

Wymiarowanie, tolerowanie i pomiary geodezyjne obiektów budowlanych w ujęciu norm PN-ISO (część I)

Pomiary budowlane

WIESŁAW PAWŁOWSKI, STEFAN PRZEWŁOCKI

Normalizacyjne Komisje Problemowe nr 231 ds. Koordynacji i tolerancji wymiarów w budownictwie oraz nr 255 ds. Geodezji dla potrzeb budownictwa – powołane przez Polski Komitet Normalizacyjny dla wprowadzenia norm międzynarodowych ISO do norm polskich – opracowały nowe normy ustanowione bądź skierowane do ustanowienia jako normy PN-ISO.

Normy te opracowano metodą tłumaczenia pełnej treści norm międzynarodowych opracowanych przez Komitet Techniczny ISO/TC59 „Obiekty budowlane”, uzupełniając każdą z norm o przedmowę krajową i objaśnienia w tekście oraz informacje dotyczące norm z nią związanych.

Ustanowione normy PN-ISO oraz skierowane do ustanowienia projekty norm PrPN-ISO można podzielić na trzy podstawowe grupy tematyczne dotyczące: koordynacji modularnej, tolerancji wymiarów oraz metodyki pomiarowej.

W zakresie koordynacji modularnej definiuje się i ustala wartości modułów dla poziomych i pionowych wymiarów elementów i zespołów konstrukcyjnych obiektów budowlanych.

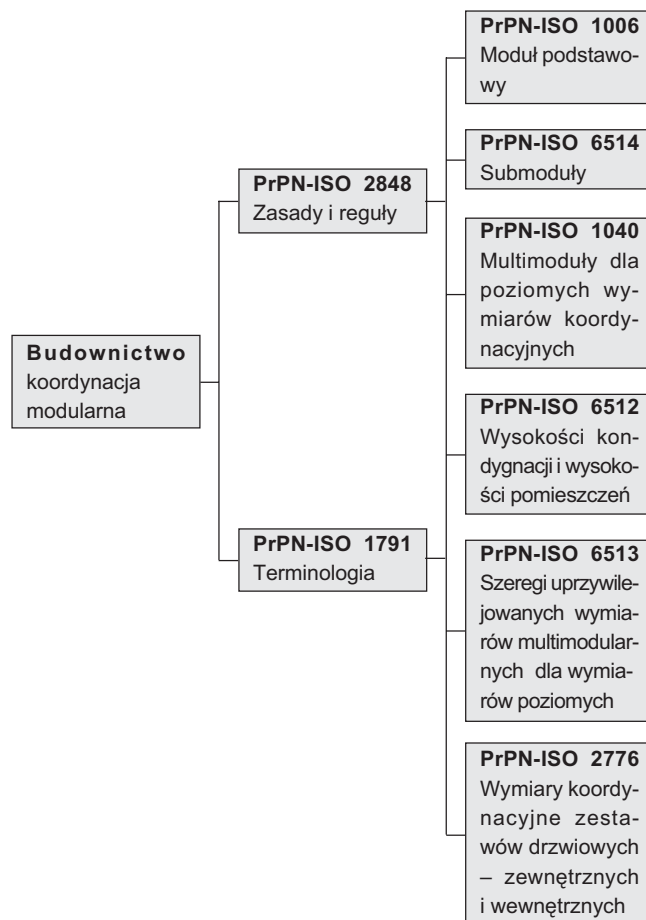
W grupie tematycznej dotyczącej tolerancji wymiarów definiuje się wszystkie rodzaje odchyłek i tolerancji występujących w procesie wytwarzania elementów budowlanych oraz tyczenia i montażu obiektów budowlanych. Odchyłki te stanowią podstawę oszacowania tzw. zmienności wymiarów i jej wpływu na uzyskanie oczekiwanego pasowania elementów podczas montażu. Tolerancje z kolei określają wartości odchyłek granicznych dopuszczonych w projekcie i stanowią jednocześnie podstawę oceny zgodności geometrycznej wykonanego obiektu budowlanego z projektem.

