

# Połączenia konstrukcyjne i ruchome w ścianach zbiorników żelbetowych w aspekcie obciążeń wymuszonych

Dr inż. Mariusz Zych, Politechnika Krakowska

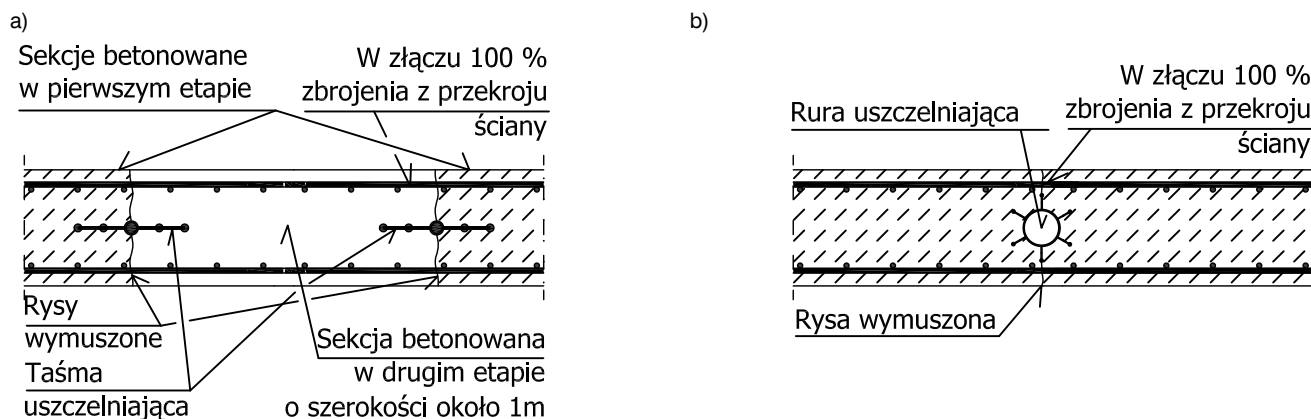
## 1. Wprowadzenie

Według PN-EN 1992-3 [2] obliczenia dotyczące kontroli zarysowania od obciążeń wymuszonych można wykonać poprzez zastosowanie odpowiednio dużej powierzchni zbrojenia, która zapewni ograniczenie maksymalnej szerokości rysy lub poprzez zastosowanie połączeń ruchomych, zapewniających całkowitą lub częściową swobodę przemieszczeń przyległych krawędzi elementów. Drugie podejście nie zostało w PN-EN 1992-3 [2] szczegółowo objaśnione. Brak jest chociażby informacji, czy w połączeniu ruchomym należy dążyć do zapewnienia całkowitej czy też częściowej swobody przemieszczenia. W niniejszym artykule przedstawiono możliwości stosowania połączeń konstrukcyjnych oraz ruchomych w ścianach zbiorników w świetle znacznie obszerniejszych wytycznych normy BS 8007 [1].

## 2. Wybrane aspekty połączeń konstrukcyjnych

Niezależnie od przyjętego wariantu konstrukcyjnego (tabela N.1 w [2]) ryzyko zarysowania wynikające z obciążeń wymuszonych należy minimalizować między innymi poprzez ograniczenie zmian temperatury konstrukcji, wynikających zarówno z rozwoju ciepła hydratacji oraz wpływu czynników zewnętrznych [5]. Sposoby wykonywania połączeń konstrukcyjnych w aspekcie technologicznym przedstawiono m.in. w pracy [3]. Bardzo duże

znaczenie ma kolejność betonowania fragmentów płyt lub segmentów ścian. Pozostawienie swobodnych krawędzi elementów konstrukcyjnych znacząco pomaga zredukować skrępowanie odkształcenia powstałe na etapie dojrzewania betonu. Jeśli wymagana jest monolityczna ciągłość konstrukcji, to powierzchnia wymaganego zbrojenia w celu kontroli zarysowania od wczesnych efektów termicznych może być zredukowana poprzez zastosowanie tymczasowo otwartych sekcji (rys. 1a). Ich szerokość, czyli odległość pomiędzy sąsiednimi segmentami ścian nie powinna być większa niż 1 m. Nie może ona być też zbyt wąska, aby można było właściwie zagęścić beton, zwłaszcza w obrębie taśm uszczelniających. Betonowanie segmentu uzupełniającego należy wykonać dopiero po czasie wystąpienia odkształceń termicznych w przyległych segmentach. Czas schłodzenia się po samoogrzaniu wynikający z rozwoju ciepła hydratacji zależy od: masywności elementu, składu mieszanki betonowej, czasu zdjęcia deskowania, rodzaju deskowania, sposobu pielęgnacji betonu oraz warunków zewnętrznych. W przypadku ścian zbiorników średniej masywności okres ten wynosi od jednego do dwóch tygodni. Pozostałe odkształcenie termiczne wynikające z dobowych i rocznych zmian temperatury, jak również odkształcenie skurczowe zostaną po części skumulowane w zarysowanych połączeniach konstrukcyjnych i w ewentualnych rysach ściany, których szerokość jest kontrolowana przez zbrojenie. Jak wykazano



