

Plan rozwoju: Połączenia ruchome w budynkach stalowych

Podano informacje potrzebne do projektowania wstępnego połączeń ruchomych w budynkach stalowych.

Spis treści

1.	Wprowadzenie	2
2.	Skutki zmian temperatury	3
3.	Zadanie ruchomych połączeń	5
4.	Literatura	9

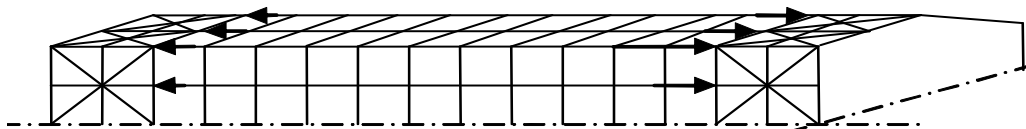
Wprowadzenie

Na funkcjonowanie budynku wpływa kilka zjawisk fizycznych, których skutki nie są łatwe do określenia ilościowego:

- Zmiany temperatury i rozszerzalność termiczna
- Zróżnicowane osiadanie fundamentów
- Skurcz i pęcznienie betonu
- Wibracje

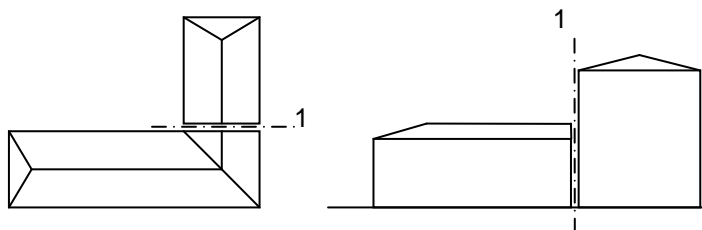
Dla mniejszych budynków i generalnie konstrukcji, te zjawiska często mogą być zignorowane. Dla większej skali konstrukcji, albo przy zaistnieniu specjalnych okoliczności, powinno się zastosować przynajmniej jedno albo więcej z następujących rozwiązań by złagodzić wpływ względnych przemieszczeń między różnymi częściami konstrukcji.

- Dylatacje:** pozwalają na wzajemne przesuwanie się części budynku, co w długich budynkach ogranicza siły wywołane temperaturą. Rozmieszczenie dylatacji zależy od zakresu temperatur i współczynnika rozszerzalności cieplnej materiałów (patrz rozdział 2)
- Połączenia budowlane:** kontrolują wysychanie i kurczenie się betonowych stropów i posadzek
- Rozdzielenie połączeń:** to zapewnia oddzielne zachowanie się części budynku, które mają inną wysokość albo inną orientację konstrukcji
- Połączenia kompaktowe:** to są specjalistyczne rozwiązania łagodzące skutki zróżnicowanych osiadań, które mogą być wynikiem różnic w podłożu gruntowym.



Strzałki wskazują siły ściskające kiedy rozszerzenie się jest skrzepowane (ograniczone).

Rys. 1.1 Skutki skrzepowanego rozszerzenia się w długim budynku



1 = Rozdzielenie połączenia części budynku (dylatacja)

Rys. 1.2 Rozdzielenie pojedynczego budynku na oddylatowane części

W projektowaniu całościowym budynków musi się wziąć pod uwagę pozycjonowanie połączeń, w szczególności, ich wpływ na zachowanie i analizę konstrukcji.

Indywidualne połączenia muszą być tak dobrane aby skompensować przewidywane wielkości poziomych lub/i pionowych przemieszczeń.

Rozmieszczenie pionowych i poziomych stężeń i ich projekt mszą być zgodne z rozmieszczeniem dylatacji. Stężenia nie mogą ograniczać przemieszczeń, z powodu których zastosowano dylatacje. Każda oddzielna (oddylatowana) część budynku musi być odpowiednio stężona.

W projektowaniu wszystkich innych części budynku i jego wyposażenia (na przykład suwnica) musi się brać pod uwagę rozmieszczenie połączeń i ich prognozowane przemieszczenia.

Dylatacje i połączenia budowlane to najczęściej występujące połączenia ruchome i są bardziej szczegółowo opisane poniżej. Inne rodzaje połączeń ruchomych generalnie wymagają specjalistycznego projektu i są poza zakresem tego dokumentu.