Grupa tematyczna dotycząca metodyki pomiarowej stanowi zabezpieczenie metrologiczne niezbędne dla wyznaczania wartości określonych cech geometrycznych elementów i zespołów konstrukcyjnych obiektów budowlanych, wskazując każdorazowo metodę pomiaru, jego zakres i dokładność oraz zalecane instrumenty pomiarowe.

Koordynacja modularna w budownictwie

Projekty norm PrPN-ISO z zakresu koordynacji modularnej tworzą spójną grupę tematyczną obejmującą aktualnie osiem norm, których tytuły i wzajemne powiązania przedstawiono na schemacie (rys. 1).

- PrPN-ISO 2848 wskazuje, że koordynacja modularna:
 - ułatwia współpracę pomiędzy projektantami budowlanymi, producentami, sprzedawcami, przedsiębiorcami budowlanymi i władzami,



Rys. 1. Projekty norm PrPN-ISO z zakresu koordynacji modularnej

- umożliwia wymiarowanie w pracach projektowych w taki sposób, aby obiekty budowlane mogły być wzniesione ze znormalizowanych komponentów, bez zbędnego ograniczania swobody projektowania,

- zezwala na stosowanie elastycznego podejścia w normalizacji, co sprzyja ograniczeniu liczby znormalizowanych komponentów budowlanych przeznaczonych do wznoszenia różnych obiektów budowlanych,
- optymalizuje liczbę znormalizowanych wymiarów komponentów budowlanych,
- sprzyja wymienialności komponentów, niezależnie od rodzaju zastosowanego materiału, ich kształtu lub metody produkcji,
- upraszcza czynności na budowie przez usprawnienie rozmieszczenia, ustawienia i montażu komponentów budowlanych,
- zapewnia koordynację wymiarową pomiędzy instalacjami (wyposażeniem, elementami składowymi, innymi wbudowanymi elementami wnętrza itp.) oraz pozostałą częścią obiektu budowlanego.

Podstawę koordynacji modularnej stanowią:

- a) moduł podstawowy jako zasadnicza jednostka miary stosowana w koordynacji modularnej,
- b) multimoduły znormalizowane będące wybranymi, całkowitymi wielokrotnościami modułu podstawowego,
- c) układ odniesienia określający przestrzeń i strefy koordynacji dla elementów budowlanych oraz komponentów będących ich częściami składowymi,
- d) zasady umieszczania komponentów budowlanych w układzie odniesienia,
- e) zasady ustalania wymiarów modularnych komponentów budowlanych w celu określenia ich wymiarów roboczych, uwzględniających odchyłki produkcyjne oraz odchyłki tyczenia i montażu obiektu budowlanego,

f) zasady określania szeregów zalecanych wymiarów modularnych komponentów budowlanych i koordynowania wymiarów obiektów budowlanych.

● PrPN-ISO 1791 podaje następujące terminy i określenia związane z projektowaniem i wykonawstwem obiektów budowlanych zgodnie z zasadami koordynacji modularnej wg PrPN-ISO 2848:

■ **koordynacja wymiarowa** – ustalenie współzależności między wymiarami koordynacyjnymi odnoszącymi się do komponentów i obiektów budowlanych na etapie projektowania, produkcji i montażu,

■ **koordynacja modularna** – koordynacja wymiarowa oparta na module podstawowym lub multimodule,

■ **komponent** – wyrób budowlany wykonany jako odrębna jednostka o określonych wymiarach w trzech kierunkach; komponent jest przeznaczony do wbudowania (zainstalowania w obiekcie budowlanym) lub jest wbudowany (zainstalowany) w określonych wymiarach i kształcie, np. płyta stropowa, okno, wanna, kocioł c.o. itp.; szczególnym przypadkiem komponentu jest element prefabrykowany,

■ **komponent modularny** – komponent, którego wymiary koordynacyjne są modularne,

■ **element** – funkcjonalna część obiektu budowlanego utworzona z materiałów budowlanych i/lub komponentów budowlanych,