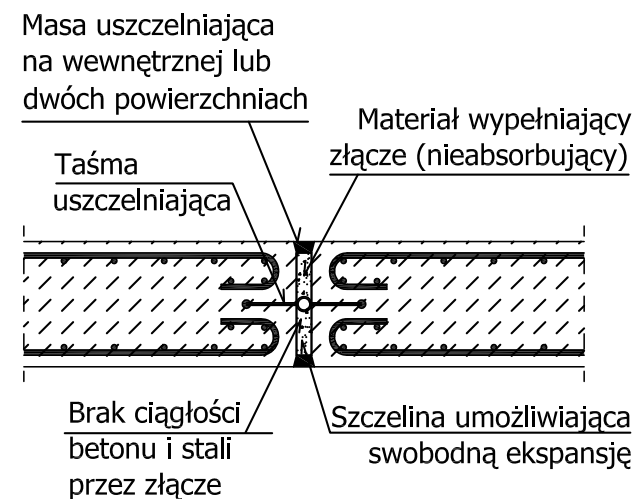
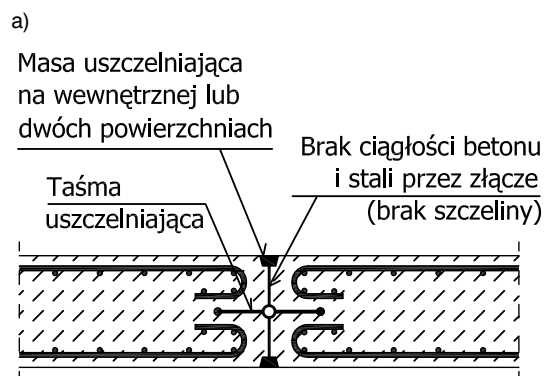
**Rys. 1.** Połączenie konstrukcyjne w ścianie: a) z tymczasowo otwartą sekcją, b) z elementem wymuszającym rysę w kształcie rury

w pracy [4] w połączeniach konstrukcyjnych nie należy stosować stopnia zbrojenia większego niż w przekroju łączonych elementów, gdyż sprzyja to zwiększeniu stopnia skrępowania w połączeniu, co skutkuje zwiększeniem wyężenia łączonych elementów i powstaniu szerszych rys.

Coraz częściej w ścianach żelbetonowych zbiorników stosowane są połączenia konstrukcyjne z zastosowaniem elementów w kształcie rur wymuszających rysę (rys. 1b), które z założenia stanowią kontrolowane osłabienie przekroju ściany. Rodzaj zastosowanego materiału jak i geometria elementu zapewniają szczelność w połączeniu. Należy jednak zwrócić uwagę, iż stosowanie tego typu rur może powodować przerwanie ciągłości betonu w ponad 60%. W takim przypadku po obu stronach ściany pozostają niewielkie grubości przekroju betonu. Takie rozwiązanie jest bardzo korzystne w przypadku działania jedynie osiowych sił rozciągających od obciążeń zewnętrznych i wymuszonych, przy ewentualnym działaniu małych wartości momentów zginających. Wada tego rozwiązania, wynikająca z małych stref ciągłości betonu, może mieć znaczenie w przypadku działania znaczących momentów poziomych. W ogólnym ujęciu stosowanie jakichkolwiek materiałów inicjujących rysę, które znacząco ograniczają wysokość strefy ściskanej betonu lub całkowicie ją przerywają (i zmniejszają w ten sposób lokalnie sztywność giętką ściany), musi być poprzedzone analizą rozkładu naprężeń w przekroju dla poszczególnych kombinacji obciążeń. Analiza musi uwzględniać zarówno parcie cieczy, gruntu, jak również gradienty i przyrosty temperatury. W przeciwnym razie może nastąpić miażdżenie betonu w otuleniu zbrojenia i zmiana schematu statycznego ściany. Elementy wymuszające rysę w kształcie rury muszą być wypełnione betonem, jednak nie rozwiązuje to wspomnianego problemu, gdy materiał rur jest bardziej odkształcalny niż beton.

