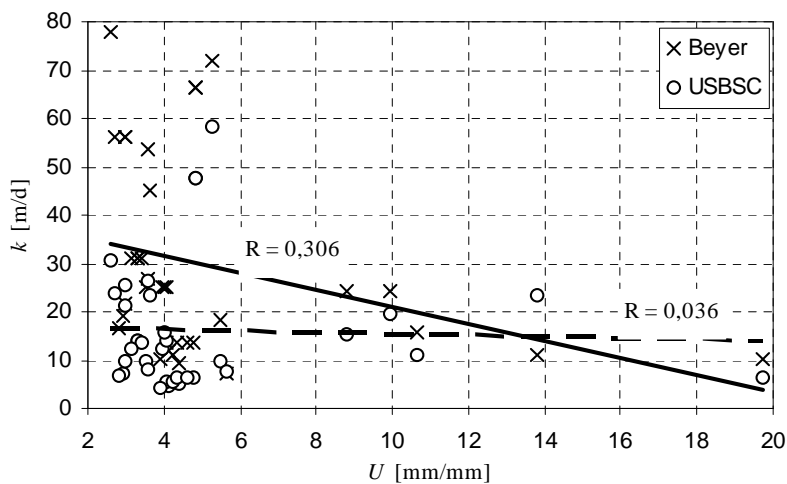
Dla zobrazowania tej zależności przedstawiono uzyskane zależności pomiędzy  $U$  a współczynnikiem filtracji  $k$  dla piasków drobnych, średnich i pospółek pobranych rejonu Pomorza Zachodniego. W tabl. 1 przedstawiono graniczne wartości parametrów  $U$ ,  $k$  dla badanych gruntów. Dla przebadanych gruntów określono wskaźnik jednorodności uziarnienia za pomocą programu Siewca, ustalono wartość współczynnika filtracji na podstawie krzywey uziarnienia różnymi metodami.



Rys. 1. Zależność  $k$  od  $U$  dla piasków drobnych



Rys. 2. Zależność  $k$  od  $U$  dla piasków średnich



Rys. 3. Zależność  $k$  od  $U$  dla pospółek

Zależność pomiędzy współczynnikiem filtracji obliczonych według wzorów USBSC, Beyera, Hazena i Seelheima a wskaźnikiem jednorodności uziarnienia  $U$  dla badanych gruntów przedstawiono na rysunkach nr 1, 2 i 3. Za miarę oceny istnienia i siły zależności przyjęto współczynnik korelacji  $R$ . Ocenę istotności zależności wykonano w oparciu o wartość współczynnika korelacji zgodnie z poziomami podanymi w tabelicy 2.

Tabl. 2. Interpretacja poziomu wartości współczynnika korelacji

Zakres wartości $R$	Interpretacja
$R < 0,2$	Brak związku
$0,3 < R < 0,4$	Zależność wyraźna, lecz niska
$0,4 < R < 0,7$	Zależność umiarkowana
$0,7 < R < 0,9$	Zależność znacząca
$0,9 < R$	Zależność bardzo silna

Widać wyraźnie, że dla badanych gruntów istnieje zależność odwrotna pomiędzy współczynnikiem filtracji a wskaźnikiem jednorodności uziarnienia tzn. im wyższe  $U$  tym mniejsze  $k$ . Oczywiście można szosować grunty spełniające obydwie wymagania stawiane w SST. Wiąże się to niestety przeważnie z dodatkowymi kosztami, których wykonawca nie przewidział podczas przygotowywania oferty. Wymagania stawiane materiałom przeznaczonym na warstwę odsączającą powinny dotyczyć:

- rodzaju użytego materiału np. piaski średnie, grube lub pospółki,
- uzyskania odpowiedniego wskaźnika zagęszczenia,
- odpowiedniej nośności materiału np.  $w_{noś} > 10\%$ ,
- dobrej wodoprzepuszczalności – współczynnik filtracji  $k > 8\text{m/dobę}$ .

Kryterium dotyczące wskaźnika jednorodności uziarnienia zastępuje w tym przypadku wymaganie dotyczące zagęszczalności materiału tzn. uzyskanie pozytywnych wyników na poletku doświadczalnym przy zachowaniu odpowiedniej nośności warstwy.

#### 4. Wykonanie nasypów

Często spotykanym sformułowaniem w specyfikacjach technicznych dotyczącym robót ziemnych jest zapis, że do wykonania nasypów nie nadają się grunty o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $U < 3$ . Dotyczy to niejednokrotnie gruntów możliwych do pozyskania z wykopu.

