

# Przykłady współpracy ITB z wykonawstwem budowlanym

Współczesne budowle wymagają nie tylko specjalistycznej wiedzy, ale także bardzo dobrej organizacji. Coraz bardziej złożony proces budowlany, a także zmiana wymagań co do kwalifikacji i umiejętności wykonawcy spowodowały zmianę podejścia do jakości. O ile wcześniej większą wagę przykładano do tzw. kontroli robót, o tyle obecnie, przy nowoczesnym podejściu, zwraca się uwagę na zapewnianie jakości na poszczególnych etapach procesu budowlanego. Instytut Techniki Budowlanej, rozpoczynając ponad dziesięć lat temu współpracę z wykonawstwem budowlanym przy dużych realizacjach, zaproponował nie tylko nowoczesną technologię betonu, ale także nadzór i kontrolę nad robotami betonowymi zgodne z wymaganiami systemu jakości. Oznaczało to, że nadzorowane jednostki, współuczestniczące w procesie, musiały przyjąć odpowiednie procedury postępowania i przystosować je do harmonogramu budowy oraz stopnia skomplikowania konstrukcji.

Od tego czasu Instytut, jako dostawca usług naukowo-badawczych, uczestniczy w największych realizacjach robót betonowych na obiektach inżynierskich w Warszawie. Współpracę z wykonawstwem opiera na zasadach systemu zarządzania jakością według normy ISO 9001[1]. W organizacjach, które nie znały zasad systemu zarządzania, Instytut wdrażał elementy systemu poprzez szkolenie, a w przedsiębiorstwach, które posiadały system jakości, wymagania nadzoru ITB były dostosowywane do istniejących w nich procedur. Przyjęto zasadę, że pomiędzy wszystkimi uczestnikami realizacji wprowadzony zostanie ujednolicony tryb postępowania. W ten sposób opracowane przez Zakład Betonu ITB procedury dostoso-

wywano do wszystkich uczestników realizacji projektu, bez względu na ich wielkość, ilość personelu wykonawczego oraz poziom zaawansowania wiedzy o systemie zapewnienia jakości oraz stopień skomplikowania wznoszonego obiektu. Ilość nadzorowanych obiektów i przede wszystkim wysokie wymagania jakościowe w stosunku do budowy wymagały zaangażowania nie tylko specjalistów o wysokich kompetencjach, ale także dużej odpowiedzialności za bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji. W artykule przedstawiono główne założenia i filozofię postępowania przy realizacji ważnych przedsięwzięć budowlanych, w których ITB był uczestnikiem, oraz podano przykłady nadzorowanych budowli.

## Podstawowe elementy systemu zarządzania jakością stosowane w praktyce

Jednym z zasadniczych elementów systemu zarządzania jakością jest dokładne określenie **obowiązków, odpowiedzialności i uprawnień**<sup>1</sup>. Organizacja<sup>2</sup> odpowiedzialna za jakość swoich usług budowlanych i uczestnicząca w procesie inwestycyjnym, jeśli nie dysponuje odpowiednimi umiejętnościami lub personelem, jest zobowiązana do wyboru odpowiednich dostawców usług w zakresie niezbędnym dla wypełnienia określonych zadań i **obowiązków**. Realizatorzy dużych projektów budowlanych w Warszawie angażowali Zakład Betonu ITB jako **dostawcę usług w zakresie kontroli produkcji i badań** betonu, technologii jego wbudowania w obiekt oraz pielęgnacji betonu w konstrukcji. Różne fazy realizacji projektu, dopasowywane do specyficznych zasad organizacji budowy, wymagały określenia zakresu **odpowiedzialności organizacji** zaangażowanej w projekt, a w miarę postępu prac zakres ten był odpowiednio modyfikowany.

