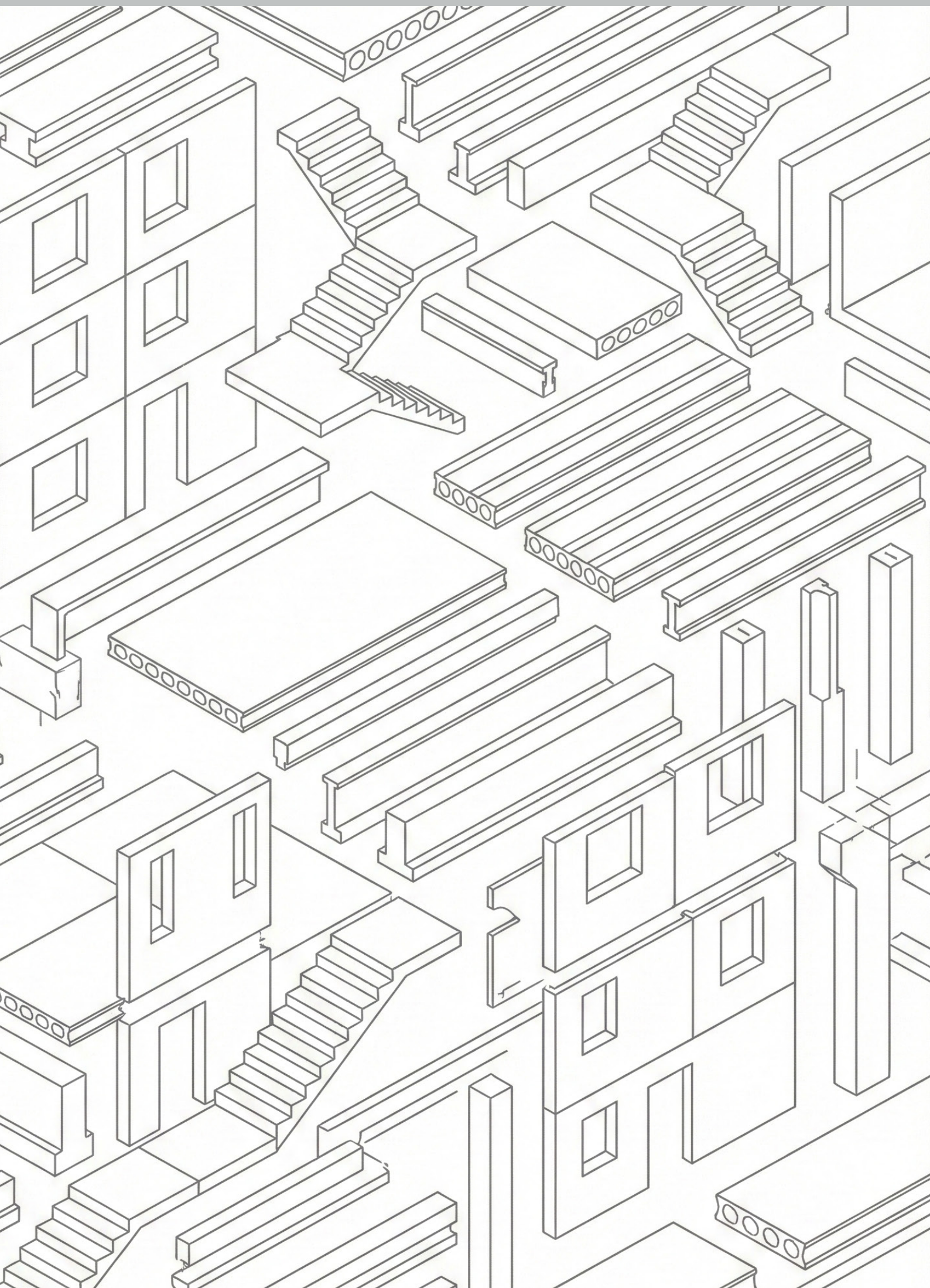
Tolerancje

Tolerancje wykonania elementów prefabrykowanych z betonu

formee



WSTĘP

Niniejszy dokument określa zalecane tolerancje dla prefabrykowanych elementów betonowych oraz zasady ich kontroli na etapie produkcji i montażu. Zakres obejmuje tolerancje wymiarowe, kształtu, położenia elementów oraz wybrane wymagania montażowe. Dokument wspiera koordynację między projektantem, producentem, geodetą i ekipą montażową.

1. OGÓLNE ZASADY STOSOWANIA ELEMENTÓW PREFABRYKOWANYCH Z BETONU

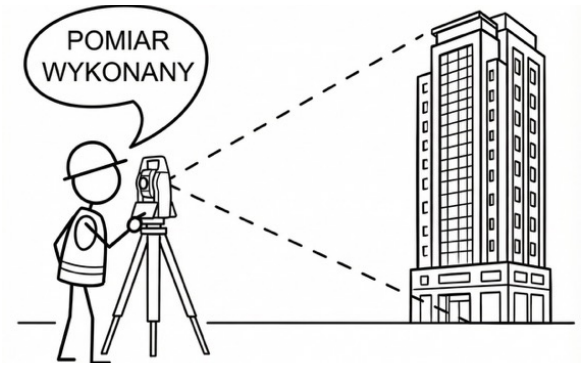
Zastosowanie prefabrykowanych elementów betonowych umożliwia prowadzenie robót w sposób zindustrializowany i powtarzalny, z ograniczeniem zakresu prac wykonywanych na placu budowy. Prefabrykacja pozwala na skrócenie czasu realizacji inwestycji oraz usprawnienie organizacji robót montażowych.

Elementy prefabrykowane charakteryzują się kontrolowaną geometrią i określonymi tolerancjami wykonania, co stanowi podstawę koordynacji wymiarowej w projekcie. Prawidłowe dotrzymanie tolerancji umożliwia sprawny montaż elementów konstrukcyjnych i elewacyjnych oraz zapewnia zgodność geometrii obiektu z dokumentacją projektową na etapach robót instalacyjnych i wykończeniowych. (Zob. rys. 1.1)

Warunkiem uzyskania zgodności wymiarowej obiektu jest uwzględnienie tolerancji na wszystkich etapach procesu: projektowania, produkcji, wytyczenia geodezyjnego oraz montażu. Niezachowanie tolerancji cząstkowych lub ich kumulacja w łańcuchu: produkcja – wytyczenie – montaż może prowadzić do przekroczenia tolerancji końcowych oraz konieczności wykonania korekt montażowych i robót naprawczych. (Zob. rys. 1.2)

Elementy prefabrykowane podlegają kontroli wymiarowej w ramach kontroli wewnętrznej producenta. Wymagany zakres kontroli, sposób dokumentowania oraz zasady odbioru powinny być określone w dokumentacji kontraktowej oraz STWiORB. Dokumentacja kontroli stanowi podstawę do oceny zgodności elementów i robót montażowych z wymaganiami projektu.

Rys. 1.1 Koordynacja wymiarów jako podstawa jakości wykonania i sprawnego montażu elementów oraz kolejnych etapów robót (instalacje i wykończenie).



Rys. 1.2 Wpływ tolerancji w łańcuchu: produkcja – wytyczenie – montaż na spełnienie tolerancji końcowych i jakość wykonania obiektu.

2. TOLERANCJE PRZYJĘTE W SYSTEMIE

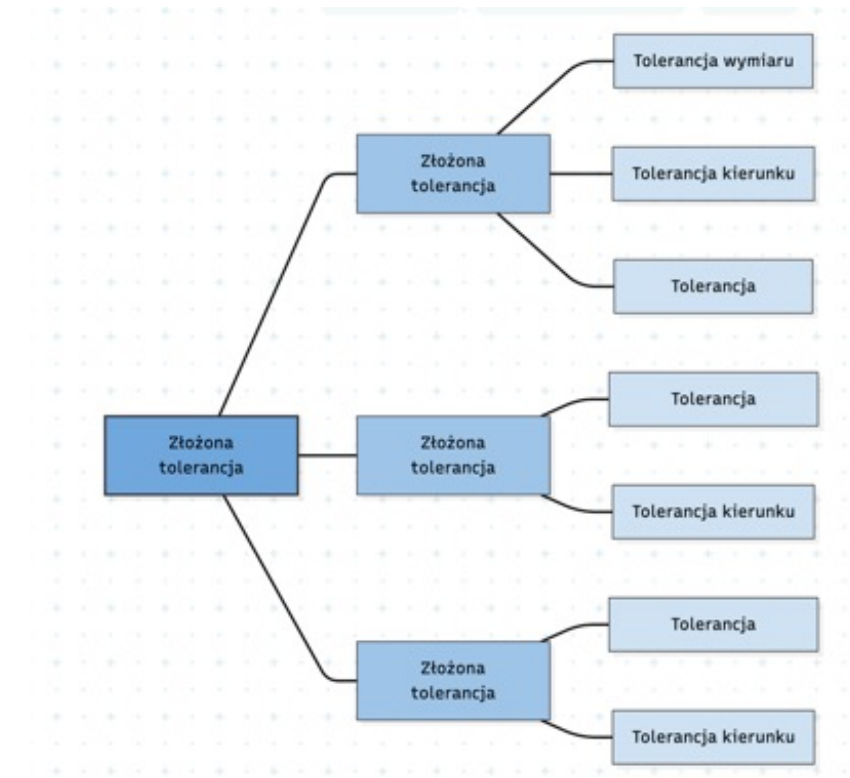
2.1 ZALEŻNOŚĆ I KOORDYNACJA TOLERANCJI

Na etapie projektowania i realizacji prefabrykowanych konstrukcji betonowych należy uwzględniać tolerancje wszystkich elementów biorących udział w procesie: prefabrykatów, wytyczenia geodezyjnego oraz montażu. Wartości tolerancji wykonania elementów prefabrykowanych, przedstawione w tabelach tolerancji (rozdział 8), umożliwiają przyjęcie realistycznych wymagań geometrycznych oraz racjonalne zaplanowanie montażu.

Wymagania geometryczne obiektu wynikają z wymagań funkcjonalnych inwestora i użytkownika, w szczególności w zakresie:

- prześwitów i wysokości użytkowych,
- szczelności i szerokości spoin,
- położenia otworów oraz elementów wykończeniowych,
- montażu instalacji i elementów wyposażenia.

Wymagania funkcjonalne powinny zostać przełożone przez projektanta na wymagania wymiarowe i geometryczne, które należy jednoznacznie określić w dokumentacji projektowej oraz w specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót (STWiORB). Wymagania tolerancyjne powinny być zapisane w jednym miejscu dokumentacji w sposób jednoznaczny, z zachowaniem spójności pomiędzy rysunkami i opisem technicznym, aby uniknąć powielania i rozbieżności.



Rys. 2.1 Zależności między wymaganiami tolerancyjnymi — od etapu produkcji aż do końcowego wymagania po wykonaniu montażu.

2.2 PODZIAŁ TOLERANCJI NA ETAPY PROCESU

Dla potrzeb koordynacji i kontroli procesu tolerancje należy rozpatrywać jako składowe wynikające z poszczególnych etapów realizacji:

T – tolerancja końcowa na budowie (wymagana tolerancja wykonania w obiekcie),

Tt – tolerancja produkcyjna prefabrykatu,

Tu – tolerancja wytyczenia geodezyjnego,

Tm – tolerancja montażu.

Tolerancja końcowa (T) jest wynikiem łącznego wpływu tolerancji cząstkowych (Tt, Tu, Tm) oraz sposobu prowadzenia prac montażowych. W przypadku elementów wymagających wysokiej dokładności (np. strefy montażu stolarki, fasady, połączenia konstrukcyjne, strefy instalacyjne), wymagania tolerancyjne należy określić jako zaostrzone i uwzględnić je w projekcie oraz w technologii montażu.

2.3 ZALEŻNOŚĆ TOLERANCJI KOŃCOWEJ OD TOLERANCJI CZĄSTKOWYCH

Wymagania dotyczące tolerancji końcowych na budowie określa się w dokumentacji technicznej i STWiORB. Na tej podstawie producent prefabrykatów, geodezyjna obsługa budowy oraz wykonawca montażu dobierają i realizują tolerancje cząstkowe w taki sposób, aby spełnione zostały wymagania końcowe.

Projektant powinien weryfikować realność przyjętych tolerancji poprzez analizę łącznego wpływu tolerancji produkcyjnych, wytyczenia oraz montażu. W szczególności należy uwzględniać sytuacje, w których kilka wymagań geometrycznych dotyczy jednocześnie tego samego elementu lub połączenia, co może prowadzić do zaostrzenia warunków wykonawczych.

2.4 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYMIAROWANIA I BAZ ODNIESIENIA

Wymagania dotyczące położenia elementów w obiekcie powinny być określane względem osi konstrukcyjnych oraz ustalonych punktów odniesienia w wysokości (reperów roboczych). Projektant powinien przyjmować osie w miejscach umożliwiających jednoznaczne wytyczenie i kontrolę montażu, w szczególności w strefach o podwyższonych wymaganiach dokładności.

Wytyczenie i montaż elementów należy prowadzić w sposób umożliwiający dotrzymanie tolerancji końcowych, przy czym wymagania bezpieczeństwa konstrukcji oraz wymagania dotyczące nośności mają pierwszeństwo przed wymaganiami estetycznymi i wykończeniowymi, o ile dokumentacja projektu nie stanowi inaczej.

2.5 KONTROLA I DOKUMENTOWANIE ZGODNOŚCI

Prefabrykaty powinny podlegać kontroli wymiarowej w ramach kontroli wewnętrznej producenta. Zakres kontroli, częstotliwość oraz sposób dokumentowania wyników powinny zostać określone w dokumentacji jakościowej oraz w STWiORB. Wyniki kontroli stanowią podstawę do odbioru elementów oraz robót montażowych.

W przypadku stwierdzenia odchyłek przekraczających wymagania tolerancyjne należy sporządzić zapis kontroli oraz przekazać informację do osób odpowiedzialnych za nadzór robót w celu podjęcia decyzji o dopuszczeniu, korekcie lub wykonaniu robót naprawczych.

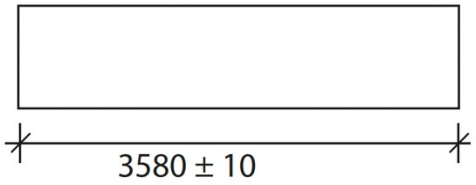
3. OBLICZENIA TOLERANCJI

3.1 KOORDYNACJA MODUŁOWA I PROJEKTOWANIE MODUŁOWE

Koordynacja modułowa jest metodą porządkowania wymiarów konstrukcji, pomieszczeń oraz elementów wyposażenia i wykończenia poprzez odniesienie ich do siatki modułowej. Podstawą koordynacji modułowej jest moduł bazowy 100 mm, oznaczany jako M, umożliwiający projektowanie w oparciu o powtarzalną siatkę wymiarową oraz uwzględnienie dopuszczalnych odchyłek wykonawczych (tolerancji).