■ **element modularny** – element, którego wymiary koordynacyjne są modularne,

■ **moduł** – jednostka miary liniowej stosowana w koordynacji modularnej jako krok wymiarowy,



str. 28



PENTAX®

Specjalna promocja:

14 950 zł

Za tak niską cenę otrzymasz total station o następujących parametrach:

- dokładność pomiaru kąta – 5"
- dokładność pomiaru odległości – 3 mm + 3 ppm
- maksymalny czas pomiaru odległości – 2 s
- 9 wewnętrznych programów kalkulacyjnych

Przyjdź i zobacz



EOPRYZMAT

Geodezja to nasza pasja

Wyłączny przedstawiciel firmy PENTAX w Polsce

05-090 Raszyn, ul. Mieszka I 49,

tel./fax (0 22) 720-28-44, tel. 0 601 34-71-34

- **moduł podstawowy** – moduł stosowany w koordynacji modułowej, którego wartość jest wybrana do powszechnego stosowania,
- **multimoduł** – wielokrotność modułu podstawowego,
- **moduł projektowy** – multimoduł przyjęty do określonych zastosowań,
- **wymiar modułowy** – wymiar stanowiący wielokrotność modułu podstawowego,
- **submoduł** – część modułu podstawowego,
- **wymiar koordynacyjny** – wymiar przestrzeni koordynacji określający względne położenie dwóch lub więcej komponentów tworzących zespół, zgodnie z cechami komponentów charakterystycznymi dla tego zespołu,
- **wymiar techniczny** – wymiar wynikający z uwzględnienia istotnych czynników techniczno-ekonomicznych,
- **wymiar uprzywilejowany** – wymiar modułowy lub niemodułowy wybrany spośród innych wymiarów,
- **przestrzeń odniesienia** – wydzielona przestrzeń w obiekcie budowlanym przeznaczona do usytuowania komponentu, zestawu lub elementu łącznie z tolerancjami i szczelinami złączy; przestrzeń ta jest ograniczona płaszczyznami odniesienia, które nie muszą być modułowe,
- **przestrzeń koordynacji** – przestrzeń ograniczona płaszczyznami koordynacji, przyporządkowana danemu komponentowi wraz z tolerancjami i szczelinami złączy,
- **płaszczyzna koordynacji** – płaszczyzna, przez odniesienie do której dany komponent jest skoordynowany z innymi; różni się płaszczyzny koordynacji – bazowe i ograniczające,
- **układ odniesienia** – układ punktów, linii i płaszczyzn, w stosunku do których mogą być odnoszone wymiary i usytuowania komponentów, zestawów lub elementów,
- **siatka modułowa** – prostokątny układ odniesienia, w którym odległość między kolejnymi liniami jest równa modułowi podstawowemu lub multimodułowi,
- **przestrzenny układ modułowy** – trójwymiarowy układ odniesienia, w którym odległość między kolejnymi płaszczyznami jest równa modułowi podstawowemu lub multimodułowi, które mogą być różne dla każdego z trzech kierunków układu,
- **płaszczyzna modułowa** – płaszczyzna w przestrzennym układzie modułowym,
- **linia modułowa** – krawędź dwóch płaszczyzn modułowych,
- **płaszczyzna modułowa stropu** – pozioma płaszczyzna modułowa, pokrywająca się z górną powierzchnią wykończonej podłogi, górną powierzchnią nie wykończonej podłogi lub górną powierzchnią konstrukcji stropu,
- **wysokość modułowa kondygnacji** – wymiar pionowy między dwiema kolejnymi płaszczyznami modułowymi stropu,
- **wysokość modułowa pomieszczenia** – wymiar pionowy w obrębie jednej kondygnacji między płaszczyzną modułową górnej powierzchni wykończonej podłogi a płaszczyzną modułową wykończonego sufitu,
- **grubość modułowa stropu** – wymiar pionowy strefy modułowej stropu między płaszczyzną modułową wykończonego sufitu a płaszczyzną modułową górnej powierzchni wykończonej podłogi,
- **strefa** – modułowa lub niemodułowa przestrzeń między płaszczyznami modułowymi przeznaczona na jeden bądź kilka komponentów; może ona także pozostać niewypełniona; strefa ta może być strefą modułową lub neutralną.
- PrPN-ISO 1006 ustanawia wartość modułu podstawowego $1M = 100$ mm, stosowanego w koordynacji modułowej obiektów budowlanych. Moduł ten stosuje się w projektowaniu i przy wzo-