### 3. Połączenia ruchome

W normie brytyjskiej BS 8007 [1] zagadnienie połączeń ruchomych jest przedstawione w znacznie szerszym

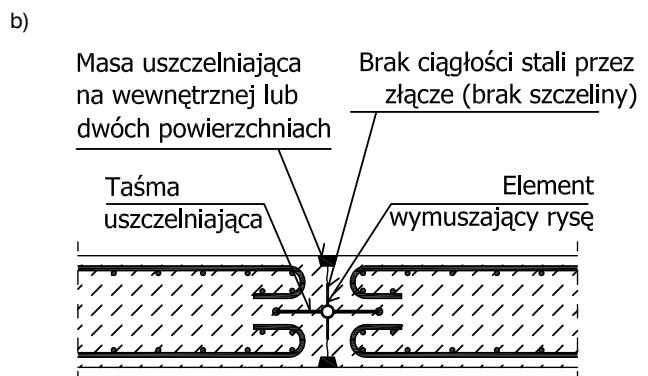


**Rys. 2.** Dylatacja zapewniająca swobodne przemieszczanie się krawędzi łączonych elementów podczas wydłużenia i skrócenia termicznego betonu w ścianie zbiornika [1]

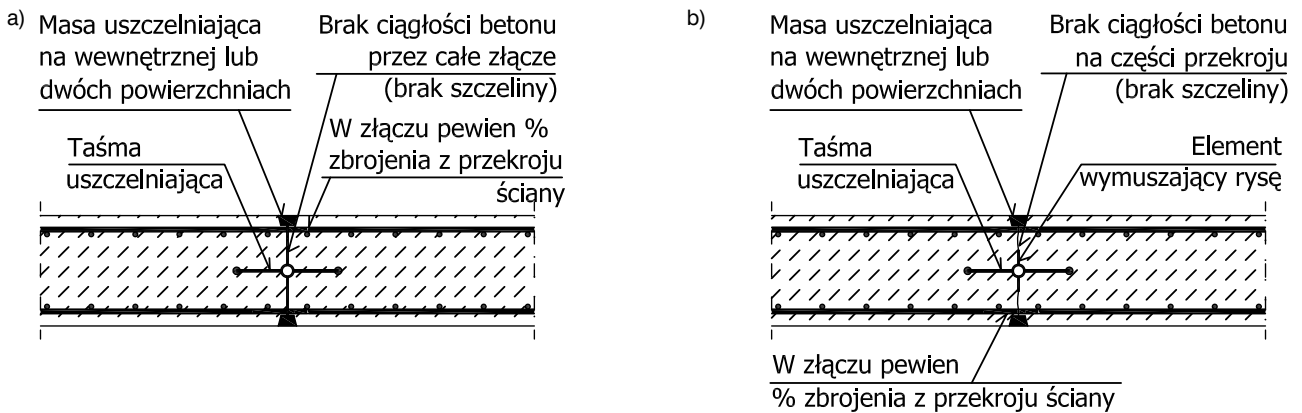
ujęciu niż w normie PN-EN 1992-3 [2]. Wśród połączeń ruchomych możemy wyróżnić połączenia o swobodnych krawędziach łączonych elementów lub w pewnym stopniu skrępowanych. Konstrukcja połączenia ruchomego musi zapewniać możliwość wielokrotnego przemieszczania się elementów konstrukcji bez utraty szczelności tych elementów oraz połączenia.