Wymiary projektowe powinny być dobierane jako wielokrotności modułu M, z zachowaniem rezerwy umożliwiającej kompensację odchyłek wynikających z tolerancji wykonania oraz odchyłek kształtu i ustawienia elementów. Przykładowo, wymiar elementu wynosi 3580 mm, a po uwzględnieniu tolerancji wykonania, np. ±10 mm, granice dopuszczalne wynoszą:

3580 ±10 mm, tj. 3570–3590 mm. (Zob. rys. 3.1)



Rys. 3.1 – Tolerancja symetryczna

Koordynacja modułowa ma szczególne znaczenie w konstrukcjach prefabrykowanych, ponieważ wpływa na powtarzalność produkcji, ograniczenie kolizji montażowych oraz możliwość utrzymania tolerancji końcowych na budowie. Dokumentacja projektowa powinna jednoznacznie określać układ osi oraz baz wymiarowych, aby umożliwić prawidłowe wytyczenie geodezyjne i kontrolę położenia elementów.

Wymiarowanie i tolerowanie należy prowadzić w sposób spójny w całej dokumentacji, zgodnie z zasadami rysunku technicznego oraz wymaganiami norm dotyczącymi tolerowania wymiarów i geometrii.

3.2 DEFINICJE I ZASADY OPISU TOLERANCJI

W projektowaniu modułowym oraz w dokumentacji wykonawczej punktem odniesienia dla tolerancji jest wymiar nominalny (bazowy), czyli wartość, względem której dopuszcza się określone odchyłki wykonania w ramach tolerancji produkcyjnej T_t.

Tolerancje wymiarowe mogą być określane jako:

a) tolerancja symetryczna (najczęściej stosowana)

Tolerancja symetryczna jest rozłożona równomiernie po obu stronach wymiaru nominalnego.

Przykład:

3580 mm – wymiar nominalny (bazowy)

±10 mm – tolerancja

Dopuszczalne granice wymiaru: 3570–3590 mm.

W takim przypadku maksymalna odchyłka od wymiaru nominalnego wynosi 10 mm w kierunku „minus” oraz 10 mm w kierunku „plus”.

b) tolerancja niesymetryczna

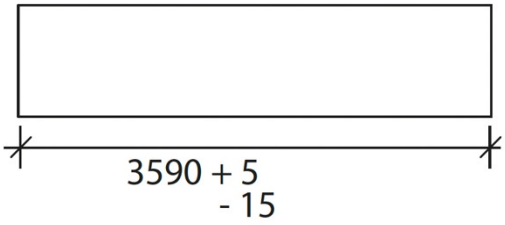
Tolerancja niesymetryczna oznacza dopuszczalne odchylenia przesunięte w jedną stronę względem wymiaru nominalnego i jest stosowana w sytuacjach, w których przekroczenie granicy w jednym kierunku jest niedopuszczalne (np. ograniczenia funkcjonalne, warunki montażu, zachowanie prześwitów).

Przykład:

wymiar nominalny: 3590 mm

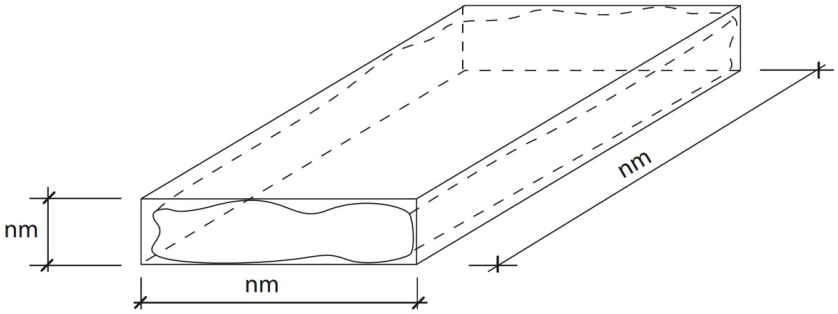
dopuszczalny zakres: 3575–3595 mm

Zapis tolerancji: 3590 +5 / −15 mm



Rys. 3.2 – Tolerancja niesymetryczna

Tolerancje niesymetryczne należy stosować w szczególności wtedy, gdy określony poziom, krawędź lub położenie stanowi wymaganie krytyczne dla montażu, funkcji elementu lub współpracy z innymi branżami (np. ograniczenie wysokości, dopasowanie do stolarki, instalacji lub elementów wyposażenia).



Rys. 3.3 Zasada trójwymiarowej przestrzeni modułowej uwzględniającej wszystkie odchyłki.

3.3 PRZYKŁAD OBLICZANIA TOLERANCJI

Do weryfikacji realności tolerancji końcowej na budowie oraz do oceny wpływu tolerancji składowych (produkcji, wytyczenia i montażu) dopuszcza się stosowanie metody sumowania statystycznego typu RSS (root sum square), tj. sumy kwadratów składowych.

ZALEŻNOŚĆ OGÓLNA

Tolerancję końcową T można oszacować według zależności:

$$T^2 = a \cdot T_t^2 + b \cdot T_u^2 + c \cdot T_m^2$$

gdzie:

T – tolerancja końcowa na budowie (tolerancja wykonania w obiekcie),

T_t – tolerancja produkcji elementu prefabrykowanego,

T_u – tolerancja wytyczenia geodezyjnego,

T_m – tolerancja montażu (ustawienia elementu),

a, b, c – współczynniki zależne od układu konstrukcyjnego, sposobu podparcia oraz liczby elementów wpływających na wynik.

W obliczeniach wstępnych dopuszcza się przyjęcie: **a = b = c = 1,0**.

Tolerancja produkcji T_t powinna uwzględniać łącznie odchyłki wymiarowe oraz odchyłki kształtu elementu, zgodnie z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz STWiORB (w tym m.in. odchyłki długości/szerokości, prostoliniowość, płaskość, odchyłki kątowe).

Tolerancję wytyczenia T_u należy przyjmować adekwatnie do zastosowanej technologii pomiaru, jakości osnowy geodezyjnej oraz warunków realizacji robót. Tolerancję montażu T_m należy dobierać na podstawie typu elementu, dostępnych środków montażowych oraz możliwości regulacyjnych połączeń.

Zależność RSS stosuje się w szczególności do:

- oceny, czy zakładana tolerancja końcowa jest możliwa do spełnienia,
- identyfikacji tolerancji składowych wymagających zaostrzenia,
- porównania wariantów technologii montażu i kontroli.

PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Stopa słupa ma zostać ustawiona osiowo względem osi konstrukcyjnej.

Dane wejściowe:

tolerancja produkcji elementu (oznaczona na prefabrykacie): Tt = ±5 mm,

tolerancja wytyczenia osi na budowie: Tu = ±6 mm,

tolerancja montażu ustawienia elementu: Tm = ±6 mm.

Dla obliczeń przyjęto wartości odpowiadające pełnej szerokości przedziału tolerancji:

$T_t = 10$ mm

$T_u = 12$ mm

$T_m = 12$ mm

Dla a = b = c = 1,0:

$T^2 = 10^2 + 12^2 + 12^2 = 388$

$T = \sqrt{388} = 19{,}7$ mm

Oszacowana tolerancja końcowa wynosi:

$T/2 = 19{,}7/2 \approx \pm 10$ mm

Uwaga: w dokumentacji tolerancje mogą być podawane jako **T** (pełna szerokość przedziału dopuszczalnego) albo jako **T/2** w zapisie symetrycznym ±. W praktyce wymagania najczęściej określa się w formie ± (**T/2**).

OCENA WYMAGAŃ PRZY OGRANICZONEJ TOLERANCJI KOŃCOWEJ

W przypadku narzuconej tolerancji końcowej, np. T = 10 mm (±5 mm), konieczne jest odpowiednie zaostrzenie tolerancji składowych. Dla układów o ograniczonych możliwościach regulacji (sztywne połączenia, wiele punktów oparcia, brak luzów montażowych) należy uwzględnić ryzyko kumulacji odchyłek oraz przyjąć bardziej restrykcyjne wartości tolerancji składowych, np.:

$T_t = \pm 3$ mm

$T_u = \pm 3$ mm

$T_m = \pm 3$ mm

Wymagania te należy każdorazowo weryfikować w odniesieniu do technologii wykonania, możliwości montażowych oraz stopnia nadmiarowości wymagań geometrycznych w danym węźle lub strefie konstrukcyjnej.

4. TOLERANCJE DLA ELEMENTÓW BETONOWYCH

4.1 TOLERANCJE I WYMIAROWANIE

Sposób podawania wymiarów w dokumentacji projektowej ma bezpośredni wpływ na możliwość dotrzymania tolerancji wykonania. Tolerancje położenia elementów w planie oraz tolerancje wysokościowe należy odnosić odpowiednio do:
osi konstrukcyjnych (linie bazowe wymiarowania, tyczenia i kontroli),
punktów wysokościowych (reperów roboczych) zlokalizowanych w pobliżu obszaru montażu.
Projektant konstrukcji lub architekt powinien zapewnić, aby układ osi konstrukcyjnych był jednoznacznie określony w dokumentacji (rysunki, opisy) oraz aby osie zostały zlokalizowane w miejscach umożliwiających wytyczenie i kontrolę (strefy dostępne, wolne od kolizji). Maksymalna odległość pomiędzy osiami nie powinna, co do zasady, przekraczać 25 m. Zaleca się lokalizację osi w pobliżu elementów, dla których przewidziano zaostrzone wymagania tolerancyjne.

FUNKCJE OSI KONSTRUKCYJNYCH W BUDYNKU I W TERENIE

Osie konstrukcyjne stanowią podstawę do:

- odniesienia tolerancji położenia elementów (kontrola odchyłek w planie),
- wymiarowania i koordynacji wymiarowej w projekcie,
- wytyczenia geodezyjnego na budowie oraz wykonywania pomiarów kontrolnych.

Wytyczenie może być realizowane również metodą stanowisk swobodnych zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale 6.
Osie należy wyznaczyć i ustabilizować z dokładnością dostosowaną do wymagań tolerancyjnych przewidzianych dla montażu. Po wykonaniu pomiarów kontrolnych oraz odbiorze osi należy traktować je jako bazę odniesienia dla kolejnych etapów tyczenia, montażu i kontroli.

PUNKTY WYSOKOŚCIOWE NA KONDYGNACJACH

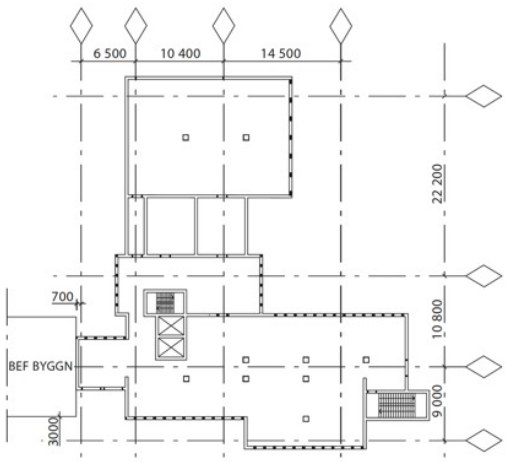
Na każdej kondygnacji budynku należy wyznaczyć punkty odniesienia wysokościowego (repery robocze), umożliwiające wymiarowanie i kontrolę rzędnych elementów montowanych na danym poziomie.
Dopuszczalna różnica rzędnych pomiędzy reperami roboczymi na kolejnych poziomach wynosi:

- 3 mm – dla różnicy wysokości do 4,0 m,
- dla większych różnic wysokości dopuszczalną wartość należy określić jako:

$$1{,}5 \cdot H \text{ mm}$$

gdzie:
H – różnica wysokości w metrach.

Rys. 4.1 Umiejscowienie osi



WYMIAROWANIE POŁOŻENIA ELEMENTÓW WZGLĘDEM OSI (RYS. 4.2)

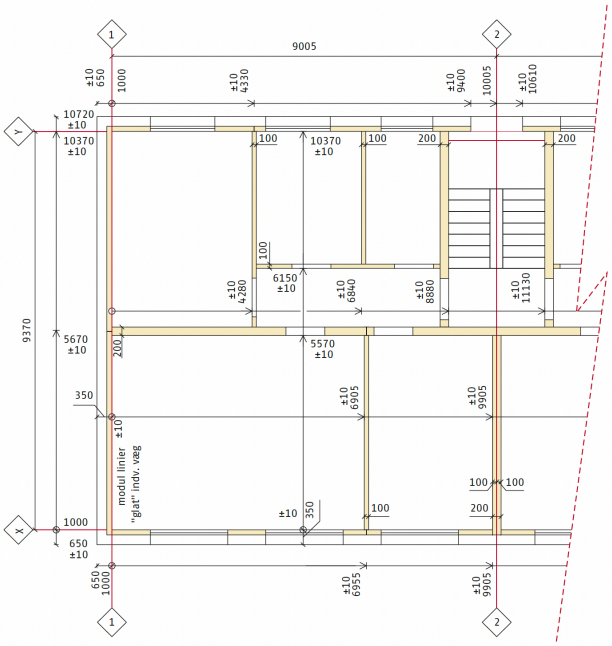
Wymiary określające położenie elementów na rysunkach należy podawać jako wymiary od osi konstrukcyjnych (wymiary bazowe), liczone od najbliższej osi odniesienia. W praktyce wymiary w planie należy odnosić do osi znajdującej się po stronie początkowej układu wymiarowania (np. osi po lewej stronie), a w przypadku stosowania lokalnego układu współrzędnych — do osi o niższej wartości współrzędnej.

Wymiary od osi podane w dwóch prostopadłych kierunkach określają położenie elementu w planie. Pełne określenie położenia elementu wymaga dodatkowo podania rzędnej wysokościowej (poziomu). (Zob. rys. 4.2)

Wymiary gabarytowe elementu (wymiary jego wielkości) należy podawać jako wymiary bezpośrednie, niezależnie od wymiarów bazowych określających położenie. (Zob. rys. 4.2)

Taki sposób wymiarowania zapewnia w szczególności:

- spójność wymiarowania położenia z tolerancjami położenia,
- możliwość bezpośredniego wykorzystania wymiarów z rysunku do wytyczenia i kontroli,
- zgodność wymiarów gabarytowych z wymaganiami dotyczącymi tolerancji kształtu,
- możliwość wyznaczania położenia metodą współrzędnych (np. tachimetrem / metodą wolnego stanowiska) w oparciu o dane z rysunku.

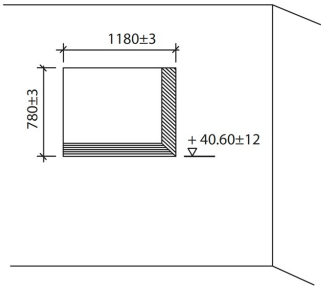


Rys. 4.2 Przykład określania położenia elementu wymiarami od osi.

WYMIAROWANIE POZIOMÓW (RZĘDNYCH WYSOKOŚCIOWYCH) (RYS. 4.3)

Wymiarowanie rzędnych wysokościowych należy odnosić do pobliskiego punktu wysokościowego (reperu roboczego). W budynkach wielokondygnacyjnych należy zapewnić reper roboczy na każdej kondygnacji. Repery robocze kondygnacji należy wyznaczać w nawiązaniu do reperów bazowych obiektu (poziom odniesienia budynku), w sposób zapewniający wymagania dokładności dla całego układu wysokościowego.

Przy wymiarowaniu rzędnych wysokościowych należy stosować konsekwentnie połączenie:
wymiarów bazowych (rzędne „+”), oraz
wymiarów bezpośrednich (wymiary gabarytowe elementu),
analogicznie jak przy wymiarowaniu w planie. (Zob. rys. 4.3)



Rys. 4.3 Tolerancje wykonania otworu okiennego.