szczeniu obiektów budowlanych wszystkich rodzajów zgodnie z zasadami koordynacji modułowej podanymi w PrPN-ISO 2848.

- PrPN-ISO 6514 ustanawia wartości submodułów do stosowania w koordynacji modułowej obiektów budowlanych. Znormalizowana wartość submodułu wynosi $1/2 M = 50$ mm, a w wypadku, gdy jest wymagany mniejszy przyrost submodułu, powinno się przyjmować $1/4 M = 25$ lub $1/5 M = 20$ mm.

- PrPN-ISO 1040 ustanawia znormalizowane wartości multimodułów poziomych wymiarów koordynacji jako następujące wielokrotności modułu podstawowego: 3 M, 6 M, 12 M, 30 M i 60 M. W szczególnych sytuacjach norma dopuszcza stosowanie multimodułu 15 M.

- PrPN-ISO 6512 podaje modułowe wartości wysokości kondygnacji i modułowe wysokości pomieszczeń wszystkich rodzajów obiektów budowlanych projektowanych zgodnie z regułami i zasadami koordynacji modułowej wg PrPN-ISO 2848. Norma opisuje trzy terminy, tj. modułową wysokość kondygnacji, modułową wysokość pomieszczenia i modułową wysokość stropu w sposób identyczny z normą PrPN-ISO 1791.

Modułową wysokość kondygnacji i modułową wysokość pomieszczenia należy wg normy PrPN-ISO 6512 wybrać z następujących wymiarów modułowych:

- do 36 M ze stopniowaniem co 1M,
- od 36 M do 48 M ze stopniowaniem co 3 M,
- powyżej 48 M ze stopniowaniem co 6 M.

Normę uzupełniają rysunki przedstawiające przykłady różnych położzeń modułowej płaszczyzny stropu zgodnie z ISO 6511 (przewidywaną do opracowania jako PN-ISO).

- PrPN-ISO 6513 podaje szeregi wartości uprzywilejowanych wymiarów multimodułowych poziomych, oparte na multimodule:

- 3 M; w zakresie od 3 M do 48 M ze stopniowaniem co 3 M,
- 6 M; w zakresie od 6 M do 96 M ze stopniowaniem co 6 M,
- 12 M; w zakresie od 12 M do 120 M ze stopniowaniem co 12 M,
- 15 M; w zakresie od 15 M do 120 M ze stopniowaniem co 15 M,
- 30 M; w zakresie od 30 M do 120 M ze stopniowaniem co 30 M,
- 60 M; wartości wymiarów multimodułowych wynoszą 60 M i 120 M.

Szeregi 12 M, 15 M, 30 M i 60 M mogą być dalej rozbudowywane z zastosowaniem kroku większego od 24 M (dla szeregu 12 M) oraz 60 M, 120 M i większych dla pozostałych szeregów. Norma zaleca przyjmowanie szeregu o największym multimodule możliwym do pogodzenia z wymaganiami w zakresie funkcjonalnego i ekonomicznego projektowania.

- PrPN-ISO 2776 podaje wymiary koordynacyjne zestawów drzwiowych, wykonanych z dowolnego materiału i stosowanych w obiektach budowlanych.

Tolerancje wymiarów w budownictwie

Przy projektowaniu i wznoszeniu obiektów budowlanych występuje wiele specyficznych zagadnień obejmujących również tolerancje wymiarów i pasowanie elementów.