#### 3.1. Dylatacja

Dylatacja jest połączeniem, w którym nie ma skrępowania przemieszczeń obu przyległych powierzchni elementu zarówno w przypadku wydłużenia, jak i skrócenia betonu. Połączenia te charakteryzują się całkowitą nieciągłością zbrojenia i betonu. Rozwiązanie takie może być stosowane, np. w zbiornikach magazynujących ciecz o wysokiej temperaturze. Na rysunku 2 przedstawiono dylatację w ścianie. Szerokość szczeliny winna być tak dobrana, aby zapewniła swobodne przemieszczenia powierzchni elementu podczas wydłużenia termicznego betonu. W tym przypadku konieczne są taśmy i masy



**Rys. 3.** Połączenia umożliwiające swobodne rozsuniecie się przyległych krawędzi na skutek skrócenia sąsiednich segmentów ściany zbiornika: a) z ukształtowaną przerwą w betonie, b) z elementem wymuszającym rysę o nieograniczonej szerokości [1]



**Rys. 4.** Połączenia umożliwiające rozsunięcie się przyległych krawędzi w ograniczonym stopniu na skutek skrócenia przyległych segmentów ściany zbiornika: a) z ukształtowaną przerwą w betonie, b) z elementem wymuszającym rysę o ograniczonej szerokości [1]

uszczelniające na powierzchniach połączenia oraz materiały wypełniające złącze (formujące szczelinę). Zarysowanie w przyległych elementach konstrukcyjnych jest kontrolowane poprzez rozstaw dylatacji i odpowiadającą powierzchnię zbrojenia.

### 3.2. Połączenie pozwalające na swobodne skracanie betonu

Jest to połączenie zezwalające na swobodne nieskrępowane rozsunięcie się powierzchni przyległych elementów na skutek skrócenia betonu. Połączenie to może być wykonywane z całkowitą przerwą w ciągłości betonu, ale bez początkowej szczeliny (rys. 3a) lub z zastosowaniem elementu inicjującego rysę (rys. 3b). W tym przypadku przekrój betonu należy zmniejszyć co najmniej o 25%. W początkowym okresie wzrostu odkształceń, występuje skrępowanie krawędzi wynikające z ciągłości części przekroju betonu w połączeniu. Skrępowanie to jest małe i zanika w chwili zarysowania, stąd też może być pominięte w obliczeniach. W tego rodzaju połączeniach stosowane są taśmy uszczelniające oraz masy uszczelniające, aby piasek lub inne twarde elementy nie blokowały zamykania się złącza. Przenoszenie sił poprzecznych w złączu może być zapewnione przez dyble, których jeden koniec winien pozostać ruchomy.

### 3.3. Połączenie pozwalające na częściowo ograniczone skracanie betonu

Jest to połączenie, w którym część odkształceń skrępowana jest przez przyległy segment ściany (rys. 4). Częściowe skrępowanie przemieszczeń krawędzi wynika z obecności w połączeniu zbrojenia, które zezwala na ograniczone przemieszczenia krawędzi łączonych segmentów. Według BS 8007 [1] powierzchnia tego zbrojenia powinna stanowić 50% zbrojenia z przekroju poza połączeniem. W PN-EN 1992-3 [2] brak jest propozycji stosowania takiego rodzaju połączenia. Przy stosowaniu tego rozwiązania należy w połączeniu przyjąć zbrojenie spełniające wymagania SGN. Ponadto

minimalne zbrojenie wynikające z SGU zależne jest od założeń projektanta w kwestii dopuszczalnej szerokości rysy oraz przyjętego schematu statycznego.

Przy jego wyznaczaniu można przyjąć:

- $\sigma_s = f_{yd}$  (schemat statyczny – połączenie ciągłe monolityczne, zezwalające na możliwie największą kompensację odkształceń wymuszonych bez kontroli szerokości rysy w styku),
- zbrojenie niespełniające wymogów minimalnego stopnia zbrojenia (dopuszcza się uplastycznienie zbrojenia w złączu, następuje zmiana schematu statycznego łączonych elementów),
- zbrojenie minimalne przy założeniu  $\sigma_s < f_{yd}$ , gdzie  $\sigma_s$  – ustalono dla konkretnej wartości  $w_k > w_{lim}$ , gdzie:  $w_{lim}$  – dopuszczalna szerokość rysy w przekroju elementu (schemat statyczny – połączenie ciągłe monolityczne, zezwalające na częściową kompensację odkształceń wymuszonych przy jednoczesnej kontroli szerokości rysy w styku).

Według normy PN-EN 1992-3 [2] dla połączeń zezwalających na częściowe rozsunięcie się przyległych elementów stopień skrępowania określany jest jak dla połączeń konstrukcyjnych.