4.2 OBOWIĄZYWANIE TOLERANCJI

Wymagania tolerancyjne obowiązują do momentu odbioru elementów prefabrykowanych lub odbioru końcowego robót, o ile dokumentacja kontraktowa nie przewiduje odbiorów pośrednich. Szczegółowe zasady należy przyjmować zgodnie z postanowieniami umowy oraz obowiązującymi warunkami kontraktowymi dla danej inwestycji.

4.3 TEMPERATURA ODNIESIENIA

Wymiary i pomiary kontrolne należy odnosić do temperatury +20°C, o ile dokumentacja projektowa lub STWiORB nie określają inaczej.

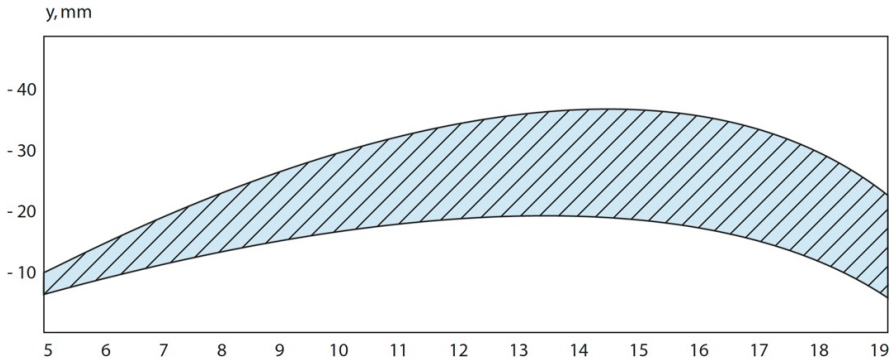
4.4 PRZEKROCZENIA TOLERANCJI

Kontrolę wymiarów należy wykonywać z uwzględnieniem znanej dokładności pomiaru. Dokładność pomiaru kontrolnego nie powinna być gorsza niż 1/5 tolerancji obowiązującej dla danego wymiaru.
Przykład: dla tolerancji ±20 mm dokładność pomiaru kontrolnego powinna wynosić co najmniej ±4 mm.
Każde przekroczenie tolerancji stwierdzone podczas kontroli należy:

- udokumentować w protokole kontroli,
- zgłosić kierownictwu budowy oraz zamawiającemu (lub inspektorowi nadzoru),
- poddać ocenie w zakresie: dopuszczenia, korekty montażowej lub robót naprawczych, zgodnie z dokumentacją kontraktową.

4.5 ODKSZTAŁCENIA

Należy rozróżniać odchyłki wymiarowe (objęte tolerancjami) od odkształceń wynikających z pracy konstrukcji. W niniejszym opracowaniu tolerancje odnoszą się do odchyłek wymiarowych, natomiast odkształcenia wynikają w szczególności z: obciążenia, sprężenia, pełzania oraz skurczu betonu.
Podczas kontroli geometrii konstrukcji należy uwzględniać, że część obserwowanych odchyłek może wynikać z odkształceń czasowych, np. w sytuacji obciążenia elementów (stropów) materiałami budowlanymi na etapie realizacji robót.
Tolerancja dla wygięcia (ugięcia / podgięcia) nie stanowi wartości ugięcia elementu, lecz określa dopuszczalny zakres zmienności ugięcia wokół wartości średniej wyznaczonej dla serii elementów o tych samych parametrach. Oczekiwane wartości średnie ugięć montażowych dla wybranych typów elementów mogą być przedstawione w odpowiednich częściach opracowania, przykładowo na rysunku 4.4.



Rys. 4.4 Wykres – podgięcie (wygięcie ku górze) podczas montażu.

Warunki składowania, czas składowania oraz moment zwolnienia sprężenia mają istotny wpływ na wielkość podgięcia (wygięcia ku górze). Podawane wartości średnie mają charakter orientacyjny i należy traktować je wyłącznie jako wartości referencyjne. W przypadku elementów niewykorzystywanych w pełni pod względem nośności dopuszcza się redukcję siły sprężającej oraz ilości zbrojenia, co może skutkować zmniejszeniem podgięcia na etapie montażu.
Odchyłki odkształceń należy określać poprzez wyznaczenie wartości średniej odkształcenia dla partii elementów tego samego typu i o tych samych wymiarach nominalnych w danym obiekcie. Odchyłkę stanowi różnica pomiędzy wartością aktualnie zmierzoną a wartością średnią wyznaczoną w danym momencie, która następnie podlega porównaniu z wymaganiem tolerancyjnym.
Wartości odkształceń długotrwałych, nominalnych podgięć oraz pozostałe dane dotyczące zachowania elementów w czasie należy przyjmować na podstawie informacji producenta/dostawcy elementów.

4.6 NADMIAROWOŚĆ WYMAGAŃ TOLERANCYJNYCH

Nadmiarowość wymagań tolerancyjnych występuje w sytuacji, gdy kilka wymagań geometrycznych odnosi się jednocześnie do tych samych wymiarów lub położeń elementu, a wszystkie muszą zostać spełnione równocześnie. Zjawisko to prowadzi do zaostrzenia warunków wykonawczych oraz zwiększa ryzyko przekroczeń tolerancji końcowych.

Na rysunku 4.5 przedstawiono schematyczny przykład nadmiarowości wymagań dla słupów i ścian. W przykładzie położenie słupów w planie określono za pomocą dwóch wymiarów od osi konstrukcyjnych, z tolerancją ±20 mm względem każdej osi (na rysunku przedstawiono jeden kierunek). Jednocześnie wprowadzono wymaganie wzajemnego rozstawu słupów („pomiędzy sąsiednimi słupami") z tolerancją ±25 mm. Oba wymagania muszą być spełnione jednocześnie.

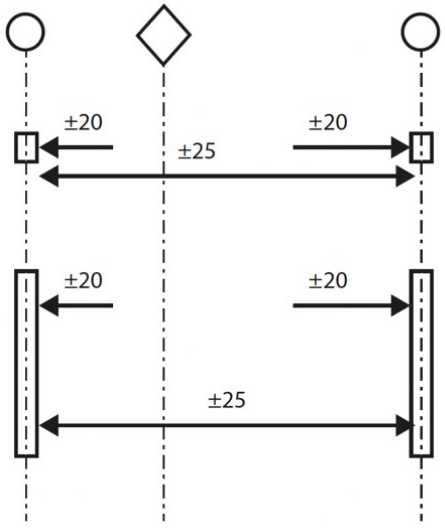
Dodatkowo wymagane jest dotrzymanie pionowości słupów w granicy L/600, niezależnie od wysokości, na której wykonywany jest pomiar kontrolny. Tolerancja pionowości nie powinna być mniejsza niż ±8 mm (zgodnie z tabelą 3 w rozdziale 8), gdzie L oznacza wysokość odniesienia w milimetrach.

W przypadku układów nadmiarowo określonych obowiązuje zasada, że wszystkie wymagania muszą zostać dotrzymane. Szczególne znaczenie mają wymagania dotyczące rozstawu słupów oraz ich pionowości, ponieważ wpływają bezpośrednio na możliwość montażu belek oraz wykonania połączeń ze ścianami.

W budynkach wielokondygnacyjnych należy uwzględniać dodatkowe wymagania wynikające z dokumentacji projektowej oraz odpowiednich tabel tolerancji (np. tabela 3 i tabela 20 w rozdziale 8). Na rysunku 4.5 przedstawiono również analogiczne wymagania dla elementów ściennych.

Zestawienie przykładowych wymagań (rys. 4.5):

- położenie słupów i ścian w planie: ±20 mm,
- rozstaw między elementami sąsiednimi: ±25 mm,
- pionowość słupów: L/600, nie mniej niż ±8 mm, z uwzględnieniem wymagań dotyczących osi oraz krzywizny elementu,
- pionowość ścian: H/600, nie mniej niż ±5 mm i nie więcej niż ±20 mm, z uwzględnieniem wymagań dla budynków wielokondygnacyjnych oraz odchyłek w stykach/spoinach.

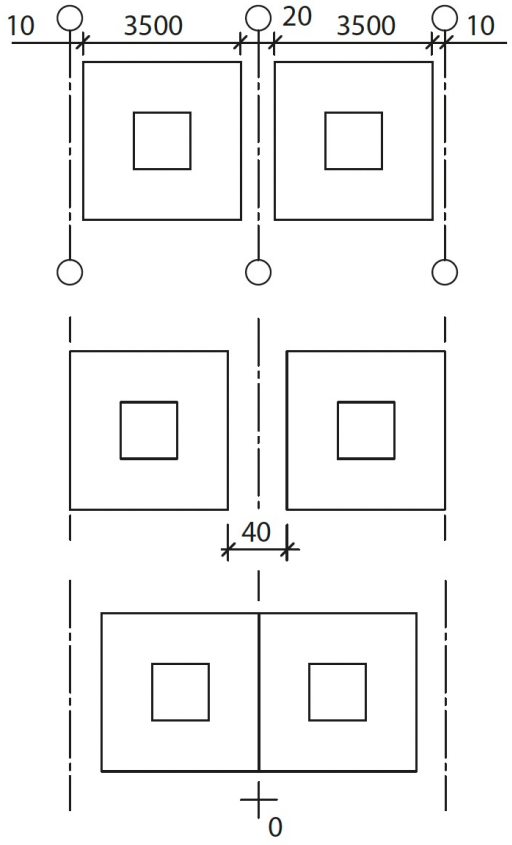


Rys. 4.5 Nadmierne określenie wymiarów dla słupów i ścian.

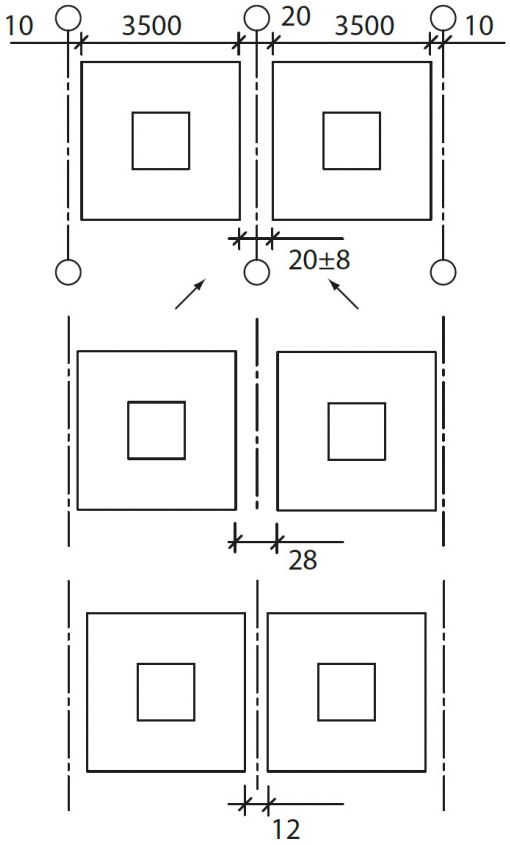
Na rysunku 4.6 przedstawiono przykład tolerancji montażowych elementów elewacyjnych wraz z centrowaniem elementów w obrębie przestrzeni modułowej. W takim układzie konieczne jest uwzględnienie zmienności szerokości spoiny poprzez określenie jej wymiaru oraz dopuszczalnej tolerancji, tak aby nie wystąpiło sytuacyjne „zabudowanie na styk".

Wymiar spoiny oraz jego tolerancję należy przyjąć w sposób zapewniający możliwość wykonania i obróbki spoiny. W przedstawionym przykładzie osiąga się to poprzez przyjęcie minimalnej szerokości spoiny wynoszącej 12 mm. (Zob. rys. 4.6)

BEZ NADMIERNEGO OKREŚLENIA



Z NADMIERNYM OKREŚLENIEM



Inne przykłady nadmiarowości wymagań tolerancyjnych mogą dotyczyć:

- wymiarów elementu oraz jednocześnie krzywizny boków/krawędzi,
- położenia elementu w planie lub w poziomie oraz jednocześnie uskoku na spoinie (różnicy lica),
- pionowości i nierówności powierzchni posadzki oraz jednocześnie rzędnej (poziomu) posadzki.

Należy uwzględniać, że nadmiarowość wymagań tolerancyjnych prowadzi do zaostrzenia warunków wykonania i montażu. Wytyczenie oraz montaż należy w pierwszej kolejności prowadzić z uwzględnieniem wymagań najbardziej rygorystycznych oraz kluczowych z punktu widzenia bezpieczeństwa i poprawnej pracy konstrukcji, a następnie wymagań funkcjonalnych i estetycznych, o ile dokumentacja projektowa nie stanowi inaczej.

Na etapie projektowania oraz opracowywania dokumentacji technicznej projektant powinien identyfikować występujące nadmiarowości wymagań i uwzględniać je w rozwiązaniach konstrukcyjnych, detalach połączeń oraz zapisach STWiORB, w szczególności w przypadku wymagań zaostrzonych w stosunku do wymagań standardowych.

Projektant odpowiada za:

- jednoznaczne określenie baz pomiarowych (osie, repery, punkty odniesienia),
- określenie tolerancji wymaganych funkcją i montażem, w tym tolerancji zaostrzonych (jeżeli konieczne),
- eliminację sprzecznych/nadmiernie określonych wymagań lub ich świadome uzgodnienie w dokumentacji.

4.7 DEFINICJE WYMIARÓW

Definicje wymiarów, w tym ich znaczenie oraz zasady wyznaczania miejsc pomiaru, przedstawiono w rozdziale 9. Zestaw definicji ma charakter pomocniczy i może nie obejmować wszystkich przypadków występujących w praktyce.

W przypadku potrzeby szczegółowego doprecyzowania definicji wymiarów, metod pomiaru lub sposobu oceny odchyłek należy stosować wymagania wynikające z dokumentacji projektowej, STWiORB oraz właściwych norm dotyczących tolerancji i geodezyjnej obsługi budowy.

4.8 WYMAGANIA TOLERANCYJNE WG PN-EN 13670

Norma **PN-EN 13670** określa wymagania dotyczące wykonywania konstrukcji betonowych, w tym wymagania w zakresie tolerancji geometrycznych dla elementów konstrukcji nośnej. Wymagania te należy uwzględniać w dokumentacji wykonawczej oraz w **STWiORB**, jako podstawę oceny zgodności robót z wymaganiami projektu i warunkami kontraktowymi.

W normie PN-EN 13670 wskazano również tolerancje geometryczne istotne z punktu widzenia **użytkowalności i możliwości montażu**, które nie wpływają bezpośrednio na nośność konstrukcji. Tolerancje te obejmują w szczególności wymagania dotyczące:

- fundamentów,
- słupów i ścian,
- belek i płyt,
- wymiarów przekrojów,
- płaskości i prostoliniowości krawędzi,
- otworów oraz elementów osadzanych i wbudowywanych w beton.

Wymagania dotyczące użytkowalności i montowalności mają zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy zostały jednoznacznie określone w dokumentacji projektowej, STWiORB lub wynikają z odpowiedniej normy wyrobu. W przypadku przyjęcia tolerancji zaostrzonych należy uwzględnić wpływ tych wymagań na technologię wykonania, zakres kontroli oraz koszty realizacji.

4.9 TOLERANCJE DLA ELEMENTÓW BETONOWYCH

W rozdziale 8 przedstawiono tabele tolerancji dla poszczególnych rodzajów elementów prefabrykowanych wraz z definicjami wymiarów oraz zasadami ich pomiaru i oceny.