Normy PN-ISO pt. „Tolerancje w budownictwie” podają uzgodnione na forum międzynarodowym przez Komitet Techniczny ISO/TC 59 procedury wyznaczania wymiarów nominalnych oraz tolerancji elementów i zespołów konstrukcyjnych. Procedury te zawarte w normach PN-ISO 3443/3 i PN-ISO 3443/4 opisują współzależności pomiędzy dokładnością wykonania obiektu budowlanego a dokładnością wytwarzania elementów konstrukcyjnych oraz dokładnością tyczenia i montażu.

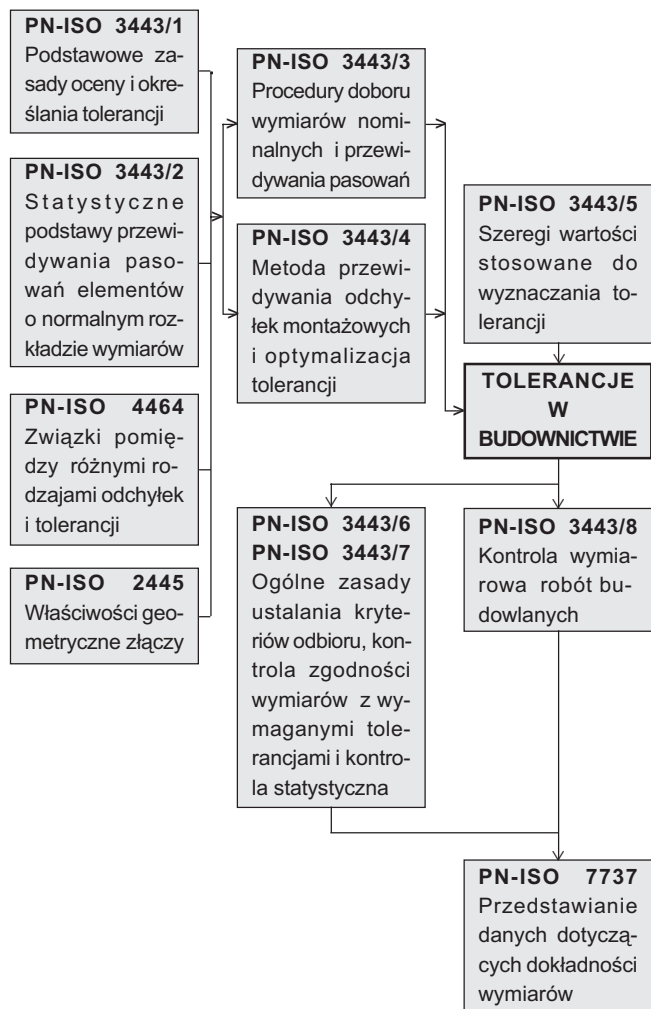
Poprawne stosowanie procedur obliczeniowych wg norm PN-ISO 3443/3 i PN-ISO 3443/4 wymaga odwołania się do następujących norm:

- PN-ISO 3443/1 – w zakresie informacji ogólnych dotyczących zagadnienia zmienności wymiarowej i podziału wszystkich odchyłek geometrycznych na technologiczne i własne.
- PN-ISO 3443/2 – w zakresie interpretacji geometrycznej rozkładu normalnego dla różnych krotności odchylenia standardowego oraz informacji dotyczących tzw. elastyczności wymiarowej złącza w kontekście analizy pasowania elementów.
- PN-ISO 2445 – w zakresie zasad projektowania złączy w budownictwie, wymienionych przez normę w rozdzieleniu na geometryczne, konstrukcyjne i środowiskowe.

Ustalane i przyjęte tolerancje wymiarów podlegają procedurom kontrolnym podczas realizacji obiektu budowlanego i w tym zakresie wskazane jest wykorzystanie norm PN-ISO 3443/8 oraz PN-ISO 3443/6 i PN-ISO 3443/7.