Fot. 1. Wiadukt, al. Krakowska (1992)



fol. Archiwum

Fot. 2. Centrum Handlowo-Rozrywkowe – plac Grunwaldzki. Pielęgnacja płyty fundamentowej. Budowa w trakcie realizacji (2005)



fol. Archiwum



fol. Archiwum

Fot. 3. Budowa pylonu mostu Siekierkowskiego (2003)

Każda działalność budowlana ze względu na różnicowane i zmieniające się warunki oraz wymagania każdorazowo powiązane z projektem ma zazwyczaj charakter unikalny. Dodatkowo, każde działanie musi uwzględniać aspekty ekonomiczne i być zgodne z wymaganiami bezpieczeństwa i zasadami wynikającymi z przepisów Prawa budowlanego. ITB był świadomy tych wymienionych uwarunkowań, ale przede wszystkim polegał na wiedzy i kompetencji personelu.

System zarządzania jakością, szczególnie przy tego rodzaju działalności, powinien być widoczny przede wszystkim poprzez dobry **przepływ informacji jakościowej** pomiędzy organizacjami zaangażowanymi w realizację projektu. **Zarządzanie informacją** ma decydujące znaczenie dla uzyskania właściwego, efektywnego współdziałania w ramach zaangażowanych jednostek oraz wyjaśnia wzajemne odniesienia między przepływem informacji a hierarchią dokumentów. Taki system zarządzania powoduje, że informacja jest odpowiednia, pełna i „na czas” [1,2].

Zastosowane elementy systemu jakości przyniosły następujące korzyści wykonawstwu budowlanemu:

- wprowadziły zachowania, które stały się standardem
- dokładnie określili zakresy obowiązków i odpowiedzialności oraz wyszczególniali uprawnienia osób i organizacji do podejmowania decyzji
- określili kryteria akceptacji i oceny określonych zadań
- uwidoczniły podejmowanie decyzji, tych dobrych oraz złych.

Do dnia dzisiejszego współpracujące z Instytutem podmioty gospodarcze wdrożyły i zachowały wyuczony sposób postępowania i konsekwentnie go kontynuują. W celu zapewnienia sprawnej i wzajemnej komunikacji pomiędzy zespołem ITB a organizacjami zaangażowanymi w proces budowlany przed każdą realizacją określano tryb postępowania przedstawiciele do współdziałania i wymiany informacji. Prawidłowy przepływ informacji jakościowej przyjęto więc za podstawę realizacji kontroli i nadzoru budowanych obiektów.

Przed rozpoczęciem każdej realizacji dokonywano **przeglądu projektu, specyfikacji technicznej** i poddawano pod dyskusję nietypowe wymagania oraz treść różnych dokumentów. Zapoznawano się ze strukturą organizacyjną uczestników realizacji, ich wzajemnymi powiązaniami, po to, aby upewnić się, że wszystkie strony są odpowiednio poinformowane o zobowiązaniach odnośnie tych samych **celów w zakresie jakości**. Szczegółowo uzgadniano podstawowe punkty współdziałania oraz uprawnione źródła informacji.

Uczestników przedsięwzięcia obowiązywał podstawowy wypracowany wspólnie dokument, tzw. **Plan Zarządzania Jakością (PZJ)** [3] nazywany często **Planem Jakości**.

Dokument, w swoim minimalnym zakresie obejmował:

- deklarację polityki jakości i jej wymierne cele
- zakresy działania i wzajemne powiązania organizacyjne uczestników przedsięwzięcia
- upoważnienia i odpowiedzialność organizacji oraz jej dostawców
- procedury wykonawcze i operacyjne.