1. Skutki zmian temperatury

EN 1991-1-5 daje zasady i reguły dla obliczania oddziaływań cieplnych na budynki, mosty, inne konstrukcje i ich elementy konstrukcyjne [1].

Wartości maksymalnej T_{\max} i minimalnej T_{\min} temperatury powietrza w cieniu mogą być określone w załącznikach krajowych do normy EN 1991-1-5.

W konstrukcjach stalowych, o współczynniku liniowej rozszerzalności cieplnej $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ na $^{\circ}\text{C}$ (jak to podano w [EN 1993-1-1 § 3.2.6](#) [2]), skutki zmian temperatury mogą być znaczące.

W szacowaniu zmian temperatury, ważne jest odróżnienie między wewnętrznymi i zewnętrznymi elementami stalowymi. Jest prawdopodobne, że te zewnętrzne elementy będą podlegać dużo większym zmianom temperatury niż te znajdujące się wewnątrz budynku.

Zewnętrzne ramy mogą podlegać zmianom temperatury od -23°C do $+35^{\circ}\text{C}$, względem temperatury montażu tych ram. Swobodne skracanie się i rozszerzenie przy tych temperaturach wynosi od $-0,3$ mm do $+0,4$ mm na 1 metr długość budynku. W praktyce, całe rozszerzenie się jest częściowo skrepowane i faktyczne ruchy będą nieznacznie mniejsze.

Ruchy termiczne mogą prowadzić do:

- Uszkodzeń przy podporach, włączając powstawanie rys albo nawet niestateczność ścian popierających długie belki albo kratownice.
- Zniszczenia połączeń (węzłów)
- Powstawania znaczących sił wewnętrznych w układach statycznie niewyznaczalnych.

1.1 Projektowanie typowych przemysłowych budynków stalowych

W typowych przemysłowych budynkach (halach) stalowych, stateczność w kierunku poprzecznym jest osiągnięta przez sztywność ramy portalowej, a w kierunku podłużnym poprzez stężenia pionowe.

Należy rozpatrzyć dwa przypadki projektowe:

- ❑ Dla ramy portalowej, rozszerzenie się powinno być uwzględnione przez obliczanie.
- ❑ Dla pionowego stężenia w kierunku podłużnym hali powinno się uwzględnić interakcję między rozszerzeniem się a projektem pionowego stężenia.

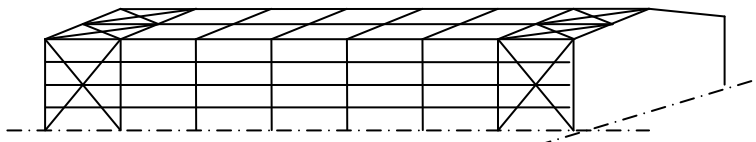
Część wydłużenia elementów konstrukcji w kierunku podłużnym hali może ogólnie być skompensowana przez poślizg w połączeniach.

Niemniej jednak, dylatacje powinny być stosowane kiedy różnica temperatur staje się ważna (konstrukcje zewnętrzne, lub budynki bezpośrednio sąsiadujące z innymi), albo poślizgi w połączeniach stają się niewystarczające by zaabsorbować pełną rozszerzalność cieplną. Długość budynku, powyżej której dylatacje są stosowane w praktyce, zmienia w zależności od kraju. Na przykład, we Francji, z klimatem kontynentalnym, dylatacje są zalecane dla długości rozszerzania się powyżej 50m, to jest długości budynku 100 m ze stężeniem pionowym w połowie długości. W Wielkiej Brytanii, z klimatem bardziej umiarkowanym i inne tradycjami budowlanymi, dylatacje są zalecane tylko dla budynków o długości ponad 150 m. Nawet powyżej tej długości można nie stosować dylatacji jeżeli duże pojedyncze elementy takie jak belki okapowe, belki i kratownice podsownicowe są zaprojektowane by przenieść naprężenia wywołane skrępowanym rozszerzaniem.