## 4. Zasady projektowania wg BS 8007

Według BS 8007 [1] wybór rodzaju połączeń, tj. konstrukcyjnych lub ruchomych oraz ich rozmieszczenie zależy od przyjętej filozofii projektowania. Analogicznie jak w PN-EN 1992-3 [2] zdefiniowane są dwa skrajne przypadki, tj. całkowicie skrępowane odkształcenia i całkowicie swobodne przemieszczenia, zarówno w ścianach jak i fundamentach.

W pierwszym przypadku projektant może dokonać kontroli zarysowania poprzez odpowiednio dużą powierzchnię zbrojenia, w postaci prętów o małej średnicy w małych rozstawach bez wykonywania jakichkolwiek połączeń ruchomych.

W drugim przypadku projektant może zastosować bardzo blisko rozmieszczone połączenia ruchome przy

**Tabela 1.** Opcje projektowania z uwagi na kontrolę wymuszonych odkształceń termicznych i skurczowych [1]

Opcja	Rodzaj konstrukcji/ metoda kontroli	Rozstaw połączeń ruchomych	Stożenie zbrojenia (patrz uwaga 2)	Komentarz
1	Ciągła/pełne skrupowanie	Brak połączeń ruchomych. W ścianach i dachach, które nie są chronione przed promieniowaniem słonecznym lub też gdy zbiornik na ciecz poddany jest istotnym zmianom temperatury, pożądane są połączenia ekspansywne w dużych rozstawach	Minimum $\rho_{crit}$	Należy stosować małe średnice prętów w małych rozstawach, aby uniknąć stopnia zbrojenia znacznie przekraczającego $\rho_{crit}$
2	Częściowo ciągła/ częściowe skrupowanie	(a) Połączenie ze swobodnymi krawędziami $\leq 15$ m (b) Przemienne połączenie ze swobodnymi krawędziami i częściowo skrupowanymi $\leq 11,25$ m (c) Połączenia z częściowo skrupowanymi krawędziami $\leq 7,5$ m	Minimum $\rho_{crit}$	Należy stosować małe średnice prętów, lecz mniej stali niż w opcji 1
3	Mały rozstaw połączeń ruchomych/ swobodne odkształcenia	(a) Połączenia ze swobodnymi krawędziami $\leq 4,8$ m + $w/\epsilon$ (b) Przemienne połączenie ze swobodnymi krawędziami i częściowo skrupowanymi $\leq 0,5 s_{max} + 2,4 + w/\epsilon$ (c) Połączenia z częściowo skrupowanymi krawędziami $\leq s_{max} + w/\epsilon$	Minimum $2/3\rho_{crit}$	Ograniczenie rozstawu połączeń ruchomych dla opcji 3 (b) i 3 (c)

Uwaga 1. Minimalny stopień zbrojenia wymagany w celu uzyskania założonego rozstawu rys opisany jest wyrażeniem  $\rho_{crit} = f_{ct}/f_s$ , gdzie:  $f_{ct}$  – wytrzymałość dojrzewającego betonu na rozciąganie (zwykle przyjmowana dla  $t = 3$  dni);  $f_s$  – charakterystyczna wytrzymałość stali na rozciąganie. Z kolei maksymalny rozstaw rys opisany jest równaniem  $s_{max} = (f_{ct}/f_b) (\phi/2\rho)$ , gdzie:  $f_b$  – średnia wytrzymałość przyczepnościowa pomiędzy betonem i stalą. Szerokość rysy opisana jest wyrażeniem:  $w = s_{max} \cdot \epsilon$ , gdzie:  $\epsilon$  – efektywne odkształcenie =  $[\epsilon_{sc} + \epsilon_{te} - (100-10-6)]$ , w którym  $\epsilon_{sc}$  – odkształcenie skurczowe,  $\epsilon_{te}$  – całkowite odkształcenie termiczne.