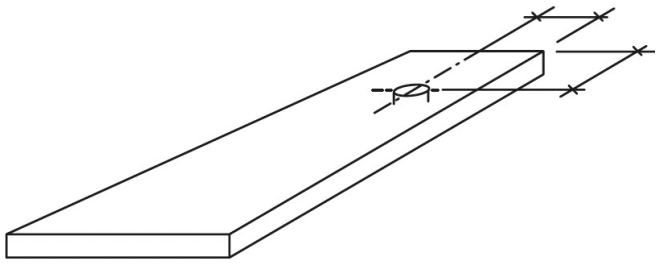
Tabela	Rodzaj elementu / wyrobu	Zakres tolerancji
1	Słupy	Tolerancje produkcyjne
2	Słupy	Tolerancje wytyczenia i montażu
3	Słupy	Tolerancje końcowe na budowie
4	Belki	Tolerancje produkcyjne
5	Belki	Tolerancje wytyczenia i montażu
6	Belki	Tolerancje końcowe na budowie
7	Płyty sprężone kanałowe (TT) oraz zespolone (TT/F)	Tolerancje produkcyjne
8	Płyty sprężone kanałowe (TT) oraz zespolone (TT/F)	Tolerancje wytyczenia i montażu
9	Płyty sprężone kanałowe (TT) oraz zespolone (TT/F)	Tolerancje końcowe na budowie
10	Płyty pełne sprężone zespolone (HD/F)	Tolerancje produkcyjne
11	Płyty pełne sprężone zespolone (HD/F)	Tolerancje wytyczenia i montażu
12	Płyty pełne sprężone zespolone (HD/F)	Tolerancje końcowe na budowie
13	Płyty pełne żelbetowe (D) oraz zespolone (D/F)	Tolerancje produkcyjne
14	Płyty pełne żelbetowe (D) oraz zespolone (D/F)	Tolerancje wytyczenia i montażu
15	Płyty pełne żelbetowe (D) oraz zespolone (D/F)	Tolerancje końcowe na budowie
16	Płyty zespolone typu filigran	Tolerancje produkcyjne
17	Płyty zespolone typu filigran	Tolerancje wytyczenia i montażu
18	Płyty zespolone typu filigran	Tolerancje końcowe na budowie
19	Ściany	Tolerancje produkcyjne (klasa A i B)
20	Ściany	Tolerancje wytyczenia i montażu
21	Ściany	Tolerancje końcowe na budowie (klasa A i B)
22	Ściany zespolone (dwuwarstwowe)	Tolerancje produkcyjne (klasa A i B)
23	Ściany zespolone (dwuwarstwowe)	Tolerancje wytyczenia i montażu
24	Ściany zespolone (dwuwarstwowe)	Tolerancje końcowe na budowie (klasa A i B)
25	Balkony, galerie i spoczniki	Tolerancje produkcyjne
26	Balkony, galerie i spoczniki	Tolerancje wytyczenia i montażu
27	Balkony, galerie i spoczniki	Tolerancje końcowe na budowie
28	Schody	Tolerancje produkcyjne
29	Schody	Tolerancje wytyczenia i montażu
30	Schody	Tolerancje końcowe na budowie
31	Powierzchnie bet.– maksymalne odchyłki powierzchni	Tolerancje produkcyjne (klasa A, B i C)

Szczegółowe wartości tolerancji należy przyjmować zgodnie z odpowiednimi tabelami w rozdziale 8 oraz wymaganiami dokumentacji projektowej i STWiORB.

5. ELEMENTY OSADZANE W BETONIE ORAZ OTWORY

Należy rozróżniać tolerancje dotyczące elementów osadzanych w betonie (m.in. blach mocujących, mocowań śrubowych, śrub, tulei, kotew) oraz otworów technologicznych, w zależności od etapu ich oceny: w prefabrykacie oraz w obiekcie po montażu.

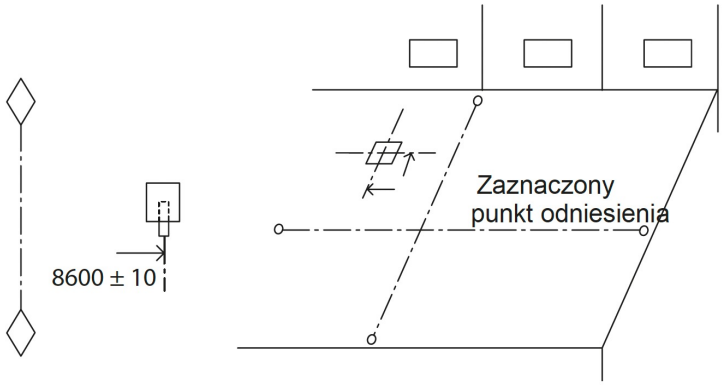
Tolerancje produkcyjne odnoszą się do położenia elementów osadzanych oraz otworów w obrębie prefabrykatu i są kontrolowane względem krawędzi formy lub krawędzi elementu, np. ±20 mm. (Zob. rys. 5.1)



Rys. 5.1 Tolerancja produkcyjna położenia w elemencie.

Jeżeli w dokumentacji projektowej lub STWiORB określono tolerancje końcowe na budowie dla elementów osadzanych, otworów lub podobnych rozwiązań, odnoszą się one do położenia względem osi konstrukcyjnych (zgodnie z wymiarowaniem projektowym). Różnica pomiędzy tolerancją produkcyjną a tolerancją końcową na budowie powinna być uwzględniana przy ocenie zgodności.

Położenie elementu osadzonego w prefabrykacie w obiekcie zależy od rzeczywistego położenia prefabrykatu po montażu oraz od występujących odchyłek montażowych. (Zob. rys. 5.2)



Rys. 5.2 Tolerancja położenia na budowie.

Elementy osadzane w betonie oraz otwory technologiczne mogą wymagać zaostrzonych tolerancji, w szczególności w strefach połączeń konstrukcyjnych, montażu elementów stalowych oraz prowadzenia instalacji. W takim przypadku wymagania tolerancyjne należy jednoznacznie określić w dokumentacji projektowej, a w razie potrzeby wskazać je bezpośrednio na rysunkach wykonawczych, tak aby zostały uwzględnione podczas wytyczenia i montażu.

Blachy mocujące oraz mocowania śrubowe powinny spełniać wymagania nie tylko w zakresie położenia, lecz również w zakresie orientacji w elemencie. Wymagania dotyczące orientacji mogą być określane poprzez tolerancję nachylenia (odchylenie od płaszczyzny) zgodnie z rysunkami 5.3 i 5.4 oraz ujęte w odpowiednich tabelach tolerancji (rozdział 8).

Uwaga: na rysunkach 5.3 i 5.4 nie podano wartości tolerancji nachylenia.

Rys. 5.3 Blacha mocująca z tolerancją.

Rys. 5.4 Mocowanie śrubowe z tolerancją maksymalnego maksymalnego nachylenia.

6. WYTYCZENIE I MONTAŻ

W niniejszym rozdziale przedstawiono zasady prowadzenia wytyczenia geodezyjnego oraz montażu elementów prefabrykowanych w odniesieniu do wymagań tolerancyjnych. W tabeli (wg dokumentacji) przedstawiono przykładowe warianty błędu średniego wytyczenia (standardowej niepewności) dla różnych wartości tolerancji końcowej na budowie wraz z założeniami przyjętymi do obliczeń.

Obsługa geodezyjna odpowiada za:

- wyznaczenie osi i punktów kontrolnych w wymaganej dokładności,
- kontrolę położenia punktów bazowych (osnowy realizacyjnej) i stabilność punktów pomiarowych,
- wykonanie pomiarów kontrolnych i opracowanie protokołów z wynikami,
- wskazanie niezgodności (przekroczeń) i przekazanie informacji kierownictwu budowy.

6.1 ZASADY OGÓLNE PRZY WYTYCZANIU

Wytyczanie elementów należy prowadzić z uwzględnieniem wymaganych tolerancji końcowych oraz przyjętej technologii montażu. W szczególności należy ograniczać wytyczanie na dużych odległościach. Dla typowych warunków realizacji zaleca się unikanie wytyczania na odległościach większych niż 40 m, natomiast w przypadku wymagań zaostrzonych odległość wytyczania należy odpowiednio zmniejszyć.

Wytyczanie elementów prefabrykowanych może być realizowane w szczególności jedną z następujących metod:

a. wytyczenie prostokątne (ortogonalne) od linii odniesienia na podstawie wymiarów projektowych,
b. wytyczenie biegunowe z punktu o znanym położeniu,
c. metoda wolnego stanowiska (resekcja), tj. wyznaczenie stanowiska na podstawie punktów osnowy o znanej i potwierdzonej dokładności, w tym z zastosowaniem stabilizowanych punktów pomiarowych.

Dobór metody wytyczenia powinien wynikać z:

- wymaganych tolerancji,
- sposobu wymiarowania przyjętego w dokumentacji projektowej,
- warunków terenowych i dostępności punktów osnowy,
- doświadczenia wykonawcy robót geodezyjnych.

W trakcie wytyczania należy zapewnić jednoznaczne i czytelne oznaczenie punktów oraz linii odniesienia w sposób umożliwiający ich praktyczne wykorzystanie przez ekipę montażową.

6.2 ZASADY MONTAŻU ELEMENTÓW

Montaż elementów prefabrykowanych należy prowadzić po analizie:

- tolerancji montażowych wymaganych dla danego typu elementu,
- elementów determinujących położenie i zamocowanie (np. kotwy, śruby fundamentowe, gniazda, konsole, osie konstrukcyjne).

Przed rozpoczęciem montażu słupów należy wykonać inwentaryzację przedmontażową położenia śrub/kotew fundamentowych oraz sporządzić protokół pomiarowy. Dopuszcza się korekty drobnych odchyłek w trakcie montażu wyłącznie w zakresie określonym w dokumentacji projektowej oraz w STWiORB.

Regulację wysokości montażowej słupa należy prowadzić w odniesieniu do elementu bazowego, którym może być:

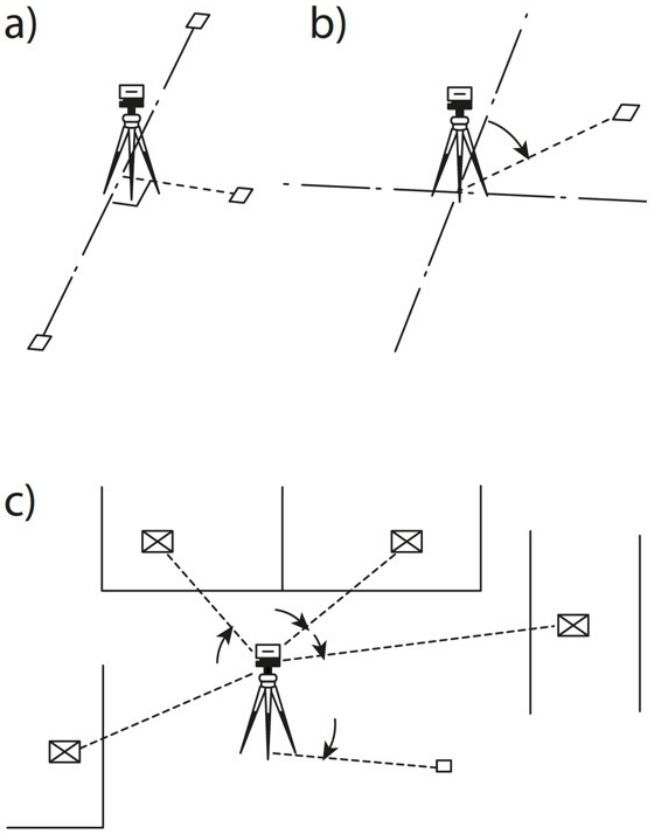
- konsola, lub
- głowica słupa,
- w zależności od tego, który poziom stanowi bazę montażową dla kolejnych elementów konstrukcyjnych.

Jeżeli regulacja wysokości wykonywana jest w dolnej części słupa (na podstawie), należy wykonać kontrolę wymiarów pośrednich do poziomu konsoli lub głowicy, w celu potwierdzenia prawidłowej rzędnej montażowej stanowiącej podstawę do montażu belek oraz płyt stropowych.

TABELA – Tolerancja wykonania w obiekcie A BŁĄD ŚREDNI WYTYCZENIA

Tolerancja wykonania w obiekcie T[mm]	Błąd średni wytyczenia (σ) wariant T1[mm]	Błąd średni wytyczenia (σ) wariant T2[mm]
5	–	–
10	–	2
15	4	6
20	8	9
25	11	12
30	13	14
50	24	25

Uwaga: W oryginale wartości T1/T2 wynikają z przyjętych założeń obliczeniowych (wartości bazowych) – w polskiej dokumentacji zamiast tego zapisuje się: „dokładność tyczenia musi być dostosowana do tolerancji wykonania i zapewniać spełnienie wymagań geometrycznych obiektu”.



Rys. 6.1a–c. Najczęściej stosowane metody wytyczania: a) wytyczenie ortogonalne, b) wytyczenie biegunowe, c) wytyczenie metodą wolnego stanowiska (resekcji).

Wytyczenie metodą **wolnego stanowiska (resekcji)** należy wykonywać na podstawie pomiaru kierunków i odległości do **co najmniej czterech punktów osnowy realizacyjnej**. Nadmiarowość obserwacji powinna zapewniać wymaganą dokładność wyznaczenia stanowiska oraz umożliwiać weryfikację stabilności i poprawności położenia punktów osnowy.

7. KONTROLA WYMIARÓW

7.1 KONTROLA WYMIARÓW W ZAKŁADZIE PREFABRYKACJI

Zakres kontroli wymiarów w zakładzie prefabrykacji należy określić w ramach programu zapewnienia jakości, z uwzględnieniem rodzaju wyrobów oraz złożoności procesu produkcyjnego. Celem kontroli jest potwierdzenie, że wytwarzane elementy spełniają wymagania w zakresie:

- bezpieczeństwa,
- trwałości,
- przydatności użytkowej (funkcjonalności).

Nadzór nad zgodnością produkcji z programem jakości należy prowadzić zgodnie z wymaganiami systemowymi oraz kontraktowymi, w tym w ramach zakładowej kontroli produkcji (ZKP), auditów oraz oceny przez uprawnioną jednostkę oceniającą — jeżeli wymagają tego przepisy lub dokumentacja kontraktowa.

Kontrolę w zakładzie należy rozróżniać na:

- kontrolę podstawową,
- kontrolę dodatkową.

Zakład prefabrykacji odpowiada za:

- zgodność wymiarów i geometrii prefabrykatu z dokumentacją produkcyjną,
- dotrzymanie tolerancji produkcyjnych oraz jakości powierzchni wg wymagań kontraktu,
- oznakowanie elementów i identyfikowalność (numer elementu / partia / dokumenty jakościowe),
- przekazanie dokumentów dostawy i kontroli (protokoły, deklaracje zgodności – jeżeli wymagane).

7.1.1 KONTROLA PODSTAWOWA W ZAKŁADZIE

Kontrola podstawowa obejmuje działania kontrolne dotyczące wszystkich typów wyrobów produkowanych w zakładzie. Zakres kontroli powinien wynikać z programu jakości i w odniesieniu do wymiarów obejmować co najmniej kontrolę wyrywkową potwierdzającą, że:

- spełnione są wymagania wymiarowe wynikające z dokumentacji technicznej,
- dotrzymane są tolerancje dla danego typu elementu.

Kontrola produkcji powinna być realizowana w formie:

- kontroli wewnętrznej zakładu (samokontroli),
- kontroli nadzorującej (jeżeli jest wymagana w ramach systemu jakości i/lub kontraktu).

