

## EGCODORN

KONKURS  
DLA MŁODYCH  
INŻYNIERÓW20  
17  
EDYCJA I

Rozwiązanie do konkursu

## trzcienie do przenoszenia sił poprzecznych w przerwach dylatacyjnych

**Dariusz Rosik**  
Dyrektor Techniczny  
MaxFrankBUILDER  
FOR THE  
YOUNG  
ENGINEERS20  
17PARTNER  
STRATEGICZNY

W dzisiejszych czasach ważne jest, by projektować szybko, tanio i bezpiecznie. Coraz więcej projektów realizowanych jest według formuły Design&Build, czyli „zaprojektuj i buduj”, mającej na celu zminimalizowanie czasu ukończenia inwestycji. Przyjmując taki sposób realizacji, konieczna jest pełna mobilizacja i współpraca wszystkich stron: od projektanta po wykonawcę.

Wszyscy uczestnicy procesu budowlanego muszą korzystać z pewnych, sprawdzonych rozwiązań systemowych, by nie hamować i nie blokować postępu prac. Pod szczególnie dużą presją znajdują się w takim przypadku projektanci, którzy muszą projektować szybko i bezpiecznie. Nie ma tu miejsca na eksperymenty. Konieczne są gotowe, proste w projektowaniu i wykonaniu technologie, rozwiązania i produkty.

Projektując i budując duże, skomplikowane konstrukcyjnie obiekty, nie sposób uniknąć podziału ich na mniejsze fragmenty, wprowadzając przerwy – dylatacje. Ich zastosowanie jest konieczne nie tylko ze względu na wymogi konstrukcyjne – spowodowane nierównomiernym osiadaniem, rozszerzalnością konstrukcji na skutek zmian temperatury, skurczu i pęcznienia betonu, ale również ze względu na organizację pracy i modułowość całego projektu. Dzięki wprowadzeniu dylatacji unika się nie tylko redukcji naprężeń wewnętrznych konstrukcji, ale również umożliwia wyodrębnienie poszczególnych modułów konstrukcji, co pozwala na sukcesywne oddawanie (i rozliczanie) kolejnych etapów budowy.

Po „rozcięciu” konstrukcji na mniejsze elementy w zaprojektowanych dylatacjach pojawiają się siły poprzeczne. Muszą one zostać przejęte, zapewniając jednocześnie swobodę przemieszczeń łączonych elementów w jednym lub dwóch kierunkach. Stosowane w przeszłości przeguby – elastomerowe oparcia na krótkich wspornikach – w dzisiejszych czasach coraz częściej wypierane są przez trzcienie dylatacyjne. Czasochłonne projektowanie skomplikowanego zbrojenia krótkich wsporników i jeszcze większe komplikacje podczas wykonywania (szalowanie, zbrojenie) tych ele-

Płyta stropowa dworca  
kolejowego Nowa Łódź Fabryczna

mentów (rys. 1B) musiało wreszcie ustąpić miejsca nowoczesnym rozwiązaniom z zastosowaniem trzcieni dylatacyjnych.

**Egcodorn**

Systemowe trzcienie dylatacyjne Egcodorn oferowane przez firmę MaxFrank ewoluowały na przestrzeni ostatnich lat. Rozwiązania te optymalizowano, dostosowywano do potrzeb i wymagań rynku – tak by były łatwe zarówno w projektowaniu, jak i późniejszym montażu na placu budowy. Stosowanie nowoczesnych sposobów zapewniających przeniesienie sił poprzecznych w dylatacjach w postaci trzcieni Egcodorn niesie za sobą wiele zalet. Skorzystać może zarówno inwestor – zyskując dodatkową przestrzeń zajmowaną w starych rozwiązaniach przez zdublowane słupy lub ściany (rys. 1C), jak i projektant – mając gotowe elementy o gwarantowanych nośnościach. Największe, najbardziej spektakularne – będą jednak zyski na placu budo-

wy – bez konieczności wyginania skomplikowanego zbrojenia krótkich wsporników, bez straty czasu na skomplikowane szalowanie. Skrócenie czasu wykonania przerwy dylatacyjnej pozwoli nie tylko znacząco skrócić czas realizacji całej inwestycji, ale również obniżyć jej koszty.

Zaprojektowanie przerwy dylatacyjnej z trzcieniami przenoszącymi siły poprzeczne nie jest zbyt skomplikowane. Przebiega bardzo szybko i sprowadza się do następujących czterech kroków:

- określenie przebiegu przerwy dylatacyjnej oraz wyznaczenie jej maksymalnej szerokości rozwarcia;
- wyznaczenie sił poprzecznych w przerwie dylatacyjnej od obciążeń stałych i zmiennych;
- dobór odpowiednich typów trzcieni dylatacyjnych Egcodorn, określenie ich rozstawu;
- wyznaczenie dozbrojenia w strefie wokół trzcienia.