Uwaga 2. W ogólnym przypadku aby ograniczyć szerokość rysy do akceptowalnej wartości, w opcji 1 i 2 stopień zbrojenia przekracza  $\rho_{crit}$ . W opcji 3 stopień zbrojenia równy jest  $2/3 \rho_{crit}$ .

jednoczesnym zredukowaniu powierzchni zbrojenia. Po między tymi skrajnymi przypadkami istnieją rozwiązania pośrednie niezdefiniowane w PN-EN 1992-3 [2]. Według BS 8007 [1] jest to przypadek konstrukcji częściowo ciągłej i zarazem częściowo skrupowanej. Kontrola zarysowania dokonywana jest przez różną powierzchnię zbrojenia w zależności od rozstawu i rodzaju połączeń ruchomych. Zwiększanie rozstawu połączeń ruchomych musi być kompensowane zwiększeniem powierzchni zbrojenia w strefach potencjalnego zarysowania. A zakres tych stref będzie wynikał z przyjętego rodzaju i rozstawu połączeń. W tabeli 1 za BS 8007 [1] podano trzy podstawowe opcje kontroli zarysowania.

Pomimo wskazania przez BS 8007 [1] pośredniej opcji projektowania wraz z określeniem rozstawu połączeń ruchomych brak jest bardziej szczegółowych wytycznych wyznaczania dla tego przypadku wartości  $\rho_{crit}$ . Ograniczono się do stwierdzenia, że należy stosować małe średnice prętów, lecz mniej zbrojenia niż w opcji 1. Natomiast w opcji 3 pomimo założenia, że odkształcenie jest kumulowane w połączeniach ruchomych, wymaga się zastosowania stopnia zbrojenia równego  $2/3 \rho_{crit}$ . Wytyczne PN-EN 1992-3 [2] w niniejszym podejściu wymagają spełnienia bardzo łagodnych warunków konstrukcyjnych rozmieszczenia zbrojenia.

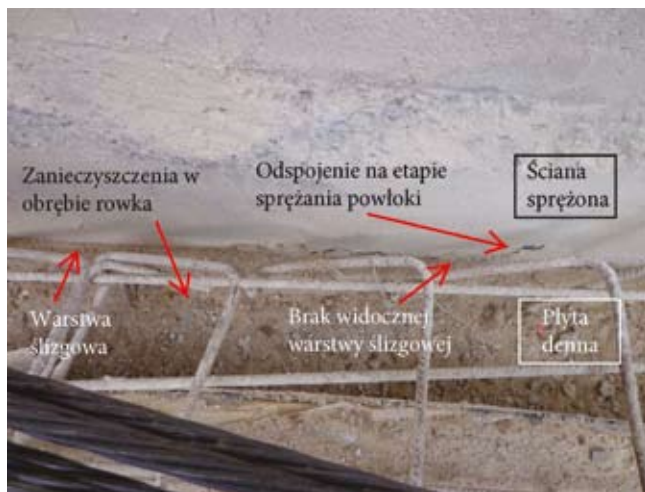
Według BS 8007 [1] w pewnych przypadkach należy również rozważyć pionowe odkształcenia skrupowane, które mogą spowodować wymienione zarysowanie. Rysy poziome mogą powstać przy pionowej swobodnej krawędzi, z uwagi na zmianę stopnia poziomego skrupowania na wysokości elementu. W elementach

o dowolnej wysokości przyrost pionowych odkształceń skrupowanych, od efektu pionowego zginania, może być w przybliżeniu przyjęty jako połowa wartości poziomych odkształceń skrupowanych. Ponadto stopień pionowego zbrojenia nie powinien być mniejszy niż krytyczny stopień zbrojenia  $\rho_{crit}$  (tabela 1).

W nowo zabetonowanym elemencie można przyjąć, że pionowe odkształcenia skrupowane powstają w odległości 2,4 m od swobodnej krawędzi. Dlatego też projektowanie zgodne z opcją 3, tj. z przyjęciem swobodnych krawędzi pionowych ścian zbiorników, wymaga zastosowania dodatkowego zbrojenia pionowego na odcinku 2,4 m. W przypadku krawędzi częściowo skrupowanych (opcja 2) właściwe jest przyjęcie zbrojenia pionowego na krótszym odcinku. Opcja 3a jest zbieżna z opcją nr 2 w tabeli N.1 z [2], tj. w kwestii rozstawu połączeń ruchomych co 5 m.