7.1.2 KONTROLA DODATKOWA W ZAKŁADZIE

Kontrolę dodatkową należy stosować, jeżeli wynika to z wymagań obiektowych oraz jest wskazane w planie kontroli lub dokumentacji kontraktowej. Kontrola dodatkowa obejmuje wymiary i cechy istotne w szczególności dla:

- funkcji konstrukcji i montażu,
- bezpieczeństwa,
- trwałości betonu,
- wymagań estetycznych (np. elementy architektoniczne).

7.2 KONTROLA WYMIARÓW NA BUDOWIE

Kontrolę wymiarów na budowie należy prowadzić w sposób umożliwiający jednoznaczną ocenę zgodności robót z dokumentacją projektową, w szczególności w zakresie geometrii montażu.

Kontrolę na budowie należy rozróżniać na:

- kontrolę odbiorczą dostawy elementów prefabrykowanych,
- bieżącą kontrolę wykonania robót (oględziny / kontrola wizualna),
- kontrole międzyoperacyjne (kontrola częściowa poprzez wybrane pomiary).

Wykonawca robót/montażu odpowiada za:

- prawidłowe wytyczenie, ustawienie i stabilizację elementów w położeniu projektowym,
- dotrzymanie tolerancji montażowych i budowlanych w zakresie położenia, rzędnych i pionowości,
- wykonanie regulacji, podkładek, klinowania i tymczasowego zabezpieczenia zgodnie z technologią montażu,
- bieżącą kontrolę geometrii przed wykonaniem robót utrwalających położenie (np. podlewki, spawanie, zalewanie złączy).

7.2.1 KONTROLA ODBIORCZA PREFABRYKATÓW NA BUDOWIE

Kontrola odbiorcza dostawy prefabrykatów na budowie z reguły nie obejmuje pełnej kontroli wymiarów. Powinna obejmować w szczególności:

- zgodność oznakowania elementów,
- ocenę uszkodzeń transportowych,
- stan uchwytów transportowych oraz elementów podnoszenia,
- występowanie widocznych rys i pęknięć,
- weryfikację dokumentów dostawy (np. WZ, dokumenty jakościowe, karty elementu).

W przypadku stwierdzenia wad, uszkodzeń lub niezgodności element należy odseparować i zgłosić do wyjaśnienia przed montażem.

7.2.2 KONTROLA WYKONANIA ROBÓT (KONTROLA MONTAŻU)

Podczas montażu elementów prefabrykowanych wszystkie prace powinny podlegać bieżącej kontroli wizualnej. Zakres kontroli powinien wynikać z:

- dokumentacji projektowej,
- STWiORB,
- wymagań normowych oraz kontraktowych.

W ramach oględzin należy wykonywać kontrole wyrywkowe przez pomiar, obejmujące w szczególności:

- położenie elementów w planie (odchyłki od osi oraz punktów charakterystycznych),
- rzędne wysokościowe (poziomy montażowe, podparcie),
- pionowość elementów pionowych (np. słupy, ściany),
- zgodność położenia złączy i punktów montażowych.

7.2.3 KONTROLA POŁOŻENIA ELEMENTÓW BAZOWYCH PRZED MONTAŻEM (KOTWY/ ŚRUBY FUNDAMENTOWE)

Przed montażem elementów prefabrykowanych, których położenie zależy od elementów fundamentowych (w szczególności słupy na śrubach/kotwach fundamentowych), należy wykonać kontrolę geometrii obejmującą co najmniej:

- położenie kotew/śrub w planie w odniesieniu do osi konstrukcyjnych,
- rozstaw kotew/śrub oraz ich wzajemne usytuowanie,
- rzędne wysokościowe powierzchni podparcia (fundament, podwalina) oraz ewentualne odchyłki lokalne,
- pionowość oraz stan elementów kotwiących — jeżeli ma to wpływ na możliwość montażu,
- kompletność i stan techniczny elementów mocujących.

Wyniki kontroli należy ująć w protokole kontroli przedmontażowej, stanowiącym podstawę rozpoczęcia montażu.

Protokół powinien zawierać:

- identyfikację osi/punktów oraz elementu,
- zestawienie odchyłek w planie i wysokości,
- ocenę możliwości montażu (dopuszczenie / warunkowe dopuszczenie / niedopuszczenie),
- zalecenia działań korygujących.

W przypadku stwierdzenia niezgodności uniemożliwiających montaż lub mogących powodować przekroczenie tolerancji po montażu, montaż należy wstrzymać do czasu podjęcia decyzji technicznej przez Kierownika budowy lub Inżyniera.

7.2.4 KONTROLA GEOMETRII MONTAŻU ELEMENTÓW PREFABRYKOWANYCH (KONTROLE MIĘDZYOPERACYJNE)

Po ustawieniu elementu w położeniu projektowym, a przed wykonaniem robót utrwalających jego położenie (np. zalanie złączy, wykonanie podlewek, spawanie/skręcanie połączeń), należy wykonać kontrolę geometryczną obejmującą – w zależności od typu elementu:

Elementy pionowe (słupy, ściany):

- położenie w planie (odchyłka od osi),
- pionowość,
- rzędne wysokościowe (podparcie, poziom konsol, poziom górny — jeżeli wymagany),
- zgodność położenia złączy i powierzchni przylegania.

Elementy poziome (belki, podciągi, płyty):

- położenie w planie,
- rzędne oparcia i poziomy montażowe,
- prawidłowość oparcia (długości oparcia zgodne z projektem),
- zgodność położenia punktów montażowych i styków.

Dopuszcza się wykonywanie pomiarów wyrywkowo, jednak pomiary powinny obejmować elementy krytyczne z punktu widzenia geometrii konstrukcji oraz elementy stanowiące bazę montażu kolejnych elementów.

7.2.5 KRYTERIA ODBIORU ORAZ POSTĘPOWANIE W PRZYPADKU NIEZGODNOŚCI

Odbiór robót montażowych i geodezyjnych następuje na podstawie:

- zgodności z dokumentacją projektową,
- dotrzymania tolerancji określonych w dokumentacji i/lub kontrakcie,
- pozytywnych wyników kontroli oraz pomiarów potwierdzonych protokołami.

Decyzje dotyczące akceptacji odchyłek poza tolerancją podejmuje:

- Kierownik budowy / Inżynier kontraktu (w zależności od umowy),
- po uzyskaniu stanowiska projektanta (jeżeli odchyłka wpływa na bezpieczeństwo, montaż kolejnych elementów lub funkcję).

Dopuszczenie „na warunkach" wymaga:

- udokumentowania odchyłki i jej wpływu,
- zatwierdzenia rozwiązania korygującego (naprawa/rozwiązanie zamienne),
- ponownej kontroli po wykonaniu korekty.

W przypadku stwierdzenia odchyłek przekraczających dopuszczalne tolerancje należy:

- oznaczyć i opisać niezgodność (numer elementu, lokalizacja, rodzaj odchyłki),
- wstrzymać roboty zależne, jeżeli odchyłka wpływa na kolejne etapy,
- zgłosić niezgodność Kierownikowi budowy lub Inżynierowi,
- przedstawić propozycję działań korygujących, w szczególności:
- korekta położenia elementu (regulacja ustawienia),
- naprawa zgodna z dokumentacją projektową,
- rozwiązanie zamienne zatwierdzone przez projektanta.

Po wykonaniu korekt należy wykonać ponowną kontrolę oraz udokumentować wyniki.

8. TABELE

WYKAZ TABEL – RODZAJE WYROBÓW (ELEMENTÓW)

Zakres tabel w rozdziale 8 obejmuje następujące grupy elementów prefabrykowanych:

Tabele 1–3 – Słupy

Tabele 4–6 – Belki i podciągi

Tabele 7–9 – Płyty sprężone kanałowe (TT) oraz zespolone (TT/F)

Tabele 10–12 – Płyty sprężone kanałowe (HC) oraz zespolone (HC/F)

Tabele 13–15 – Płyty pełne żelbetowe (D) oraz zespolone (D/F)

Tabele 16–18 – Płyty zespolone typu filigran (z nadbetonem)

Tabele 19–21 – Ściany

Tabele 22–24 – Ściany zespolone (dwuwarstwowe) / ściany podwójne (skorupowe)

Tabele 25–27 – Balkony, galerie i spoczniki

Tabele 28–30 – Schody prefabrykowane

Tabela 31 – Powierzchnie betonowe – maksymalne odchyłki powierzchni

Objaśnienia oznaczeń

- L – długość (najczęściej wysokość/rozpiętość elementu zgodnie z definicją w dokumencie),
- Σh – suma wysokości (łączna wysokość ocenianego odcinka budynku),
- n – liczba kondygnacji / poziomów w analizowanym zakresie,
- t – wymiar charakterystyczny związany z położeniem osi (np. grubość/rozstaw wg definicji pomiaru),
- h – wysokość kondygnacji / odległość między poziomami.
-

Dla tabel tolerancje są oparte na różnych źródłach, wskazanych w kolumnie „źródło", zgodnie z poniższym:

- B oznacza standard branżowy,
- P oznacza wymagania zgodne z normą wyrobu lub zasadami wspólnymi (PN-EN 13369)
- W oznacza wymagania zgodne z normą wykonawczą dla konstrukcji betonowych (PN-EN 13670)

W przypadku połączenia z konstrukcją stalową należy uwzględnić wymagania zgodnie z PN-EN 1090-2.

SŁUPY

TABELA 1. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Cecha / wymiar	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Długość	± L/1000, min. ±10, max. ±40	B / P	101
Wysokość ≤ 500 mm	±5	B / P	102
Wysokość > 500 mm	± H/100, max. ±30	B / P	102
Szerokość ≤ 500 mm	±5	B / P	103
Szerokość > 500 mm	± B/100, max. ±30	B / P	103
Zwichrowanie przekroju	H/100, min. 5 oraz B/100, min. 5	B / P	111
Krzywizna / odchyłka prostoliniowości (krawędzi)	± L/700	P	106
Odchyłka kątowa powierzchni oparcia / końców	± Lstrona/100, min. ±5	P	108
Odległość: głowica słupa → konsola, konsola → konsola	± L/500, min. ±5	B	–
Wysięg konsoli	± Lstrona/100, min. ±5	P	–
Otwory i wybrania (średnica, długość, wysokość)	+ (1,5 × L_bok / 100) – 5 mm min. 8 mm	B	P 201
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Położenie wzdłużne	±15	P	202
Położenie poprzeczne	±10	B	202
Położenie w poziomie wysokościowym (rzędna)	±5	B	203
Dla grupy (≥ 2 szt.) obowiązują powyższe tolerancje. Wewnątrz grupy tolerancje należy przyjąć jako o połowę mniejsze. Definicje: 206, 207			
OTWORY I WYBRANIA – POŁOŻENIE			
Położenie wzdłużne	±15	P	202
Położenie poprzeczne	±10	B	202
Otwory w stopie słupa	±3	B	202

TABELA 2. TOLERANCJE WYTYCZENIA I MONTAŻU

Parametr	Tolerancja wytyczenia [mm]	Tolerancja montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±6	±6	B
Położenie w wysokości (rzędna)	±5	±6	B

Wytyczenie i montaż elementów należy wykonać w sposób zapewniający dotrzymanie ww. tolerancji, przy czym tolerancje montażu odnoszą się do położenia elementu po ustawieniu i wstępnym unieruchomieniu (przed zalaniem złączy / wykonaniem podlewek).

TABELA 3. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Parametr	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±20	B	301
Położenie w wysokości (rzędna)	±18	B	302
Odległość między sąsiednimi słupami	±25	B	304
Nachylenie (odchyłka pionowości)	± L/600, min. ±8	B	305
Odchyłka od pionu w budynku wielokondygnacyjnym	Σh / (200·n), max 50	W	307
Odchyłka między osiami środkowymi słupów	t/30, min 15, max 30	W	308
Wygięcie słupa pomiędzy dwiema kondygnacjami	h/300, min 15, max 30	W	309

BELKI PREFABRYKOWANE

TABELA 1. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Cecha / wymiar	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Długość	± L/1000, min. ±10, max. ±40	B / P	101
Wysokość ≤ 500 mm	±5	B / P	102
Wysokość > 500 mm	± H/100, max. ±30	B / P	102
Szerokość ≤ 500 mm	±5	B / P	103
Szerokość > 500 mm	± B/100, max. ±30	B / P	103
Zwichrowanie przekroju	H/100 (min. 5) oraz B/100 (min. 5)	P	111
Krzywizna w kierunku bocznym (odchyłka prostoliniowości)	± L/700	P	106
Odchyłka kątowa końców	± Lbocz/100, min. ±5	P	108
Przechylenie pionowej płaszczyzny środkowej	± L/700	P	112
Odchyłka od strzałki ugięcia średniego – zbrojenie nie sprężone	± L/700	P	109
Odchyłka od strzałki ugięcia średniego – zbrojenie sprężone	± 1,5 · L/700	P	109

Cecha / wymiar	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Otwory i wybrania (średnica, długość, wysokość)	+1,5·Lbocz/100 (min. 8) / −5	P / B	201
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Położenie wzdłużne	±15	P	202
Położenie poprzeczne	±10	B	202
Położenie w poziomie wysokościowym (rzędna)	±5	B	203
Dla grupy (≥ 2 szt.) obowiązują powyższe tolerancje. Wewnątrz grupy tolerancje należy przyjąć jako o połowę mniejsze. Definicje: 206, 207			
OTWORY I WYBRANIA – POŁOŻENIE			
Położenie wzdłużne	±15	P	202
Położenie poprzeczne	±10	B	202

TABELA 5. TOLERANCJE WYTYCZENIA I MmontażU

Parametr	Tolerancja wytyczenia [mm]	Tolerancja montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±6	±6	B
Położenie w wysokości (rzędna)	±5	±6	B

TABELA 6. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Parametr	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±20	B	301
Położenie w wysokości (rzędna)	±18	B	302
Odległość między sąsiednimi belkami	± L/600, min. ±20, max. ±25	W / B	304
Położenie połączenia belka–słup mierzone względem słupa	± Lsida/30, min. ±20	W	310
Położenie osi środka oparcia (gdy stosowane są łożyska)	± Lkraw/20, min. ±5, max. ±15	W / B	311
Szerokość szczeliny (fugi) na oparciu	±20	B	401
Przesunięcie stopniowe na styku (uskok fugi) na oparciu	10	B	401
Prostoliniowość w poziomie (rakowatość pozioma belek)	± L/700	B	312

W przypadku belek oparcia i połączenia (belka–słup, belka–łożysko) traktuje się jako wymiary krytyczne dla montażu, dlatego pomiary kontrolne tych miejsc należy wykonywać w pierwszej kolejności oraz dokumentować w protokołach montażu.