## Przebieg dylatacji

Wynika z charakteru pracy ustroju budowlanego – oczywiste jest, że części konstrukcji o różnych wysokościach, na skutek różnego stopnia osiadania, muszą zostać oddylatowane. Również w dużych płytach fundamentowych czy stropowych konieczne jest wprowadzenie dylatacji zapewniających swobodne przemieszczenia w jednym lub dwóch kierunkach. Choć na pierwszy rzut oka wyznaczenie przebiegu dylatacji wydawać się może sprawą banalnie prostą – nie zawsze taką jest. Ze względów konstrukcyjnych (i ekonomicznych!) ważne jest, aby dylatacja przebiegała w miejscu stosunkowo niewielkich sił poprzecz-

Dzięki wprowadzeniu dylatacji unika się nie tylko redukcji naprężeń wewnętrznych konstrukcji, ale również umożliwia wyodrębnienie poszczególnych modułów konstrukcji, co pozwala na sukcesywne oddawanie (i rozliczanie) kolejnych etapów budowy.

nych. Dlatego ważna jest znajomość pracy konstrukcji, rozkładu sił wewnętrznych. Wskazane jest, by dylatacje (i jednocześnie przerwy robocze) przebiegały w obszarach możliwie małych sił poprzecznych. Niekiedy jednak w tym zakresie trzeba iść na kompromis. Np. w układach słupowo-płytowych koncentracja sił poprzecznych znajduje się przy słupach (ścianach), natomiast w przęstłach siły poprzeczne są już niewielkie.

Ze względów organizacyjnych (i wykonawczych) zdecydowanie łatwiej jest poprowadzić dylatację tuż przy linii słupów – choć wtedy natrafiamy tam na stosunkowo duże siły poprzeczne. Niekiedy warto odsunąć linię dylatacji od słupów, tak by uzyskać znacząco mniejsze siły poprzeczne w dylatacji, a co za tym idzie – zastosować korzystniejsze finansowo niewielkie trzpienie dylatacyjne.

## Projektowanie i dobór

Dobór trzpieni dylatacyjnych wykonuje się dla najbardziej niekorzystnego przypadku, dla największej szerokości rozwarcia przerwy dylatacyjnej podczas eksploatacji. Dla obliczeń nie jest miarodajna szerokość rozwarcia przerwy dylatacyjnej w trakcie montażu na placu budowy, lecz jej największa wartość, spowodowana np. skurczem betonu, wpływami temperatury – podczas eksploatacji. Określając najbardziej niekorzystną (największą) wartość rozwarcia przerwy, warto również uwzględnić błędy montażowe (tolerancje) podczas instalowania ich na budowie. Maksymalna, robocza wartość przerwy dylatacyjnej dla trzpieni Egcodorn wynosząca 6 cm jest w zupełności wystarczająca nawet dla najbardziej wymagających projektów.

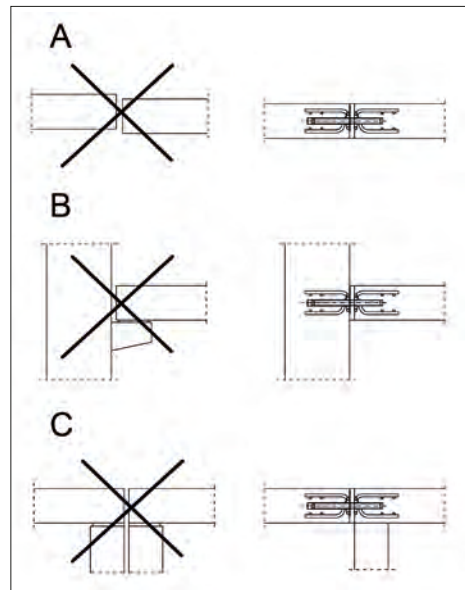
Istotnym etapem projektowania trzpieni dylatacyjnych jest wyznaczenie wielkości sił poprzecznych w przerwie dylatacyjnej, czyli sił, które będą musiały przenieść trzpienie. Nowoczesne narzędzia obliczeniowe bazujące na MES pozwalają uzyskać obwiednię sił poprzecznych. Sporym ułatwieniem w procesie doboru odpowiednich typów trzpieni może być przyjęcie w modelu obliczeniowym (programie MES) węzłów w miejscach planowanego usytuowania trzpieni. Dzięki temu otrzymane reakcje w węzłach posłużą bezpośrednio do określenia wymaganej nośności trzpienia. Przewidywanie rozstawu trzpieni dylatacyjnych do zamodelowania płyty może początkowo wydawać się trudne, choć przy stosowaniu się do ogólnych zasad dotyczących optymalnej odległości między trzpieniami w zakresie 3 do 5 grubości płyty nie popełnimy zbyt wielkiego błędu. Oczywiście w okolicach spodziewanej koncentracji sił tnących odległości między trzpieniami trzeba będzie jeszcze bardziej zagęścić – do około 2 grubości płyty. Dla otrzymanych wartości reakcji w poszczególnych węzłach przerwy dylatacyjnej (czyli miejscach usytuowania trzpieni) należy dobrać trzpienie o nośności nie mniejszej niż otrzymane reakcje. Następnie dla tak dobranych typów trzpieni należy zastosować odpowiednie zbrojenie podwieszające przekazujące reakcję z trzpienia w głąb płyty żelbetowej. W przypadku małych odstępów między trzpieniami lub niewielkiej grubości płyt, w których zainstalowano trzpienie konieczne może okazać się sprawdzenie warunku ścinania i/lub przebiccia, by w razie konieczności dodatkowo dobrać strefę wokół trzpieni.