### 5. Wykonawstwo połączeń

W celu poprawnego wykonania i funkcjonowania połączeń konstrukcyjnych i ruchomych projektant zobligowany jest do ich rozplanowania oraz wykonania rysunków poszczególnych połączeń wraz z opisem kolejności, czasu i sposobu ich wykonywania. **Jakiegolwiek zmiany sugerowane przez wykonawcę muszą być zaakceptowane przez projektanta, gdyż jest to związane ze zmianą schematu statycznego i innym rozkładem pionowych i poziomych sił wewnętrznych.** Zmiana lokalizacji lub konstrukcji połączenia ruchomego skutkuje zmianą schematu



**Rys. 5.** Zanieczyszczenia w obrębie rowka uniemożliwiającej weryfikację właściwego położenia warstwy poślizgowej

statycznego zarówno na etapie wykonywania, jak i eksploatacji zbiornika. Ponadto połączenia muszą być zaprojektowane w oparciu o materiały dostępne na rynku, zgodnie z aktualnymi możliwościami technologicznymi wykonania złącza. W przeciwnym przypadku złącze będzie musiało być przeprojektowane na etapie rozpoczętej budowy.

Z uwagi na to, że wszystkie połączenia ruchome projektowane są tak, aby kompensować powtarzające się przemieszczenia konstrukcji, muszą one poprzez swoje rozwiązanie konstrukcyjne wyeliminować możliwość dostania się do nich piasku lub drobnych kamieni, które uniemożliwiłyby zamykanie się złącza. Połączenie musi również przenosić parcie cieczy. Rozwiązania połączeń powinny charakteryzować się łatwością wykonania zwłaszcza w miejscach szczególnych, takich jak zmiana kierunku połączenia lub przecięcie z innym połączeniem.

Jakość realizacji połączeń ruchomych jest często bagatelizowana przez wykonawcę. Bardzo częstym zaniedbaniem są zanieczyszczenia w połączeniach ruchomych uniemożliwiające ich funkcjonowanie zgodne z założeniami projektowymi. Na rysunku 5 przedstawiono na przykładzie połączenia przegubowo-przesuwnego, sprężonej ściany z płytą denną, zanieczyszczenia oraz niedbałe ułożenie warstwy ślizgowej skutkujące lokalnym zarysowaniem i odspojeniem naroża ściany podczas jej sprężania.

Z kolei na rysunku 6a przedstawiono niewłaściwą realizację kształtu ściany w obrębie rowka stanowiącego ważny szczegół w połączeniu. Zwężenie szerokości rowka, niemal na całej wysokości, wynikało z oszczędności finansowych skłaniających do niefachowego deskowania tej części elementu. Skutkowało to zmianą szerokości szczeliny, której kształt zaprojektowano z uwagi na:

- dopuszczalne przemieszczenia powłoki na etapie eksploatacji,
- odkształcenia graniczne materiału uszczelniającego,
- wymagania technologiczne wykonania i prawidłowej pracy złącza.

Niewłaściwe wykonanie połączenia skutkowało przede wszystkim uciągnięciem przekroju betonowego pomiędzy ścianą i płytą denną poza poziomą warstwą ślizgową. Konsekwencją tego było lokalne zarysowanie naroży pilastra i nierównomierne przemieszczanie się powłoki podczas jej sprężania. Skrajnym przypadkiem braku odpowiedzialności jest całkowite zabetonowanie rowka (rys. 6b). Niedopatrzania w zakresie poprawności realizacji złącza mogą skutkować nieoczekiwanym zarysowaniem elementów konstrukcyjnych, a w skrajnym przypadku istotną zamianą ich schematu statycznego.



**Rys. 6.** Niewłaściwa realizacja kształtu ściany w obrębie rowka (a), zabetonowanie rowka na całej jego szerokości (b)

## 6. Materiały stosowane w złączach

W połączeniach konstrukcyjnych oraz ruchomych należy stosować materiały zapewniające szczelność, trwałość oraz właściwe funkcjonowanie złącza. Jak przedstawiono w BS 8007 [1], można je podzielić na:

- materiały wypełniające,
- taśmy i powłoki uszczelniające,
- masy uszczelniające (podkłady gruntujące).