TABELA 7. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Długość	±(10 + L/1000), maks. ±20	B	101
Wysokość ≤ 300 mm	±5	B / P	102
Wysokość > 300 mm	±10	B / P	102
Szerokość	±8	B	103
Krzywizna boczna (prostoliniowość krawędzi), zbrojenie niesprężane	±L/1000, min. ±10	P	106
Krzywizna boczna (prostoliniowość krawędzi), zbrojenie sprężane	±1,5L/1000, min. ±10	P	106
Skręcenie na końcu elementu, θ, poziomo, zbrojenie niesprężane	±15	P	113
Skręcenie na końcu elementu, θ, poziomo, zbrojenie sprężane	±22	P	113
Odchyłka kąta na „nogach" (żebrach) – początek i koniec, zbrojenie niesprężane	±8	B	108
Odchyłka kąta na „nogach" (żebrach) – początek i koniec, zbrojenie sprężane	±12	B	108
Odchyłka od średniego wygięcia (strzałki ugięcia), zbrojenie sprężane	L/500, maks. ±12	B / P	109
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Otwory i wybrania (średnica, długość, wysokość)	±30	B	201
Wkręty, uchwyty wkrętów i blachy mocujące – położenie wzdłuż i w poprzek	±20	B	202
Wkręty, uchwyty wkrętów i blachy mocujące – położenie w poziomie (rzędna)	±5	B	203
Otwory i wybrania – położenie wzdłuż i w poprzek	±30	B	202

TABELA 8. TOLERANCJE WYTYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±10	±10	B
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±8	B

TABELA 9. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Wymiar	Tolerancje [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±25	B	301
Położenie w poziomie na podporze	±12	B	303
Położenie osi środkowej podpory (gdy stosowane są łożyska)	±Lkraw / 20, min. ±5, maks. ±15	W / B	311
Szerokość szczeliny (fugi) między płytami	+12 / -8	B	401

STROPY HD

TABELA 10. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Długość	±12	B	101
Wysokość ≤ 180 mm	+10 / -5	P	102
Wysokość < 380 mm	±10	B	102
Wysokość ≥ 380 mm	±13	B	102
Szerokość (płyty o pełnej szerokości)	±5	B / P	103
Szerokość (płyty docinane / piłowane)	±25	B / P	103
Krzywizna boczna (płyty o pełnej szerokości)	±5	B	106
Odchyłka kątowa formy	±8	B	108
Odchyłka od średniego wygięcia (strzałki ugięcia), zbrojenie sprężane	±10	B	109
Grubość środnika (lokalnie / indywidualnie)	-10	P	–
Grubość środnika (łącznie dla całego elementu)	-20	P	–
Grubość półki	+15 / -10	P	–
Wybrzuszenie górnej powierzchni (długość pomiaru = 0,2 m), H < 380 mm	±10	B	107
Wybrzuszenie górnej powierzchni (długość pomiaru = 0,2 m), H ≥ 380 mm	±13	B	107
OTWORY I BRUZDY			
Otwory i wybrania (długość i szerokość)	±30	B	201
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Wkręty, uchwyty wkrętów, blachy mocujące – położenie wzdłuż i w poprzek	±20	B	202
Wkręty, uchwyty wkrętów, blachy mocujące – położenie w poziomie (rzędna)	±5	B	203
Otwory i wybrania – położenie wzdłuż i w poprzek	±20	B	202

TABELA 11. TOLERANCJE TYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar / cecha	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±6	±8	B
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±6	B

TABELA 12. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±20	B	301
Położenie w poziomie na podporze	±10	B	302
Położenie osi środkowej podpory (gdy stosowane są łożyska)	±Lkraw / 20, min. ±5, maks. ±15	W / B	311
Szerokość fugi (spód)	+12 / -4	B	401
Uskok na fudze / uskoku na spoinie [1 2]	8 / 10	B	401
Stopień wypełnienia fugi	+3 / -10	B	306

STROPY MASYWNE

TABELA 13. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Długość	±12	B	101
Wysokość ≤ 180 mm	+10 / -5	P	102
Wysokość > 180 mm	±10	B	102
Szerokość	±5	B	103
Krzywizna boczna (płyty o pełnej szerokości)	±5	B	106
Odchyłka kątowa formy	±8	B	108
Odchyłka od średniego wygięcia (strzałki ugięcia)	±10	B	109
OTWORY I BRUZDY			
Otwory i wybrania (średnica, długość i szerokość)	±15	B	201
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Położenie wzdłuż i w poprzek	±15	B	202
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	B	203
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	206

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o połowę	–	–	207
PUSZKI ELEKTRYCZNE			
Położenie wzdłuż i w poprzek	±10	B	202
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	204
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o			205
Położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	B	203
OTWORY I WYBRANIA – POŁOŻENIE			
Położenie wzdłuż i w poprzek	±15	B	202

TABELA 14. TOLERANCJE TYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar / cecha	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±6	±6	B
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±6	B

TABELA 15. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±20	B	301
Położenie w poziomie (rzędna)	±18	B	302
Odległość między sąsiednimi słupami	±25	B	304
Pochylenie	±L/600, min. ±8	B	305
Odchyłka od pionu w budynku wielokondygnacyjnym	Σh/(200·n), maks. 50	W	307
Odchyłka między osiami środkowymi słupów	t/30, min. 15, maks. 30	W	308
Wygięcie (krzywizna) słupa pomiędzy dwoma kondygnacjami	h/300, min. 15, maks. 30	W	309

PŁYTY FILIGRAN / PÓŁPREFABRYKOWANE

TABELA 16. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm] Klasa A	Tolerancja [mm] Klasa B	Źródło A	Źródło B	Definicja wymiaru
Długość	±10	±20	B	P	101
Wysokość	±5	+10 / -5	B	P	102
Szerokość (pełna płyta)	+0 / -2	+5 / -10	B	P	103
Szerokość (niepełna płyta)	±5	±10	B	P	103
Krzywizna boczna (pełna płyta)	+0 / 2	±(5 + L/1000)	B	P	106
Krzywizna boczna (niepełna płyta)	±5	±10	B	P	106
Odchyłka kątowa formy	±5	±10	B	P	108
Odchyłka od średniego wygięcia (strzałki ugięcia), zbrojenie sprężane	±10	±10	B	P	109
Wybrzuszenie / płaskość (powierzchnia formowana) – wszędzie, L = 1,0 m	±3	±3	P	P	406
Wybrzuszenie / płaskość (powierzchnia formowana) – wszędzie, L = 0,2 m	±1	±1	P	P	406
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW					
Otwory i wybrania (średnica, długość i szerokość)	±10	±30	B	P	201
Położenie wzdłużne	±20	±30	B	B	202
Położenie poprzeczne	±10	±20	B	B	202
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±5	B	B	203
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	–	–	206
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o połowę	–	–	–	–	207
PUSZKI ELEKTRYCZNE					
Położenie wzdłuż i w poprzek	±10	±20	B	B	202
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	–	–	204
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o połowę	–	–	–	–	205
Położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	+3 / -5	B	B	203
OTWORY I BRUZDY					
Położenie wzdłużne	±20	±30	B	B	202
Położenie poprzeczne	±10	±20	B	B	202
Pozycja pionowa połączeń	±10	±10	P	B	-

ŚCIANY

TABELA 17. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm] Klasa A	Tolerancja [mm] Klasa B	Źródło A	Źródło B	Definicja wymiaru
Wysokość < 0,5 m	±3	±8	P	P	102
Wysokość ≥ 0,5 m	±5	±8	B	B	102
Szerokość < 0,5 m	±3	±8	P	P	103
Szerokość ≥ 0,5 m	±5	±8	P	B	103
Grubość ≤ 0,5 m	±3	±8	P	B	104
Grubość > 0,5 m	±5	±12	P	B	104
Prostokątność (kąt 90°) L1 i L2 ≤ 6,0 m	±5	±14	P	P	114
Prostokątność (kąt 90°) 6 < L1 i L2 ≤ 10,0 m	±8	±18	P	P	114
Prostokątność (kąt 90°) L1 i L2 > 10,0 m	±10	±20	P	P	114
Wybrzuszenie / płaskość: L = 0,2 m	±2	±4	P	P	107
Wybrzuszenie / płaskość: L = 3,0 m	±5	±10	P	P	107
Odchyłka kątowa formy: grubość ≤ 0,5 m	±3	±8	P	P	108
Odchyłka kątowa formy: grubość > 0,5 m	±5	±14	P	P	108
Krzywizna boczna (prostoliniowość krawędzi): L ≤ 0,5 m	±3	±8	P	P	106
Krzywizna boczna (prostoliniowość krawędzi): L > 0,5 m	±5	±14	P	P	106
Otwory i wybrania (średnica, długość i wysokość): L ≤ 0,5 m	±3	±8	P	P	201
Otwory i wybrania (średnica, długość i wysokość): L > 0,5 m	±5	±8	P	B	201
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW					
Położenie wzdłuż i w poprzek	±10	±15	P	P	202
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±5	B	B	203
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	–	–	206
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o połowę	–	–	–	–	207
POJEDYNCZE PUSZKI ELEKTRYCZNE					
Położenie wzdłuż i w poprzek	±10	±15	P	P	202
Położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	+3 / -5	B	B	203
PUSZKI ELEKTRYCZNE W GRUPACH *PUSZKI ELEKTRYCZNE W GRUPIE W OBRĘBIE 500 MM*					
Położenie wzdłuż i w poprzek w obrębie grupy	±5	±5	B	B	204
Położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	+3 / -5	B	B	203
PUSZKI ELEKTRYCZNE ZESTAWIONE W GRUPĘ (ZESPOLONE)					
Położenie wzdłuż i w poprzek w obrębie grupy	±2	±2	B	B	205
Położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	+3 / -5	B	B	203
OTWORY I BRUZDY					

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm] Klasa A	Tolerancja [mm] Klasa B	Źródło A	Źródło B	Definicja wymiaru
Położenie wzdłuż i w poprzek	±8	±12	B	B	202

TABELA 18. TOLERANCJE TYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar / cecha	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±6	±6	B
Położenie w poziomie (rzędna)	±4	±6	B
Położenie w poziomie pomiędzy sąsiadującymi otworami okiennymi	±5	±6	B

TABELA 19. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm] Klasa A	Tolerancja [mm] Klasa B	Źródło A	Źródło B	Definicja wymiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±20	±20	B	B	301
Położenie w poziomie (rzędna)	±10	±13	B	B	302
Położenie w poziomie między sąsiadującymi otworami okiennymi	±10	±13	B	B	303
Odległość między sąsiadującymi ścianami	±25	±25	B	B	304
Pochylenie	H/600, min. ±5, maks. ±20	H/600, min. ±5, maks. ±20	B	B	305
Odchyłka od pionu w budynku wielokondygnacyjnym	Σh/(200·n), maks. 50	Σh/(200·n), maks. 50	W	W	307
Odchyłka między osiami środkowymi ścian	t/30, min. 15, maks. 30	t/30, min. 15, maks. 30	W	W	308
Wygięcie (krzywizna) ścian pomiędzy dwoma kondygnacjami	h/300, min. 15, maks. 30	h/300, min. 15, maks. 30	W	W	309
Szerokość fugi	±6	±8	B	B	401
Przesunięcie fugi od strony wewnętrznej / zewnętrznej	±10	±12	B	B	401
Uskok w fudze (wewnątrz / na zewnątrz)	5 / 8	8[1] / 12[2]	B	B	401
Uskok w fudze na podporze stropu	5	8	B	B	401

Przypisy:

1. *Wewnątrz szybu windowego jednak 5 mm.*
2. *Dla elewacji gotowej oraz elewacji przeznaczonej pod cienkowarstwowy tynk 6 mm.*

BALKONY, GALERIE I SPOCZNIKI SCHODOWE

TABELA 20. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Długość	±12	B	101
Szerokość	±12	B	103
Grubość	+10 / -5	B	104
Prostokątność (kąt 90°) L1 i L2 ≤ 6,0 m	±5	P	114
Prostokątność (kąt 90°) 6 < L1 i L2 ≤ 10,0 m	±8	P	114
Prostokątność (kąt 90°) L1 i L2 > 10,0 m	±10	P	114
Wybrzuszenie / płaskość: L = 0,2 m	±2	P	107
Wybrzuszenie / płaskość: L = 3,0 m	±5	P	107
Płaskość na podporze (planowość przy oparciu)	±5	B	108
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Otwory i wybrania (średnica, długość i wysokość)	±10	B	201
Wkręty, mocowania wkrętów i blachy mocujące – położenie wzdłuż i w poprzek	±10	P	202
Wkręty, mocowania wkrętów i blachy mocujące – położenie w poziomie (rzędna)	±5	B	203
Dla grupy (≥2) obowiązują powyższe tolerancje	–	–	206
Wewnątrz grupy tolerancje są zmniejszone o połowę	–	–	207
Pojedyncze puszki elektryczne – położenie wzdłuż i w poprzek	±10	P	202
Pojedyncze puszki elektryczne – położenie w poziomie (rzędna)	+3 / -5	B	203
Otwory i wybrania – położenie wzdłuż i w poprzek	±10	B	202

TABELA 21. TOLERANCJE TYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar / cecha	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]	Źródło
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±10	±5	B
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±6	B

TABELA 22. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±25	B	301
Położenie w poziomie (rzędna)	±15	B	302

TABELA 23. TOLERANCJE PRODUKCYJNE – WYMIARY I KSZTAŁT

Wymiar / cecha	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja wymiaru
Wysokość	±10	B	102
Szerokość	±10	P	103
Wysokość stopnia (patrz uwaga poniżej)	±5	P	110
Głębokość stopnia	±12	B	110
Grubość lokalnego pogrubienia (wybrzuszenia) ≤ 0,15 m	+10 / -5	P	104
Grubość lokalnego pogrubienia (wybrzuszenia) ≥ 0,40 m	±15	P	104
Wartości pośrednie mogą być interpolowane	–	–	–
SKRĘCENIE / ZWICHROWANIE NA PODPORZE			
Zwichrowanie na podporze – strona górna	±3	B	105
Zwichrowanie na podporze – strona dolna	±10	B	105
PŁASKOŚĆ STOPNI I SPOCZNIKÓW			
Wybrzuszenie (długość pomiaru = 0,20 m)	maks. 2,4	P	406
Wybrzuszenie (długość pomiaru = 1,0 m)	maks. 4	P	406
POŁOŻENIE DETALI OSADZONYCH -AKCESORIÓW			
Mocowania śrubowe i blachy mocujące – położenie wzdłuż i w poprzek	±10	B	202
Mocowania śrubowe i blachy mocujące – położenie w poziomie (rzędna)	±5	B	203

Uwaga :Maksymalna różnica wysokości pomiędzy dwoma kolejnymi stopniami wynosi 6 mm (zgodnie z PN-EN 14843).