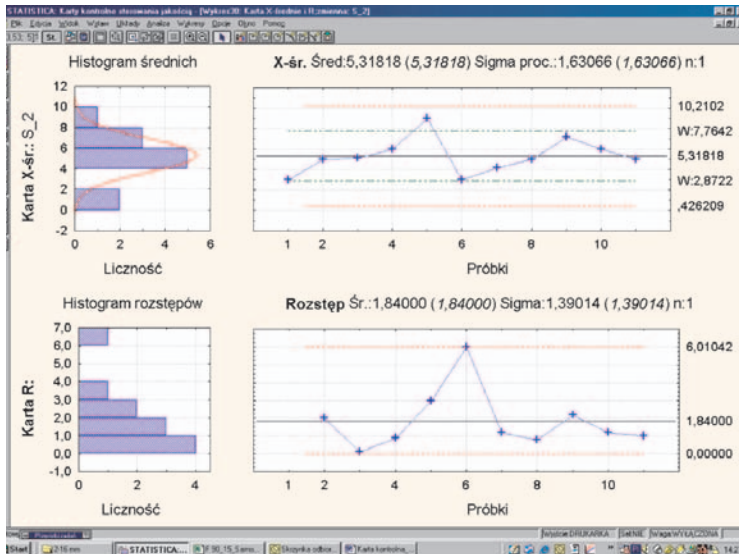
W trakcie realizacji budowy Planu Jakości, z różnych powodów, ulegały zmianie i wymagały korekty. Do obowiązku nadzoru ITB należał przegląd projektowania betonu, technologii jego produkcji, wbudowania i pielęgnacji. Korygowane przez ITB Plany Jakości i dostosowane do aktualnych i bieżących uwarunkowań na budowie (np. warunków meteorologicznych) były rozpowszechniane wśród wszystkich uczestników realizacji. Na ostatnim etapie dokument zatwierdzany przez inżyniera budowy był wdrażany do realizacji.

Zadaniem nadzoru ITB było przede wszystkim zabezpieczenie realizacji polityki inwestora i generalnego wykonawcy obiektu. Właściwe zrozumienie polityki jakościowej przez wszystkich uczestników procesu budowlanego nie było łatwe, a przekazywanie jej w zrozumiałej formie, na każdym poziomie organizacyjnym dostawców, wymagało wielu szkoleń. Ustalone i ustanowione przez organizację **procedury** porządkowały tryb postępowania, zapewniały spełnienie wymagań inwestora i gwarantowały realizację tej polityki. Stanowiły także podstawę efektywnej współpracy pomiędzy wszystkimi jednostkami.

Dobrym przykładem współpracy wielu uczestników może być procedura **przeglądu umowy**. Przed realizacją każdego projektu nadzór ITB audytował prawidłowość zawartych umów pomiędzy producentami betonu a dostawcami materiałów do jego produkcji. Przedmiotem audytu był tryb postępowania na zgodność z wymaganiami Prawa budowlanego oraz norm przedmiotowych. Szczególną uwagę zwracano na umowy dotyczące producentów betonu wysokiej trwałości przeznaczonego do konstrukcji pylonów mostów warszawskich: Świętokrzyskiego i Siekierskiego. Przed zawarciem umów składniki do betonu podlegały szczegółowej selekcji, a następnie kwalifikacji na podstawie badań, a u dostawców materiałów sprawdzano system sprawowania nadzoru nad **dostarczaniem**. Szczególnie wymagania dotyczące **dostarczenia** materiałów do betoniarni specyfikowano w umowach.

Jak wspomniano wcześniej, zespół ITB dokonywał również **kontroli i weryfikacji projektu wyrobu**, czyli kontrolował projektowanie składu betonu, przeprowadzał weryfikację zmian w projekcie i nadzorował te zmiany. **Dane wejściowe do projektu**, takie jak podstawowe właściwości materiałów, uwarunkowania produkcyjne dotyczące składowania i przechowywania składników betonu oraz warunków zewnętrznych, były monitorowane od początku wznoszenia obiektu aż do jego zakończenia. Monitoring wybranych właściwości materiałów do betonu prowadzono przy wykorzystaniu narzędzi statystycznych stosowanych w systemie zarządzania jakością. Poniżej zaprezentowano przykład zastosowania karty Shewharta<sup>3</sup> do kontroli uziarnienia kruszyw w procesie jego klasyfikacji u jednego z dostawców (rys. 1). Granice kontrolne na karcie Shewharta znajdują się w odległości 3 sigma i 1,5 sigma po każdej stronie linii centralnej, gdzie sigma jest odchyleniem standardowym wykreślonej właściwości w każdym podzbiorze należącym do danej populacji.

Z kolei przed każdym betonowaniem konstrukcji dane wyjściowe z monitorowania procesu wbudowania betonu w obiekt stanowiły podstawę do ewentualnych korekt w składzie betonu.