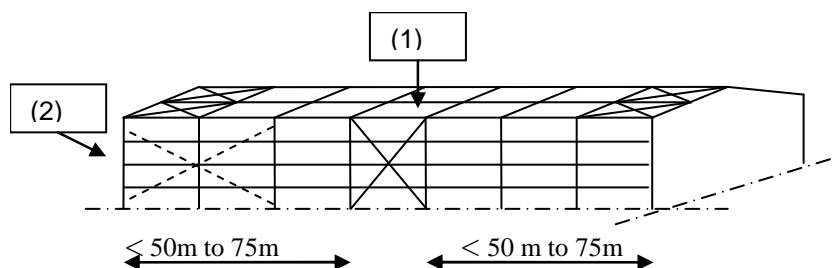
Rozmieszczenie stężeń pionowych:

Nie jest zalecane stosowanie pionowych stężeń przy obu końcach budynku jeżeli pomiędzy nie ma dylatacji. Takie rozmieszczenie hamowałoby rozszerzenie się wzdłużnych elementów i mogłoby wywołać duże siły w elementach konstrukcyjnych ściany podłużnej i w ich połączeniach.

Dla długich budynków zaleca się zastosować tylko jedno stężenie pionowe w środku długości ściany podłużnej, co umożliwi swobodne rozszerzenie się ku końcom w obydwu kierunkach.



Rys. 1.1 Układ stężeń, który NIE jest polecany



Oznaczenia:

- 1 Stężenie stałe
- 2 Możliwe stężenie tymczasowe w celu zapewnienia stateczności podczas montażu. Gdzie wymagane jest rozpoczęcie montażu przy jednym końcu budynku, to będzie konieczne zastosowanie tymczasowego stężenia w celu stabilizacji dwóch pierwszych ram. To tymczasowe stężenie powinno być usunięte.

Rys. 1.2 Zalecany układ stężeń

1.2 Przypadki szczególne

Elementy złożone

Części składowe elementów złożonych mogą czasami mieć bardzo różne temperatury, na przykład kiedy element składa się z pasa położonego na zewnątrz i pasa położonego wewnątrz budynku.

Siły generowane w elementach, z powodu tych miejscowych różnic temperatur, powinny być uwzględniane w obliczeniach podczas ich projektowania.

Stadium montażu

Jeżeli rama jest montowana w wyjątkowo wysokiej albo niskiej temperaturze, dopasowanie elementów powinno umożliwiać powrót konstrukcji do swojej zerowej pozycji (bez sił wywołanych temperaturą) kiedy temperatura z powrotem wróci do normalnej.

Przypadki pożaru

Konieczne może być zapewnienie swobodnego rozszerzania się konstrukcji stalowej w przypadku pożaru, przez co uzyska się lepszą stateczność elementów konstrukcji.

2. Zadanie ruchomych połączeń

Podstawową funkcją ruchomych połączeń jest absorbowanie skutków rozszerzalności termicznej podczas projektowanego okresu użytkowania konstrukcji. Jednak w razie konieczności one mogą też spełniać rolę innych typów połączeń:

Połączenia budowlane

Połączenia kompaktowe.

Projekt połączeń ruchomych musi wziąć pod uwagę:

Architekturę budynku

Miejscową i całościową geometrię

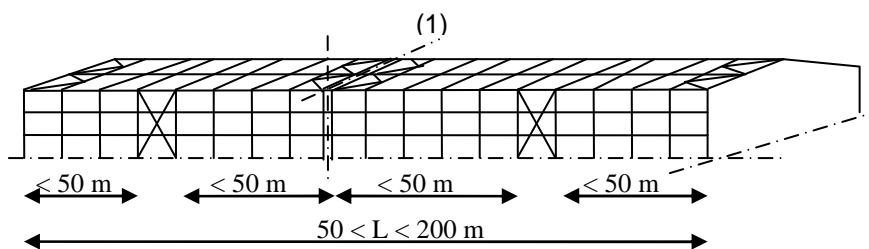
Jakikolwiek siły albo reakcje przenoszone poprzez połączenie

Określenie wartości i kierunków przesuwania.

W większości konstrukcji stalowych, połączenia ruchome tną budynek na dwa bloki. Różne podejścia mogą być stosowane przy rozmieszczaniu połączeń, co przedstawiono w rozdziałach 3.1 do 3.3.

2.1 Zdwojone ramy portalowe przy dylatacji

Rama portalowa albo główna belka jest powtórzona po obu stronach dylatacji, jak pokazano na Rys. 2.1.