TABELA 24. TOLERANCJE TYCZENIA I MONTAŻU

Wymiar / cecha	Tolerancje tyczenia [mm]	Tolerancje montażu [mm]
Położenie w planie (odchyłka boczna)	±10	±10
Położenie w poziomie (rzędna)	±5	±6

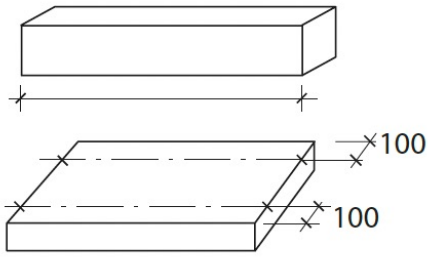
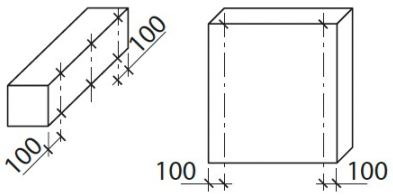
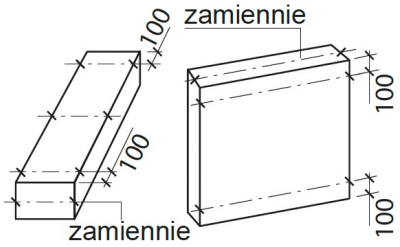
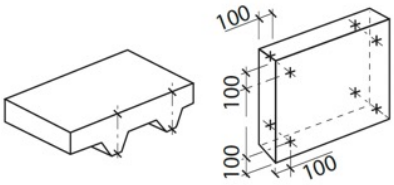
TABELA 25. TOLERANCJE KOŃCOWE NA BUDOWIE

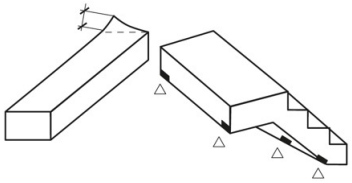
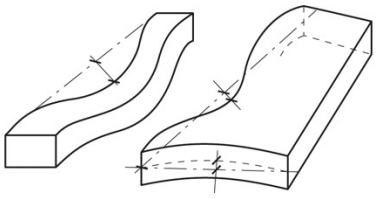
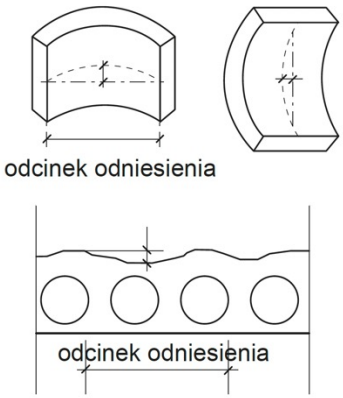
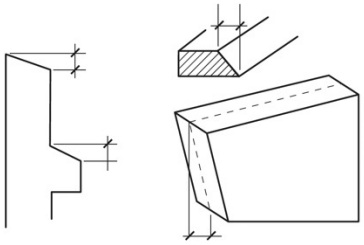
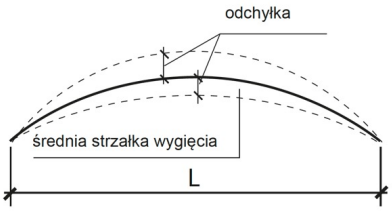
Parametr	Tolerancja [mm]	Źródło	Definicja pomiaru
Położenie w planie	±25	B	301
Położenie w poziomie (rzędna)	±15	B	302
Pionowość / nachylenie poprzeczne do kierunku biegu	L/500, min. ±5, max ±12	B	110
Pionowość / nachylenie w kierunku biegu przy głębokości stopnia ≥ 0,25 m	wg wymagań poniżej	B	110
Równość stopni płaskich (bez spadku)[1]	±2	B	110
Odchyłka od projektowanego nachylenia[2]	wg wymagań poniżej	B	110
Stopnie ze spadkiem (nachylenie stopnia)	±2	B	110

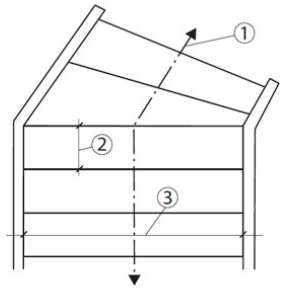
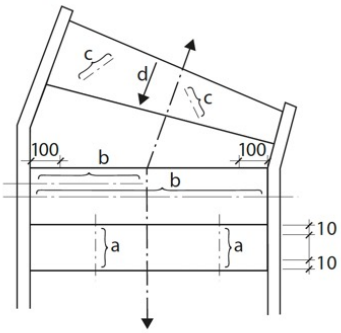
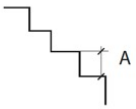
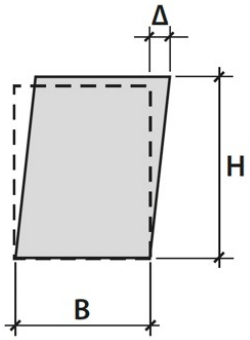
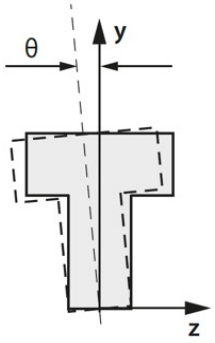
9. DEFINICJE WYMIARÓW

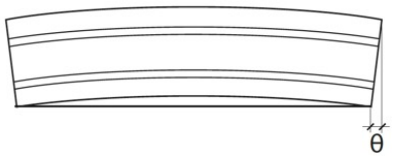
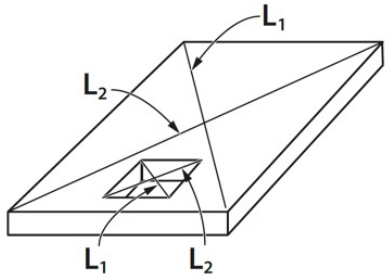
DEFINICJE WYMIARÓW I ZASADY POMIARU (TOLERANCJE PRODUKCYJNE)

Pomiary należy wykonywać po osiągnięciu przez element stanu umożliwiającego ocenę geometryczną (po rozformowaniu i stabilizacji), przy użyciu narzędzi o dokładności zgodnej z pkt 4.4

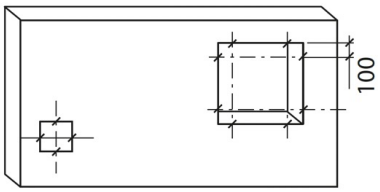
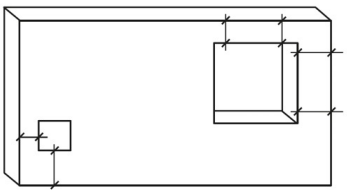
Nr	Wymiar	Element komponent	Rys.	Komentarz
101	Długość	Słupy Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran Balkony, galerie i spoczniki Schody		Tolerancja długości dotyczy wymiaru elementu wzdłuż krawędzi bocznych. Pomiar należy wykonać wzdłuż jednej lub dwóch krawędzi, w odległości 100 mm od krawędzi (dla szerokości > 500 mm) lub w osi środka boku (dla szerokości ≤ 500 mm).
102	Wysokość	Słupy; Belki; Płyty TT ; Stropy HD ; Stropy masywne ; Pfiligran); Ściany; Ściany warstwowe; Schody		Tolerancja wysokości dotyczy wymiaru elementu na krawędziach bocznych.Pomiar należy wykonać przy obu końcach elementu, w odległości 100 mm od krawędzi, do środka i/lub w środku elementu.
103	Szerokość	SSłupy Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Schody		Pomiar 100 mm od każdej krawędzi i/lub w środku elementu. Dodatkowo dopuszcza się pomiar w środku powierzchni czołowych elementu.
104	Grubość	Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony, galerie i spoczniki Schody		Pomiar należy wykonać w odległości 100 mm od naroży elementu oraz w strefach oparcia (powierzchniach podparcia) – zgodnie z dokumentacją.

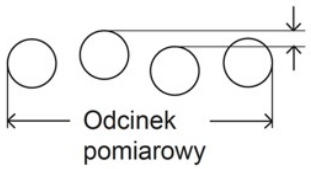
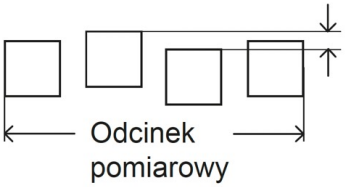
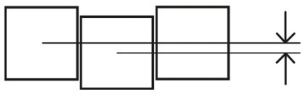
Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
105	Zwichrowanie i skręcenie elementu.	Schody		Dotyczy odchyłki czwartego naroża od płaszczyzny wyznaczonej przez trzy pozostałe naroża. Pomiar należy wykonać w odległości 100 mm od naroży elementu lub w strefach podparcia (np. na uskoku/półce podporowej), jeżeli występują.
106	Krzywizna (w kierunku bocznym)	Słupy Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe)		Odchyłka od linii prostej wyznaczonej pomiędzy końcami krawędzi elementu. Pomiar można wykonać w dowolnym miejscu wzdłuż tej krawędzi. Krzywizna może być określana również jako odchyłka prostoliniowości krawędzi (kantowość).
107	Wybrzuszenie (długość odcinka pomiarowego)	Płyty HD oraz HD/F Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony i galerie		Odchyłka od linii prostej wzdłuż szerokości lub wysokości elementu (w zależności od kierunku pomiaru). Pomiar wykonuje się na odcinkach odniesienia o długości 0,2 m oraz 3,0 m. Może dotyczyć dowolnej krawędzi lub powierzchni kontrolowanej..
108	Odchyłka kątowa przekroju poprzecznego i powierzchni podporowych	Słupy; Belki; Płyty TT; Stropy HD; Stropy masywne; Filigran Ściany; Ściany warstwowe; Balkon / Galeria Spocznik schodowy		Odchyłkę kątową wyznacza się na podstawie krótszego boku. Kontrolę wykonuje się zwykle w czterech narożach. Pomiar przekroju poprzecznego oraz powierzchni podporowych należy wykonać przy użyciu kątownika.
109	Odchyłka wygięcia (strzałki ugięcia oraz podgięcia)	Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran		Zasady interpretacji odchyłek ugięcia/podgięcia podano w rozdziale 4.5. Pomiar należy wykonać od strony spodniej elementu, w osi elementu.

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
110	Płaskość / spadek / wysokość stopnia / głębokość stopnia	Schody	 *Wymiar*  	**1. Kierunek ruchu** (kierunek biegu schodów). Uwaga: kierunek biegu można przyjąć jako linię przejścia (linię komunikacyjną) prowadzoną w osi biegu schodów, w odległości co najmniej 0,30 m od przyległych ścian. **2. Głębokość stopnia (b)**. Głębokość stopnia wynosi zwykle min. 0,25 m. Pomiar wykonuje się w środku stopnia (w rzucie poziomym stopnia). **3. Spadek stopnia.** **a) Spadek w kierunku biegu** – pomiar wykonuje się w odległości 10 mm od krawędzi stopnia w kierunku biegu (po stronie wewnętrznej lub zewnętrznej). Dotyczy stopni o głębokości ≥ 0,25 m. **b) Spadek poprzeczny do kierunku biegu** – pomiar wykonuje się w odległości 100 mm od zewnętrznej krawędzi stopnia. **c) Kierunek spadku stopnia** – odchyłkę wyznacza się na odcinku pomiarowym 0,2 m lub 1,0 m; pomiar można wykonać w dowolnym miejscu na stopniu. **A. Wysokość stopnia (a).** Wysokość stopnia mierzy się w środku każdego podstopnia.
111	Skośność (zwichrowanie) przekroju poprzecznego	Słupy; Belki		Skośność przekroju poprzecznego (zwichrowanie) – odchyłka kształtu przekroju, w której przeciwległe boki przekroju nie są równoległe
112	Przekoszenie / odchylenie (ustawienie skośne)	Belki		Przekoszenie pionowej płaszczyzny środkowej elementu (odchylenie środnika od pionu). L – długość belki.

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
113	Zwichrowanie w płaszczyźnie (odchyłka płaskości w planie)	Elementy powierzchniowe; Płyty TT oraz TT/F		Odchyłka kształtu elementu w płaszczyźnie (w rzucie). Oceniana na podstawie różnicy położenia krawędzi względem linii odniesienia
114	Prostokątność (kąt 90°)	Ściany; Ściany zespolone (dwuwarstwowe); Balkony, galerie i spoczniki		Prostokątność określa się jako różnicę długości dwóch przekątnych (L_1 i L_2).

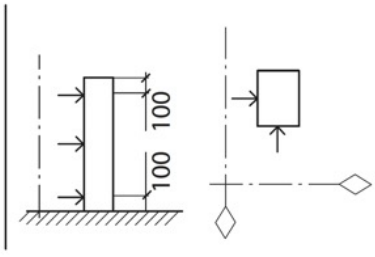
DETALE MONTAŻOWE, OTWORY I WYCIĘCIA ITP.

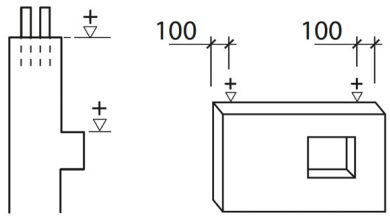
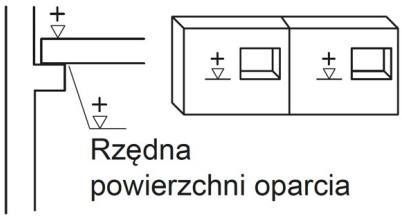
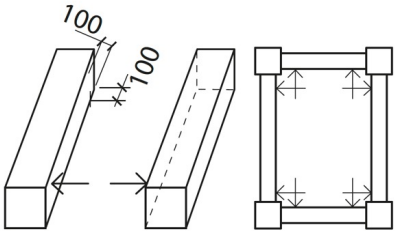
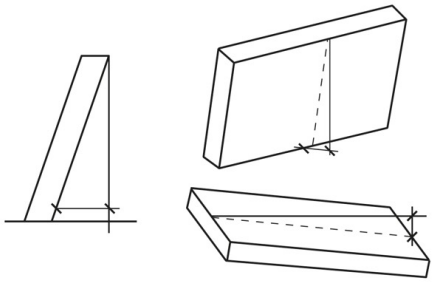
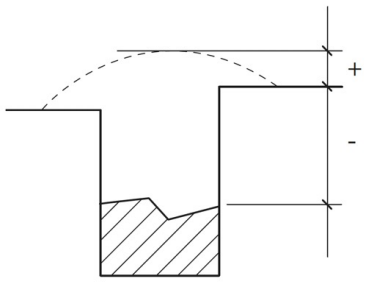
Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
201	Wymiary gabarytowe (długość, wysokość, szerokość)	Słupy Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony, galerie i spoczniki Schody		Długość i szerokość mierzy się wzdłuż dwóch krawędzi elementu. Taśmę stalową prowadzi się w osi (środku) pomiaru.
202	Położenie w kierunku podłużnym i poprzecznym	Słupy Belki i podciągi Płyty TT oraz TT/F Płyty HD oraz HD/F Płyty masywne (pełne) D oraz D/F Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony, galerie i spoczniki Schody		Odniesienie do krawędzi elementu. Dla większych otworów pomiar wykonuje się w dwóch punktach kontrolnych. Dotyczy otworów oraz detali osadzonych posiadających dwa kierunki położenia (podłużny i poprzeczny).

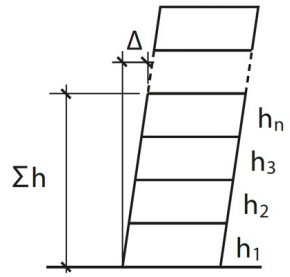
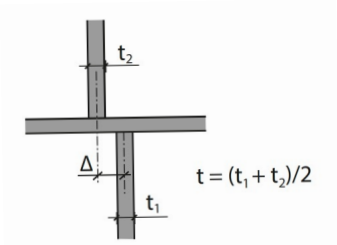
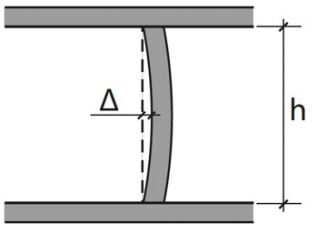
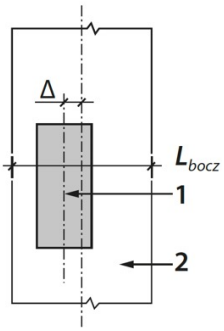
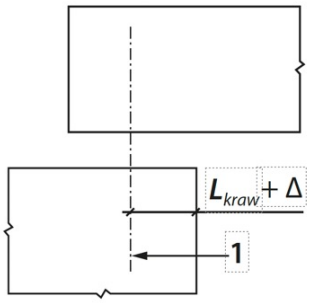
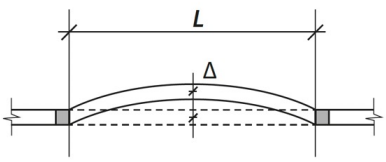
Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
204	Puszki instalacyjne – położenie w grupie (odcinek 500 mm)	Słupy Belki Płyty masywne (pełne) Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe)		Odchyłka od położenia projektowego w kierunku poziomym i pionowym.
205	Puszki instalacyjne – położenie osi grupy	Słupy Belki Płyty masywne (pełne) Płyty zespolone typu filigran Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe)		Odchyłka od osi środkowej grupy w kierunku poziomym i pionowym.
206	Detale mocujące – położenie w grupie (odcinek 500 mm)	Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony, galerie i spoczniki Płyty zespolone typu filigran Słupy Belki		Odchyłka od położenia projektowego w kierunku poziomym i pionowym.
207	Detale mocujące – położenie osi grupy	Ściany Ściany zespolone (dwuwarstwowe) Balkony, galerie i spoczniki Płyty zespolone typu filigran Słupy Belki		Odchyłka od osi środkowej grupy w kierunku poziomym i pionowym.