Rys. 1. Przykładowa karta kontrolna Shewharta do kontroli uziarnienia kruszywa

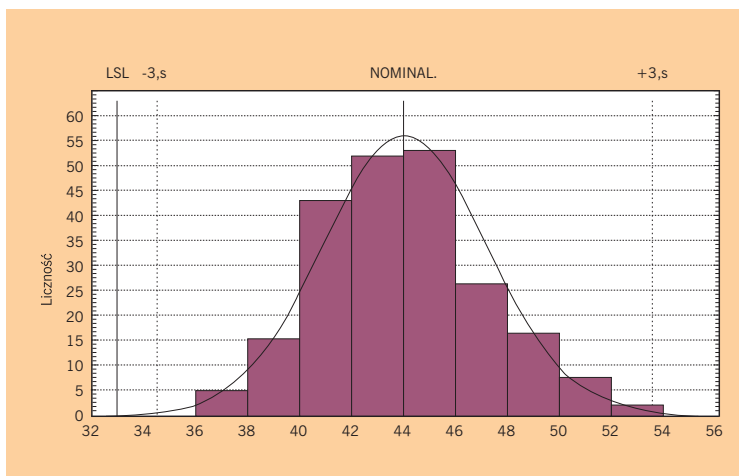
Zespół nadzoru ITB wdrożył również takie ważne procedury, jak **zakupy, nadzorowanie wyrobu niezgodnego z wymaganiami czy identyfikacja i identyfikowalność**. Najważniejsze procedury dotyczyły jednak kontroli procesu. Kontrola procesu gwarantowała bowiem:

- zastosowanie odpowiedniego projektu wyrobu zgodnie z zamówieniem
- użycie do produkcji wyrobu odpowiednich procedur i instrukcji technologicznych
- zastosowanie odpowiednich urządzeń, a także właściwych warunków środowiskowych
- monitorowanie, kontrolę i badania określonych parametrów procesu, oraz właściwości wyrobu
- dopuszczenie odpowiednich procesów
- wykonanie wyrobu zgodnie z odpowiednimi normami, Planami Jakości i uregulowaniami prawnymi

Tablica 1. Analiza statystyczna wyników badań wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu klasy C30/37

Lp.	parametr	wartość
1	populacja	200
2	średnia, MPa	44,0
3	min, MPa	37,3
4	max, MPa	52,5
5	rozstęp, MPa	15,2
6	wariancja, MPa <sup>2</sup>	9,9
7	odchylenie standardowe, MPa	3,15

Rys. 2. Histogram wyników badań wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu. Na rysunku zaznaczono dolną granicę kontrolną (LSL)



– zatrudnienie personelu o odpowiednich kwalifikacjach.

Przy takich dużych realizacjach niezbędne było określenie trybu **kontroli i badań**. Zakres kontroli obejmował: kontrolę właściwości betonu, sprawdzenie operacji i działań w procesie wytwarzania, układania i pielęgnacji betonu. W niektórych okolicznościach do zadań ITB należały decyzje o pracach zapobiegawczych, naprawczych, o częstotliwości pobierania próbek, o monitorowaniu warunków meteorologicznych itp. Na bieżąco wykonywano dokumentację fotograficzną dot. postępu prac, elementów budowli i szczegółów konstrukcyjnych. Identyfikacja stanu **kontroli i badań** betonu była określona w procedurach i dotyczyła kontroli dostaw, badań wyrobu w trakcie produkcji i badań końcowych. Identyfikacja statusu kontroli i badań (identyfikatory wprowadzone przez ITB) gwarantowała, że jedynie beton, który pomyślnie przeszedł niezbędne kontrole i badania, był wbudowywany w obiekt.