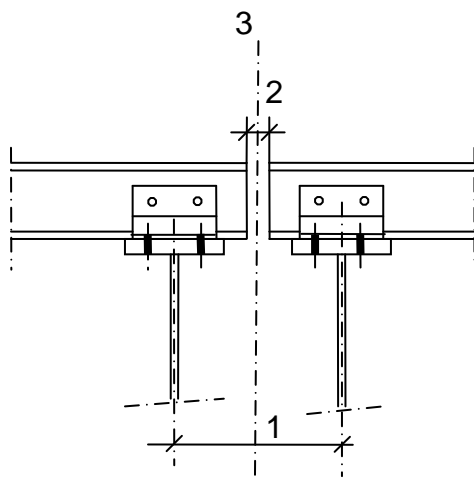
Oznaczenia:

1 Dylatacja

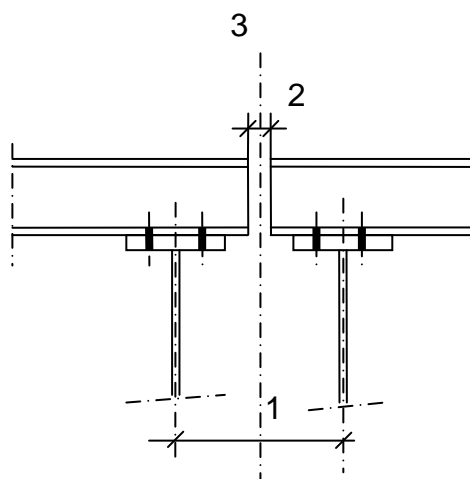
Uwaga: 50 m długości rozszerzania się jest odpowiednie w klimatach kontynentalnych; w klimatach bardziej umiarkowanych może być osiągnięte 75 m.

Rys. 2.1 Typowe rozmieszczenie stężeń w długich budynkach

Płatwie są dostarczone z wspornikami z wystarczającym prześwitem by skompensować możliwe rozszerzenie się.



Z dodatkowymi elementami łączącymi



Połączenie bezpośrednie płatwi z podporą

Oznaczenia:

1 Odległość między osiami ram portalowych

2 Maksymalny odcinek kurczenia

3 Oś dylatacji

Uwaga: Stosowanie dodatkowych elementów łączących płatew z podporą jest zalecane w przypadku lekkich płatew z kształtników giętych na zimno. Stosowanie tych elementów nie jest konieczne gdy są zastosowane cięższe płatwie z kształtników walcowanych na gorąco.

Rys. 2.2 Zdwojone ramy portalowe przy dylatacji

Korzyści:

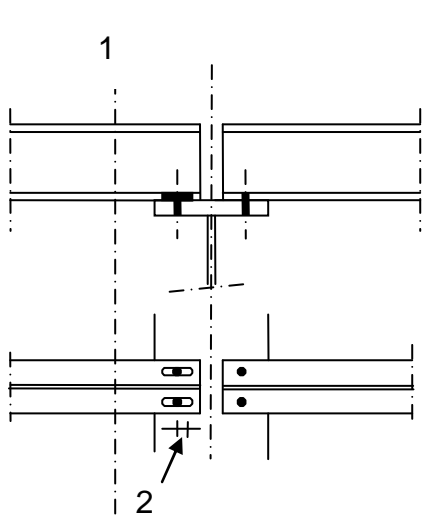
- Możliwość zaabsorbowania znacznych poziomych i pionowych przemieszczeń,
- Zastosowanie konwencjonalnych połączeń pomiędzy elementami konstrukcji,
- Możliwość rozdzielania obu części budynku na oddzielne strefy pożarowe. Mur ogniowy może być łatwo zbudowany w miejscu dylatacji,
- Rozwiązania polecane w regionach sejsmicznych (w tym przypadku, połączenie musi spełnić wymagania projektu sejsmicznego odnośnie odległości między blokami).