Norma PN-ISO 3443/8 zaleca, aby projektant obiektu budowlanego wskazywał każdorazowo szczególnie ważne cechy geometryczne, tzw. cechy krytyczne dla funkcjonowania obiektu, podając przy tym metodę kontroli tych cech, tj. kontrolę wyrzykową lub kontrolę 100% wg norm PN-ISO 3443/6 i PN-ISO 3443/7. Norma PN-ISO 3443/8 podaje zestawienie cech geometrycznych podlegających kontroli, które obejmuje:

- punkty osnów pomiarowych na placu budowy,
- wymiary i poziom fundamentu,
- wymiary prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych dostarczonych na plac budowy,



Rys. 2. Normy PN-ISO z zakresu tolerancji wymiarów w budownictwie

- usytuowanie i współosiowość poszczególnych elementów konstrukcyjnych,
- pionowość głównie klatek schodowych i szypów windowych,
- szerokość szczelin złączy pomiędzy elementami,
- wymiary powierzchni podparcia elementów,
- płaszczyznowość i poziom płyt stropowych,
- zgodność powierzchni elementów w złączu,
- kształt powierzchni i profili.

Dokumentacja kontroli robót budowlanych powinna obejmować m.in. wyniki pomiaru i ewentualne obliczenia wraz z analizami, zastosowaną aparaturę pomiarową ze świadectwem standaryzacji i wynikiem testu dokładności użytkowej oraz wykorzystane punkty pomiarowe.

Norma PN-ISO 3443/7 odnośnie metody pomiaru kontrolnego podaje następujące informacje:

- metody i warunki wykonania pomiarów powinny być podawane przy wyznaczonych tolerancjach lub w innych dokumentach przywołanych w umowie o kontroli,
- błędy metod pomiarowych nie powinny wpływać na przyjęcie lub odrzucenie jednostek kontrolnych przy zachowaniu racjonalnego poziomu dokładności uwzględniającego czynniki natury ekonomicznej,
- zalecana tolerancja pomiarów obejmująca wpływ błędów systematycznych i odchylenie standardowe jako charakterystykę błędów przypadkowych powinna odpowiadać odpowiednio 0,2 i 0,1 tolerancji kontrolowanej cechy geometrycznej,
- konsekwencją ustalenia dokładności pomiarów kontrolnych powinien być dobór odpowiedniej metodyki pomiarowej zawierającej analizę błędów pomiarowych oraz wymaganą dokładność instrumentów i czynności pomiarowych, co powoduje, że uzasadnione jest stosowanie znormalizowanych metod pomiarowych,
- tzw. warunki odniesienia powinny obejmować termin i warunki wykonania pomiaru kontrolnego, w tym: temperaturę, wilgotność powietrza, nasłonecznienie, prędkość wiatru, widoczność itp.

Norma PN-ISO 7737 stwierdza, że dla zwiększenia prawdopodobieństwa uzyskania pasowania elementów w trakcie montażu niezbędne jest (już na etapie projektowania obiektu budowlanego) oszacowanie przewidywanego wpływu zmienności wymiarów na uzyskanie pasowania. Normy PN-ISO 3443/3 i PN-ISO 3443/4 podają procedury prowadzące do takich oszacowań, przy czym w procedurach tych wymagany jest opis zmienności wymiarów w postaci dwóch parametrów, tj. odchyłki systematycznej i odchylenia standardowego, pozyskiwanych jako tzw. dane dokładnościowe w wyniku pomiarów kontrolnych.

Odnośnie zakresu pomiarów norma PN-ISO 7737 zaleca, aby pomiarem objąć cechy geometryczne posiadające związek z pasowaniem elementów, które to cechy norma opisuje w rozdzieleniu na cechy stanowiące wynik tyczenia, cechy elementów oraz cechy konstrukcji. Zakres pomiarów powinien obejmować także cechy geometryczne o istotnym znaczeniu praktycznym, jak np. pionowość w obrębie pojedynczej kondygnacji i pionowość całego budynku czy też odchyłki prefabrykowanych ścian osłonowych budynku od teoretycznych płaszczyzn pionowych.

Tytuły jedenastu norm PN-ISO pod ogólnym tytułem „Tolerancje w budownictwie” oraz ich wzajemne powiązania podano na schemacie (rys. 2).

Dokończenie w następnym numerze