Stosowane materiały muszą mieć właściwości odpowiadające założeniom projektowym. Muszą być stosowane zgodnie z zaleceniami producenta i być zdolne do wielokrotnych odkształceń. Nie mogą się trwale zniekształcać lub przemieszczać pod wpływem parcia cieczy. Muszą charakteryzować się wymaganymi właściwościami w zakresie możliwych zmian termiczno-wilgotnościowych, wynikających z charakterystyki konstrukcji zbiornika oraz jego przeznaczenia. Na przykład nie mogą się zniekształcać w wysokiej temperaturze lub stawać się kruche przy niskich temperaturach. Nie mogą być rozpuszczalne w wodzie ani twardnieć w kontakcie z nią. W eksponowanych częściach powinny być odporne na działanie promieni UV. W zależności od pełnionej funkcji zbiornika wymaga się, aby miały atest PZH na kontakt z wodą pitną lub były odporne na chemiczne i biologiczne czynniki. Bardzo istotną zaletą jest łatwość montażu i wykonania.

## 7. Podsumowanie

Postanowienia normy BS 8007 [1] w zakresie sposobu projektowania połączeń ruchomych, ich wykonywania oraz wymogów stawianym materiałom stosowanym w połączeniach ruchomych w stosunku do aktualnych

postanowień normy PN-EN 1992-3 [2] dają zdecydowanie większe możliwości projektowania tych połączeń. Założenia projektanta w kwestii rodzaju połączenia oraz sposobie jego wykonania mają wpływ na wielkość odkształceń skrępowanych występujących w okresie dojrzewania betonu oraz na schemat statyczny elementów konstrukcyjnych zbiornika.

Jakość realizacji połączeń ruchomych jest często bagatelizowana przez wykonawcę. Skutkuje to brakiem właściwego ich funkcjonowania według wcześniej przyjętych założeń projektowych i najczęściej prowadzi do lokalnych uszkodzeń konstrukcji. Takiego stanu rzeczy należy dopatrywać się w bardzo ogólnikowych wytycznych normy PN-EN 1992-3 [2] w tym zakresie.

Zmiana lokalizacji lub konstrukcji połączenia ruchomego przez wykonawcę skutkuje zmianą schematu statycznego zarówno na etapie wykonywania, jak i eksploatacji zbiornika. Dlatego też zmiany te muszą być zaakceptowane przez projektanta, gdyż jest to związane z innym rozkładem pionowych i poziomych sił wewnętrznych.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] BS 8007: Design of concrete structures for retaining aqueous liquids, British Standards Institution; London, Great Britain, 1987  
 [2] Eurocode 2: PN-EN 1992-3. Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 3: Silosy i zbiorniki na ciecze, listopad 2008, str. 23  
 [3] Halicka A., Franczak D., Projektowanie zbiorników żelbetowych. Zbiorniki na ciecze, tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013  
 [4] Seruga A., Zych M.: Thermal Cracking of the Cylindrical Tank under Construction. I: Case Study. ASCE Journal of Performance Construction Facilities, 29(4): 04014100-1-04014100-9, 2015, [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000581](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000581)  
 [5] Zych M.: The influence of ambient temperature on RC tank walls watertightness in research and theory. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 59(3), str. 267-278, 2015, DOI: 10.3311/PPci.7728

# IX Śląskie Forum Inwestycji, Budownictwa, Nieruchomości

21–22 czerwca 2017 r. w Centrum Edukacyjno-Kongresowym Politechniki Śląskiej  
w Gliwicach i Budynku X Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej

### PRZEDSIĘWZIĘCIE PROGRAMOWE

Współczesne i innowacyjne rozwiązania w budownictwie powszechnym

### TEMATY KONFERENCJI

- „Program „Mieszkanie +” w budownictwie
- Aspekty techniczne budowania i remontowania
- Rewitalizacja miasta, osiedli i terenów przemysłowych

### TEMATY SESJI

- Program „Mieszkanie +” w budownictwie
- Poprawa komfortu użytkowania budynków – aspekty praktyczne
- BIM i poszerzona rzeczywistość w budownictwie

- Utrzymanie i naprawa elementów konstrukcyjnych budynków
- Rewitalizacja miasta, osiedli i terenów przemysłowych

### ORGANIZATORZY – UCZESTNICY

- Śląska Izba Budownictwa i Śląska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
- Politechnika Śląska
- Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa. Oddział w Katowicach
- Instytut Techniki Budowlanej Oddział Śląski
- Regionalna Izba Gospodarcza w Katowicach – organizator VII Europejskiego Kongresu Małych i Średnich Przedsiębiorstw w październiku br.
- Regionalny Związek Rewizyjny Spółdzielczości Mieszkaniowej w Katowicach