Wady:

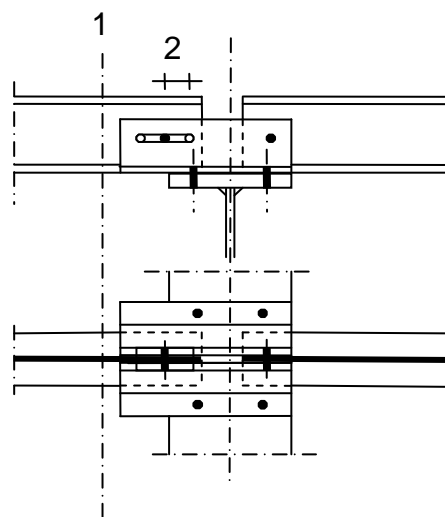
- Modyfikacja siatki geometrycznej budynku,
- Dublowanie fundamentów,
- Zastosowanie dodatkowej ramy,
- Poważne konsekwencje w takim projektowaniu połączeń obudowy ścian i dachu by zapewnić szczelność tej obudowy.
- Wysokie koszty.

Jak we wszystkich dylatacjach, tutaj też ważne jest dokładne i szczegółowe mocowanie obudowy, by uniknąć wchodzenia wody i zmaksymalizować szczelność powietrzną.

2.2 Połączenie z otworami owalnymi



Z dodatkowymi elementami łączącymi



Połączenie bezpośrednie płatwi z podporą

Oznaczenia:

- 1 Dylatacja
- 2 Maksymalne rozszerzenie

Rys. 2.3 Połączenia z otworami owalnymi

Korzyści:

- oszczędność materiału
- proste wytwarzanie
- niski koszt
- Możliwość wstawiania między dwie płaszczyzny nierdzewnej przekładki (na przykład z teflonu) i między dwoma elementami konstrukcji by zapewnić lepszy poślizg.

Wady:

- Możliwość tylko bardzo małych przemieszczeń,
- Konieczność dokładnego ustawienia śruby w pozycji wyjściowej w otworze owalnym,
- Nie polecany w strefie sejsmicznej.

Jak we wszystkich dylatacjach, tutaj też ważne jest dokładne i szczegółowe mocowanie obudowy, by uniknąć wchodzenia wody i zmaksymalizować szczelność powietrzną.

2.3 Zastosowanie specjalnych łożysk

Jeżeli przez dylatację muszą być przenoszone duże siły, można zastosować kilka typów specjalnych łożysk konstrukcyjnych.

Łożyska te są przedmiotem określonych norm zebranych pod numerem normy europejskiej EN 1337 [3].

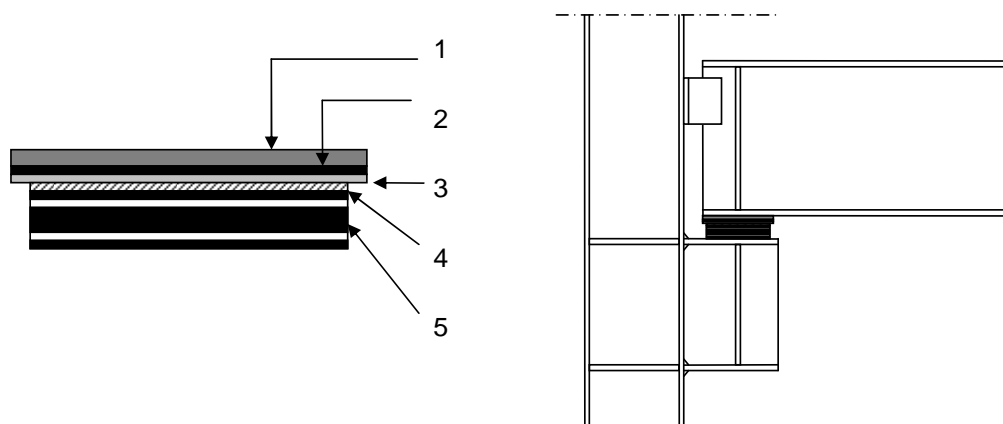
Dwa często występujące typy łożysk są przedstawione poniżej.

2.3.1 Łożyska elastomerowe

Te łożyska, zrobione z grubego warstwowo ułożonego elastomeru (stalowe blachy wzmacniające ułożone między warstwami elastomeru), pozwalają na poziome przesuwania przez deformowanie elastomerowej warstwy z prostokąta w równoległobok.

Grubość elastomeru jest obliczona ze względu na wartości sił pionowych i wymagania co do wartości obrotu i poziomych przesunięć.

Kiedy poziome przesuwania są ważne, w celu zapewnienia lepszego poślizgu powinno się dodatkowo zastosować warstwę złożoną z nierdzewnej przekładki (na przykład z teflonu) i blach ze stali nierdzewnej.