TOLERANCJE NA BUDOWIE (TOLERANCJE KOŃCOWE)

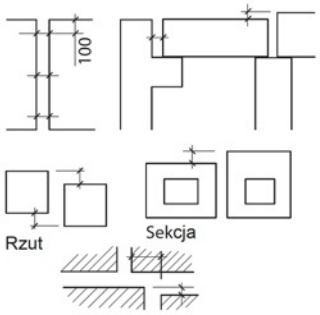
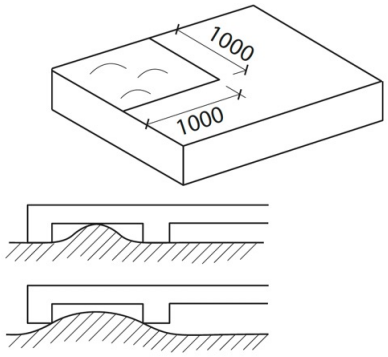
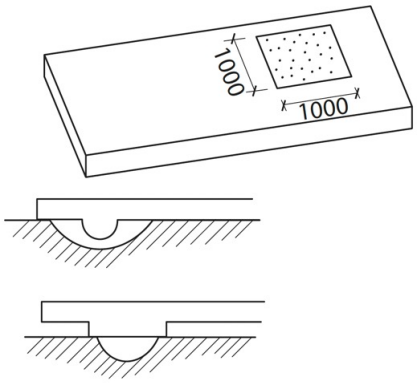
Wymiary i tolerancje odnoszą się do stanu po montażu, przed wykonaniem robót utrwalających (np. podlewek, spoinowania, zalania złączy), o ile dokumentacja nie stanowi inaczej.

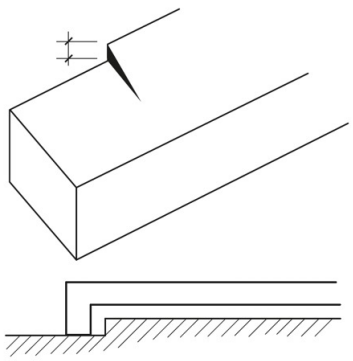
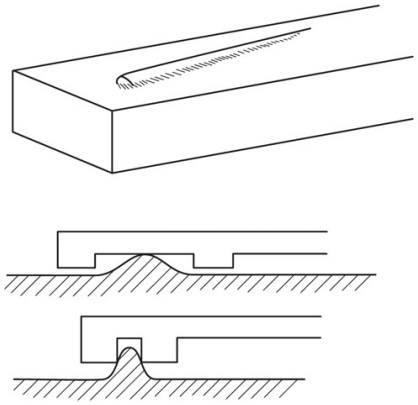
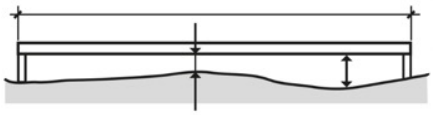
Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
301	Położenie w planie (odchyłka boczna)	Słupy Belki Płyty TT Stropy HD Stropy masywne / filigran Ściany Ściany warstwowe Balkon / galeria / spocznik schodowy		Dotyczy odchyłki położenia elementu w planie względem osi konstrukcyjnych (w dwóch kierunkach). Pomiar wykonuje się w dowolnym przekroju na wysokości elementu, najczęściej przy podstawie oraz/lub w górnej strefie elementu.

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
302	Położenie w poziomie (rzędna)	Słupy Belki Płyty TT Stropy HD Stropy masywne / filigran Ściany Ściany warstwowe Balkon / galeria / spocznik schodowy		Dotyczy odchyłki rzędnej wysokościowej elementu względem reperu roboczego (punktu wysokościowego). Kontrolę wykonuje się na górnej lub dolnej krawędzi elementu (wierzch/spód), zgodnie z wymaganiem dla danego elementu.
303	Rzędna powierzch-ni oparcia / rzędna charaktery-styczna	Słupy Belki Płyty TT Stropy HD Stropy masywne / filigran Ściany Ściany warstwowe Balkon / galeria / spocznik schodowy		Dotyczy odchyłki rzędnej wysokościowej w odniesieniu do reperu roboczego. Tolerancja może dotyczyć zarówno górnej powierzchni elementu, jak i powierzchni oparcia (podpory) – zgodnie z dokumentacją projektową.
304	Odległość pomiędzy elementami	Słupy; Belki; Ściany; Ściany warstwowe		Dotyczy odchyłki rozstawu pomiędzy sąsiednimi elementami względem wymiaru nominalnego. Pomiar może być wykonany na dowolnej wysokości, jednak najczęściej kontroluje się go w strefie podstawy.
305	Odchylenie od pionu / odchylenie od poziomu (nachylenie)	Słupy; Ściany; Ściany warstwowe		Dotyczy odchylenia elementu od pionu (elementy pionowe) lub od poziomu (elementy poziome). Tolerancja zależy od wysokości/ długości elementu i może być oceniana na zadanym odcinku pomiarowym.
306	Stopień wypełnienia fugi	Stropy HD; Stropy masywne		Dotyczy różnicy poziomu pomiędzy górną powierzchnią wypełnienia fugi a górną powierzchnią elementu. Pomiar wykonuje się w osi fugi. Uwaga: w strefie fugi mogą występować lokalne nierówności wynikające z wypływu zaczynu cementowego.

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
307	Odchyłka położenia słupa/ściany w budynku	Słupy; Ściany; Ściany warstwowe		Położenie słupa lub ściany na kolejnych kondygnacjach w odniesieniu do pionowej linii odniesienia wyznaczonej na poziomie kondygnacji bazowej. n – liczba kondygnacji.
308	Odchyłki pomiędzy osiami środkowymi	Słupy; Ściany; Ściany warstwowe		Odchyłka pomiędzy osiami środkowymi słupów i ścian. t = (t1 + t2)/2.
309	Krzywizna w kierunku pionowym	Słupy; Ściany; Ściany warstwowe		Krzywizna słupa lub ściany pomiędzy dwoma sąsiednimi poziomami (kondygnacjami), wyznaczona jako maksymalne odchylenie Δ na wysokości h.
310	Położenie połączenia belka–słup	Belki		Położenie połączenia belki ze słupem mierzone w odniesieniu do słupa. Lbocz – wymiar słupa w kierunku pomiaru Δ. 1 – belka (przekrój), 2 – słup
311	Położenie osi środkowej podpory przy zastosowaniu osi podpory	Belki; Płyty TT; Stropy HD; Stropy masywne		Położenie osi podpory. L_{kraw} – projektowana odległość osi podpory od krawędzi. 1 – rzeczywista oś podpory.
312	Odchyłka prostoliniowości belki w planie	Belki		Odchyłka prostoliniowości belki w planie. L – rozpiętość w świetle między podporami. Δ – maksymalne odchylenie od linii prostej na długości L.

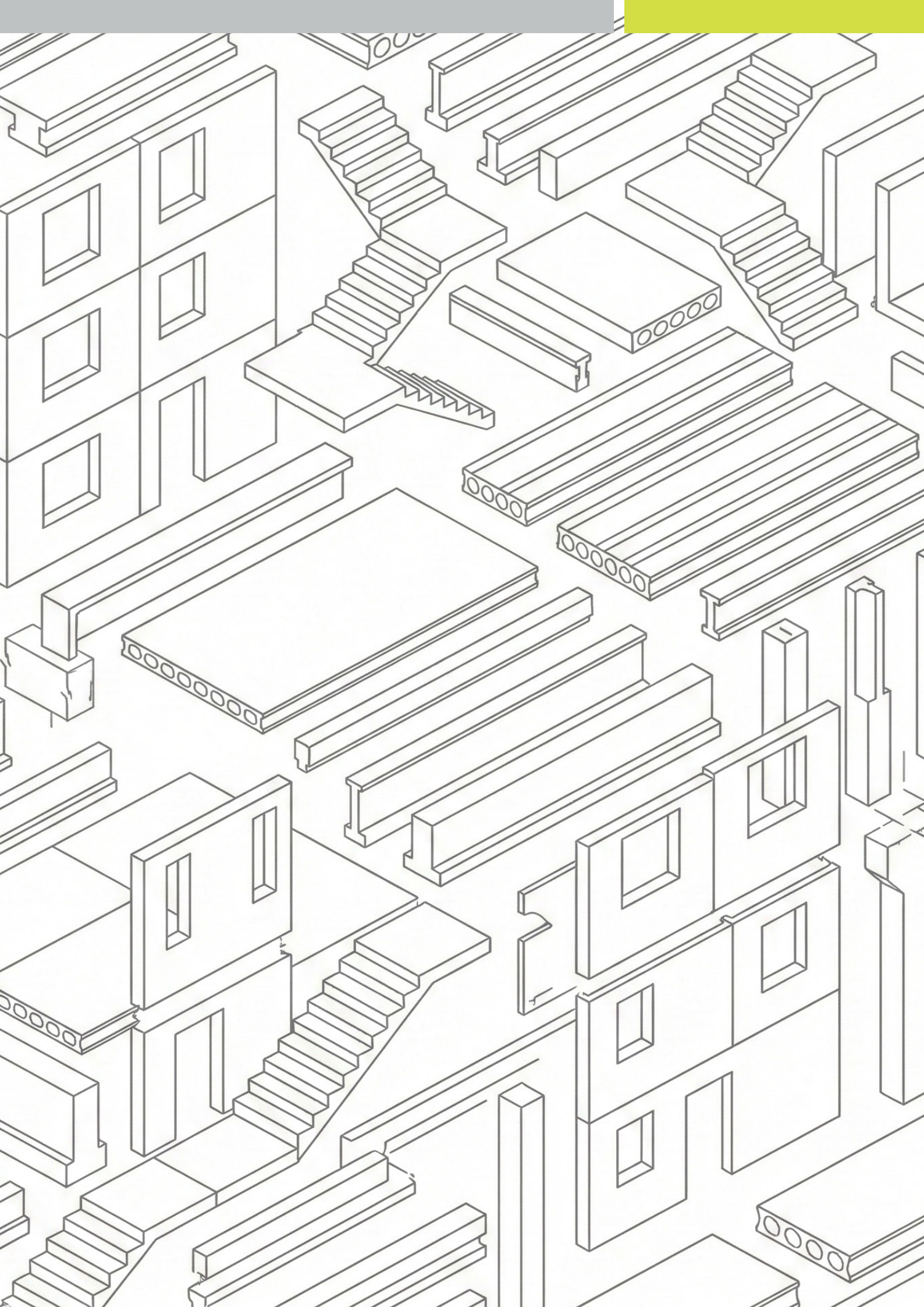
TOLERANCJE PRODUKCYJNE – POWIERZCHNIE BETONOWE – ODCHYŁKI RÓWNOŚCI POWIERZCHNI

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
401	Złącza – szerokość spoiny, uskok, przesunięcie	Belki; Płyty TT; Stropy HD; Stropy masywne D; Płyty filigran; Ściany; Ściany warstwowe		Szerokość spoiny mierzy się na licu elementu oraz – w razie potrzeby – na górnej i dolnej krawędzi (w odległości 100 mm od krawędzi elementu). Uskok na złączu (uskok lica) oznacza różnicę położenia sąsiadujących powierzchni elementów w miejscu styku (wewnętrznej i/lub zewnętrznej). Przesunięcie złącza oznacza odchyłkę położenia styku elementów względem osi/ położenia projektowego w planie lub w pionie.
402	Wypukłości lokalne powierzchni	Wszystkie wyroby		Dotyczy lokalnego wyniesienia powierzchni. Mierzy się przy użyciu sprawdzianu, licząc liczbę przekroczeń na m^2. Obowiązują różne tolerancje w zależności od wysokości wypukłości. Oceny dokonuje się w polu kontrolnym 1000 × 1000 mm, rejestrując liczbę miejsc przekroczeń na 1 m^2 oraz maksymalną wysokość wyniesienia.
403	Zagłębienia lokalne powierzchni	Wszystkie wyroby		Dotyczy lokalnego zagłębienia powierzchni. Mierzy się przy użyciu sprawdzianu, licząc liczbę przekroczeń na m^2. Oceny dokonuje się w polu kontrolnym 1000 × 1000 mm, rejestrując liczbę miejsc przekroczeń na 1 m^2 oraz maksymalną głębokość zagłębienia.

Nr	Wymiar	Element / komponent	Rys.	Komentarz
404	Stopniowanie powierzchni / uskok powierzchni	Wszystkie wyroby		Dotyczy lokalnej nieciągłości powierzchni o charakterze „stopnia” (skokowego przesunięcia płaszczyzny).
405	Wyniesienia liniowe powierzchni (nadlewki)	Wszystkie wyroby		Dotyczy lokalnego wyniesienia powierzchni o charakterze liniowym (wydłużonym). Ocenę wykonuje się przy użyciu sprawdzianu/liniału kontrolnego, określając maksymalną wysokość wyniesienia na przyjętym odcinku kontrolnym.
406	Płaskość	Wszystkie wyroby		Dotyczy lokalnego wyniesienia powierzchni o charakterze liniowym (wydłużonym). Ocenę wykonuje się przy użyciu sprawdzianu/liniału kontrolnego, określając maksymalną wysokość wyniesienia na przyjętym odcinku kontrolnym.

NORMY PRZYWOŁANE DO OPRACOWANIA DOKUMENTU:

PN-EN 13369 — Prefabrykaty z betonu — Wspólne zasady
PN-EN 1168+A3:2011 — Prefabrykaty z betonu — Płyty kanałowe (EN 1168:2005+A3:2011).
PN-EN 13224:2012 — Prefabrykaty z betonu — Żebrowe elementy stropowe.
PN-EN 13225 — Prefabrykaty z betonu — Prętowe elementy konstrukcyjne.
PN-EN 13747 — Prefabrykaty z betonu: płyty stropowe do zespolonych systemów stropowych PN-EN 14843:2007 — Prefabrykaty z betonu — Schody.
PN-EN 14992 — Prefabrykaty z betonu — Elementy ścian.
PN-EN 13670:2011 — Wykonywanie konstrukcji z betonu.
PN-EN 1090-2 — Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych — Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.



formee

ul. Zakaszewskiego 7
66-300 Międzyrzecz
tel. 95 740 21
info@formee.pl