Sztywne stosowanie zapisu odnośnie minimalnej wartości  $U$  zamieszczanego w specyfikacjach często prowadzi do błędnych i nieracjonalnych decyzji. Wartość wskaźnika  $U$  w granicach niewiele poniżej 3 nie powinna z zasady dyskwalifikować danego materiału.

Prawdą jest, iż grunty o coraz niższej wartości wskaźnika  $U$  będą wykazywać problemy z uzyskaniem odpowiedniego zagęszczenia, a przy wartości  $U < 2$  grunty są praktycznie niezagęszczalne.

Należy przyjąć że grunty o wskaźniku  $U < 3$  należą do gruntów trudno zagęszczanych ale nie niezagęszczalnych. Przy zachowaniu odpowiedniej technologii – utrzymania odpowiedniej wilgotności, dobrania częstotliwości i amplitudy zagęszczania, zastosowania odpowiedniego sprzętu uzyskanie odpowiedniego  $I_s$  jest możliwe.

Przytaczana już norma na drogowe roboty ziemne [7] rzeczywiście w pkt 2.8.2 podaje, że wskaźnik jednorodności uziarnienia  $U$  powinien wynosić, co najmniej 3, jednak od razu

podaje, że grunty o wskaźniku mniejszym nadają się warunkowo, jeżeli uzyska się wstępne pozytywne rezultaty na poletku doświadczalnym w zakresie wymaganego zagęszczenia.

Wykonawca używając grunt o wskaźniku  $U < 3$  bierze na siebie odpowiedzialność uzyskania odpowiednich parametrów dla wykonywanego nasypu, czyli odpowiedniego zagęszczenia i nośności. W przypadku, kiedy nie uzyska wymaganych parametrów na własny koszt musi dany materiał usunąć i zastąpić go nowym o takich właściwościach, aby uzyskać zakładane w dokumentacji technicznej i specyfikacji technicznej parametry. Zapis taki znajduje się w wymaganiach ogólnych specyfikacji technicznych i dobrze reguluje kwestie użycia odpowiedniego materiału do budowy nasypów. W przypadku gruntów użytych do budowy nasypów wymagania specyfikacji technicznej powinny dotyczyć:

- rodzaju użytego materiału,
- wysadzinowości gruntu,
- odpowiedniej nośności materiału,
- uzyskania wymaganego zagęszczenia.

## **5. Podsumowanie**

Stosowanie Specyfikacji Technicznych w drogownictwie przyczyniło się do podniesienia jakości robót i usprawnienia procesu inwestycyjnego. Obecna rola specyfikacji technicznych w stosunku do innych dokumentów wymusza, aby były one jak najwyższej jakości. Głównym zadaniem SST jest sformułowanie wymagań odnośnie jakości tzn. podanie częstotliwości badań kontrolnych, ustalenie zasad przeprowadzenia odbioru wykonanej warstwy i parametrów jakimi powinna charakteryzować się wykonana warstwa lub element konstrukcji. Zbyt ściśle, czasami mechaniczne kopiowanie zapisów z OST i sztywna interpretacja zapisów specyfikacji technicznych przez nadzór prowadzi czasami do niepotrzebnych sytuacji konfliktowych.

W niniejszym referacie przedstawiono uzasadnienie, iż często zawarte w SST zapisy dotyczące minimalnych wartości wskaźnika jednorodności uziarnienia  $U$  są niepraktyczne i ograniczają stosowanie materiałów, które po wbudowaniu mogą osiągnąć wymagane parametry.

Wymagania stawiane dla materiałów wykorzystywanych do robót ziemnych w specyfikacji technicznych powinny wynikać z funkcji jaką dana warstwa ma pełnić w korpusie drogi i dotyczyć przede wszystkim:

- rodzaju użytego materiału,
- wysadzinowości gruntu,
- współczynnika filtracji,
- nośności materiału,
- uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

## **Literatura**

[1] [www.drogowa.strefa.pl](http://www.drogowa.strefa.pl)

[2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 43 z 1999 r. poz. 430

[3] Ustawa „Prawo zamówień publicznych”. Dz.U. Nr 19 z 2004 r. poz. 177

[4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych

wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego. Dz.U.  
Nr 202 z 2004 r. poz. 2072

- [5] Turzyniecki K.: Nieład w terminologii konstrukcji nawierzchni. Drogownictwo nr 1/2000 str. 16-22
- [6] Wilczek J.: Warstwa odsączająca, mrozoochronna to podbudowa czy podłoże ulepszone. Drogownictwo nr 4/2000 str. 101-103
- [7] PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
- [8] Wiłun Z.: Zarys geotechniki. WKŁ, Warszawa 1987
- [9] Czyżewski K., Wolski W., Wójcicki S., Żbikowski A.: Zapory ziemne. ARKADY, Warszawa 1973