Oznaczenia:

- 1 Płyta stalowa
- 2 Twardy elastomer
- 3 Płyta ze stali nierdzewnej
- 4 Nierdzewna przekładka (na przykład teflon)
- 5 Elastomer ułożony warstwowo

Rys. 2.4 Łożysko elastomerowe

Korzyści:

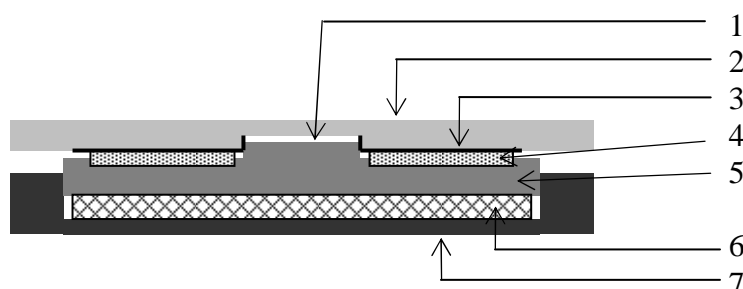
- Możliwość absorbowania zarówno obrotów jak i małych przesunięć pionowych (zróżnicowane osiadanie słupów) przy podporach belek.

Wady:

- Drogie uszczegółowienie popierającego słupa
- Trudne w projektowaniu i zastosowaniu

2.3.2 Łożyska garnkowe

Mogą one tłumić drgania i wibracje w granicach konstrukcji. Jak pokazano na Rys. 2.5 łożysko garnkowe to przestrzenny przegub, pozwalający na jednokierunkowy albo wielokierunkowy przesuw, jak również na obrót podporze wokół dowolnej osi poziomej. Zależnie od potrzeb projektu, łożysko garnkowe układa się na podstawie podpory, i może zawierać amortyzator wstrząsów, tłok (z ukierunkowaniem, jeżeli ruch jest dopuszczony w jednym kierunku) i płytę poślizgową.



Oznaczenia:

- 1 Stalowy zwornik kierujący
- 2 Górna płyta stalowa
- 3 Arkusz ze stali nierdzewnej
- 4 Nierdzewna przekładka (na przykład teflon)
- 5 Tłok stalowy
- 6 Podkładka elastomerowa
- 7 Garnek stalowy

Rys. 2.5 Łożysko garnkowe

Korzyści

- Stosowane w mostach i konstrukcjach budowlanych przejmujących bardzo duże siły.

Wady

- Wysoki koszt.

Ze względu na ich wysoki koszt i występujące stosunkowo małe obciążenia są one rzadko stosowane w budynkach.

3. Literatura

- 1 PN-EN 1991-1-5: 2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-5: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania termiczne.
- 2 PN-EN 1993-1-1: Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1.1: Reguły ogólne i reguły dla budynków. PKN, Warszawa 2006.
- 3 EN 1337: Structural bearings (in 11 Parts)

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Plan rozwoju: Połączenia ruchome w budynkach stalowych		
Odniesienie			
DOKUMENT ORYGINALNY			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Valérie LEMAIRE	CTICM	09/12/2005
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Alain BUREAU	CTICM	09/12/2005
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. WIELKA BRYTANIA	G W Owens	SCI	2/3/06
2. Francja	A Bureau	CTICM	2/3/06
3. Szwecja	A Olsson	SBI	2/3/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	2/3/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	2/3/06
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	9/6/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:	Z. Kielbasa, PRz		
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Plan rozwoju: Połączenia ruchome w budynkach stalowych	
Seria		
Opis*	Podano informacje potrzebne do projektowania wstępnego połączeń ruchomych w budynkach stalowych.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ ZBIGNIEW KIEŁBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 2\017\SS017a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 11 Pages; 577kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	
Temat*	Obszar stosowania	Budynki jednokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	08/03/2006
	Data ostatniej modyfikacji	15/12/2005
	Data sprawdzenia	15/12/2005
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		
Kontakt	Autor	Valérie LEMAIRE, CTICM
	Sprawdził	Alain BUREAU, CTICM
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Zachowanie termiczne, Właściwości termiczne, Połączenia ruchome, Osiadanie	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	Europe
Instrukcje szczególne		