Poniżej przedstawiono przykładowy histogram i karty kontrolne Shewharta dla wyników badań wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu klasy C30/37, wykonywanych w okresie 20 dni dla populacji 200 wyników uzyskanych na próbkach sześciennych 15x15x15 cm (nadzór przy realizacji budowy hotelu w Warszawie w 2004 r.). Na podstawie analizy statystycznej przeprowadzono kontrolę zgodności wytrzymałości na ściskanie betonu klasy C30/37 zgodnie z PN-EN 206-1. Zgodnie z wymaganiami wg pkt 8.2.1.3 PN-EN 206-1 obowiązuje kryterium 1:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1,48 \sigma$$

gdzie:

$f_{cm}$  – średnia wytrzymałość betonu na ściskanie

$f_{ck}$  – wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie,  $f_{ck} = 37\text{MPa}$

$\sigma$  – odchylenie standardowe, równe 3,15MPa

$$f_{cm} = 44,0 \geq 37 + 1,48 \cdot 3,15 = 41,7$$

Zgodnie z wymaganiami wg pkt 8.2.1.3 PN-EN 206-1 obowiązuje kryterium 2:

$$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$$

gdzie:

$f_{ck}$  – wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie,  $f_{ck} = 37\text{MPa}$

$f_{ci}$  – dowolny pojedynczy wynik badania

$$f_{ci} = 37,3 \geq 37 - 4 = 33$$

### Podsumowanie

Institut Techniki Budowlanej w Warszawie, rozpoczynając współpracę z wykonawstwem budowlanym przy realizacji największych projektów w centrum stolicy, takich jak most Świętokrzyski i Siekierkowski, wiadukt Popiełuszki, tunel Wisłostrady czy też przy aktualnie prowadzonej budowie metra warszawskiego zadeklarował nie tylko swoją wiedzę, ale także nowoczesne metody menedżerskie. Nadzorowane jednostki, które wykonały w Warszawie prestiżowe obiekty inżynierskie, doceniły wagę jakości w wykonawstwie budowlanym i z powodzeniem realizują nadal programy zarządzania jakością.

Przedstawione zasady postępowania dowiodły, że współpraca wykonawstwa budowlanego z jednostką naukowo-badawczą zapewnia zastoso-

ciąg dalszy na s. 47



organizując cykl obszernych szkoleń dla projektantów i przedsiębiorstw.

Doświadczenia uzyskane w czasie tych szkoleń były podstawą do wydania w 2004 r. przez Polski Cement książki „Beton według normy PN-EN 206-1 – komentarz” pod redakcją prof. Lecha Czarnieckiego. Książka przedstawia aktualną wiedzę nt. unormowań dla technologii betonu, wyjaśniając zawitości nowego podejścia do oceny zgodności z wymaganiami.

Zakres norm europejskich wprowadzonych do norm polskich w zakresie betonu i materiałów pokrewnych jest już bardzo szeroki. Oprócz normy 206 są to dokumenty wymagań dla:

- Popiół lotny (harmonizowana w 2005 r.) i metody badań popiołu
- Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych i metody badań zaczynu
- Osłony kabli sprężających (zharmonizowana w 2004 r.) i metody badań osłon kabli
- Domieszki do betonu (zharmonizowana w 2002 r.) i metody badań domieszek (obecnie w trakcie pierwszej weryfikacji)
- Badania mieszanki betonowej (7 norm)
- Badania betonu (8 arkuszy)
- Badania betonu w konstrukcji (3 metody)
- Woda zarobowa.

W fazie ankiety jest europejska norma dla pyłu krzemionkowego do betonu. W fazie opracowywania są normy dla włókien stalowych i polimerowych oraz betonu zbrojonego włóknami. W fazie ankiety CEN są dwie podstawowe normy dla torkretu, które będą wprowadzone, gdy zostanie opracowanych i ustanowionych siedem norm dla metod badań torkretu.

Zaczyna zamykać się zestaw norm dla materiałów i systemów do napraw konstrukcji betonowych. To 10 obszernych norm podstawowych serii 1504, o zakresie merytorycznym wykraczającym poza same materiały naprawcze. Z tej serii dwie są już ustanowione jako PN, a trzy dalsze w fazie projektów roboczych. Zestaw norm dla badań materiałów naprawczych liczy ok. 70 pozycji, z czego większość już ustanowiono jako PN drogą tłumaczenia, a pozostałe drogą uznania. Wiele z tych norm ma charakter uniwersalny i ich zastosowanie nie ogranicza się do materiałów naprawczych. Są to np. badania karbonatyzacji, wnikania chlorków, wpływu materiału na korozję stali zbrojeniowej, trwałości betonu w warunkach agresji czy różne techniki badania przyczepności.