## Program obliczeniowy

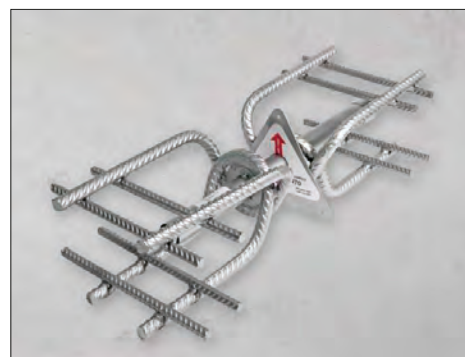
Aby ułatwić dobór trzpieni i ich dozbrojenia, firma MaxFrank udostępnia na swojej stronie internetowej [www.maxfrank.pl](http://www.maxfrank.pl) bezpłatny program obliczeniowy\*. Dostępna jest tam również biblioteka rysunków w formacie 3D i BIM (.ifc).

Szeroka gama trzpieni dylatacyjnych (o dużym zakresie nośności 50–700 kN) pozwala na optymalne dobranie ich typów. Każdy z trzpieni dostępny jest w dwóch wersjach – z jednym lub dwoma stopniami swobody – umożliwiając przesuw w jednym bądź dwóch kierunkach. Często trzpienie dylatacyjne stosowane są, by zapobiegać klawiszowaniu łączonych elementów (rys. 1A) – np. oddylatowanych płyt balkonowych, ścianek oporowych czy posadzek. Zwykle w takich przypadkach, ze względu na stosunkowo niewielkie wartości sił poprzecznych (do ok. 40 kN), z powodzeniem mogą być stosowane kolki dylatacyjne – również umożliwiające przesuw w jednym lub dwóch kierunkach. Procedura doboru i dozbrojenia jest podobna jak w przypadku trzpieni dylatacyjnych przeznaczonych do znacznie większych obciążeń.

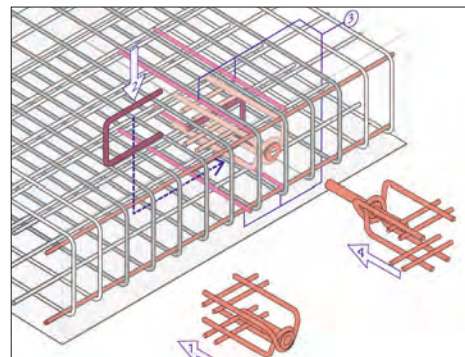
Ze względu na szereg zalet, zarówno dla inwestora, jak i projektanta czy wykonawcy – łatwość projektowania, prosty i szybki montaż bez skomplikowanych szalunków i zbrojenia – trzpienie dylatacyjne Egcodorn cieszą się dużą popularnością. Z powodzeniem znalazły zasto-



Rys. 1. Zalety stosowania trzpieni dylatacyjnych



Rys. 2. Trzpienie dylatacyjne Egcodorn



Rys. 3. Sposób montażu i dozbrojenia trzpieni dylatacyjnych Egcodorn

sowanie w wielu prestiżowych projektach – takich jak: SkyTower we Wrocławiu, Dworzec Nowa Łódź Fabryczna, CH Galaxy w Szczecinie, CH Serenada w Krakowie, kompleks budynków Wydziału Chemii w Gdańsku, CH Castor Park w Krakowie.

\* Na koniec 2017 roku zapowiadana jest zupełnie nowa wersja programu Egcodorn. W nowej odsłonie – znacznie rozbudowanej, z wieloma nowymi modułami, program uzyska dodatkowe możliwości i funkcje. Zachęcamy do śledzenia naszej strony: [www.maxfrank.pl](http://www.maxfrank.pl)