Nowe przepisy niełatwo torują sobie drogę do uczestników procesu budowania. Stare przyzwyczajenia, podobieństwo niektórych norm do dotychczasowych norm polskich, nadinterpretacja pojęcia nieobligatoryjności norm, niechęć do szukania informacji o nowych regulacjach powodują, że nowe przepisy nie zawsze są stosowane tam, gdzie stosowane być powinny.

Wytwórnice betonu są tu, i powinny być, motorem wprowadzania nowych wymagań, gdyż producenci betonu powinni rozmawiać z kontrahentami językiem normy PN-EN 206-1 i norm z nią związanych.

**dr inż. Edward Kon**  
**Zakład Betonu**  
**Instytut Techniki Budowlanej**

ciąg dalszy ze s. 44

wanie betonu o jednorodnym składzie i powtarzalnych właściwościach, zgodnych z wymaganiami projektu i specyfikacji technicznej.

**dr inż. Alicja Grodzicka**  
**adiunkt w Zakładzie Betonu**  
**Instytutu Techniki Budowlanej**  
**menadżer jakości EOQ**

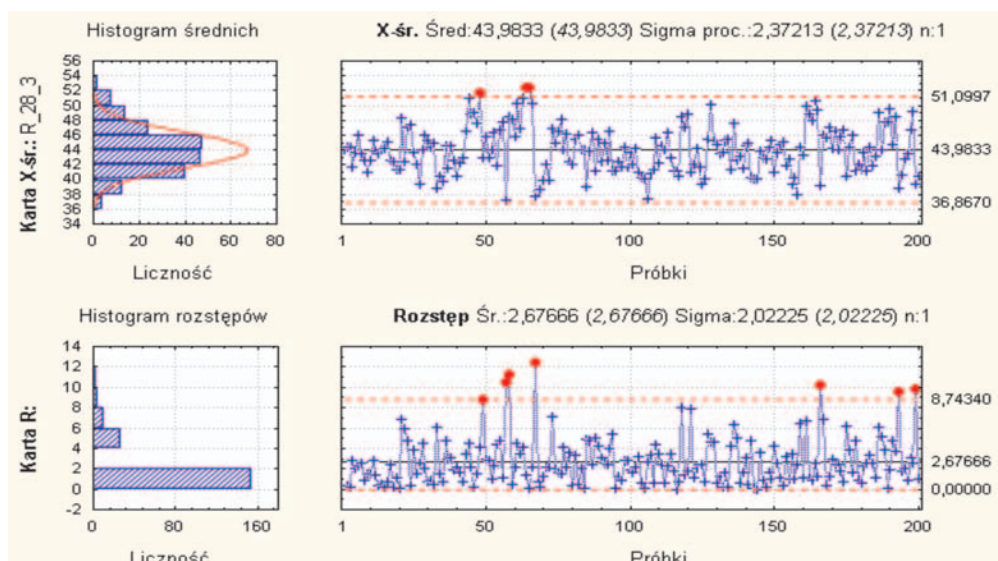
Przypisy

- 1 Wszystkie elementy systemu zarządzania jakością przedstawiono czcionką pogrubioną
- 2 Na ogół był to generalny wykonawca robót inżynierskich

3 Karta kontrolna Shewharta jest graficzną metodą statystyczną o zasadniczym znaczeniu dla sterowania produkcją. Karta kontrolna została zaproponowana po raz pierwszy w 1924 r. przez dr. Waltera Shewharta [4]

Literatura

- 1 ISO 9001: 2000 Quality management systems – Requirements
- 2 ISO 9000:2000 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary
- 3 ISO 10005:1995 Quality management – Guidelines for quality plans
- 4 PN-ISO 8258+ACI:1996 Karty kontrolne Shewharta.



Rys. 3. Karta kontrolna Shewharta wartości średniej i rozstępu wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania betonu klasy C30/37. Na rysunku zaznaczono granice kontrolne na poziomie 3sigma