

Dobór mostowych urządzeń dylatacyjnych

Obiekty mostowe są dużymi budowlami inżynierskimi. Najdłuższe przęsto mostu w Japonii ma długość prawie 2 km. Większość eksploatowanych obiektów jest oczywiście znacznie mniejsza, ale przemieszczenia wzajemne krawędzi szczelin dylatacyjnych osiągają wartość od kilku milimetrów do kilku metrów. Stąd wynika konieczność wbudowywania w strefach szczelin dylatacyjnych obiektów mostowych specjalnych urządzeń, które pozwalają na swobodne odkształcenia krawędzi przęseł i jednocześnie na utrzymanie niezakłóconego ruchu na pomoście: pojazdów na jezdni i pieszych na chodnikach. Są to mostowe urządzenia dylatacyjne.

Wprowadzenie

Wspomniany wyżej duży zakres zmienności wymaganych przemieszczeń wyklucza możliwość wykonywania wszystkich urządzeń dylatacyjnych w oparciu o wspólne i jednolite zasady konstrukcyjne. Zmienność wymaganych przemieszczeń jest zbyt duża. Opracowano i wdrożono do praktyki budowlanej urządzenia dylatacyjne, w których kompensowanie przemieszczeń jest realizowane przez:

- odkształcenia sprężysto-plastyczne materiału konstrukcyjnego urządzenia dylatacyjnego
 - geometryczną zmienność konstrukcji urządzenia dylatacyjnego
- wykonanie w nawierzchni szczelin o ograniczonej szerokości, przez które mogą przejechać koła pojazdów mechanicznych, bez wywoływania nadmiernych sił wewnętrznych w konstrukcji urządzenia dylatacyjnego oraz pojazdów mechanicznych.

Wykorzystywanie „geometrycznej zmienności konstrukcji” w budownictwie wydaje się herezją. Konstrukcja budowlana nie może być geometrycznie zmienna, ponieważ jej elementy przemieściłyby się względem siebie, czyli konstrukcja zawaliłaby się i natychmiast uległa zniszczeniu. Ale należy podkreślić, że urządzenie dylatacyjne nie jest konstrukcją budowlaną, ale pewnego rodzaju mechanizmem wbudowanym między elementy konstrukcji budowlanej (czyli obiektu mostowego), które mogą przemieszczać się względem siebie. Urządzenie dylatacyjne jest oparte na krawędziach szczeliny dylatacyjnej i zawsze przynajmniej jedna podpora urządzenia dylatacyjnego może się przemieszczać względem drugiej. Przemieszczenia te są wymuszone przez konstrukcję budowlaną, a ściśle rzecz biorąc przez jej odkształcenia, spowodowane w naszym klimacie przede wszystkim zmianami temperatury otoczenia. Należy podkreślić, że przemieszczenia te są „duże” w stosunku do wymiarów urządzenia dylatacyjnego, tzn. wynoszą od kilku do kilkudziesięciu procent całkowitej „szerokości” urządzenia dylatacyjnego. Przez „szerokość” należy tu rozumieć wymiar urządzenia dylatacyjnego w kierunku równoległym do przemieszczeń przęśla obiektu mostowego.

Wymagania użytkowe wobec urządzeń dylatacyjnych

Urządzenie dylatacyjne, które jest wbudowane w obiekt mostowy powinno zapewniać:

- swobodę odkształceń ustroju nośnego
- swobodę poziomych przemieszczeń krawędzi szczelin dylatacyjnych w obrębie jezdni i chodników
- zbliżone warunki ruchu kół pojazdów w obrębie nawierzchni mostowej i urządzenia dylatacyjnego
 - osłonę szczelin dylatacyjnych w obrębie chodników
 - równość płaszczyzny nawierzchni mostowej
 - trwałość pod obciążeniem ruchem pojazdów
- wodoszczelność połączenia urządzenia dylatacyjnego z konstrukcją obiektu mostowego
 - odporność na oddziaływania klimatyczne i środowiskowe
 - minimalizację obsługi przy utrzymaniu.

Urządzenie dylatacyjne powinno być tak zaprojektowane, aby mogło być bezawaryjnie eksploatowane w obiekcie mostowym w okresie co najmniej kilkunastu lat. W czasie eksploatacji jest ono poddawane wielokrotnie zmiennym obciążeniom wywołanym przejazdem pojazdów samochodowych, przy czym przejazd każdej osi stanowi pełny cykl obciążenia, podczas którego siła obciążająca urządzenie dylatacyjne zmienia się od zera do wartości maksymalnej, a następnie spada do zera. W ciężkich pojazdach samochodowych oraz przyczepach przeznaczonych do przewozu ładunków ponadnormatywnych są stosowane osie bliźniacze lub wielokrotne. Rozstaw takich osi wynosi zwykle ok. 2,0 m. Większość urządzeń dylatacyjnych ma mniejszą szerokość i podczas przejazdu pojazdu samochodowego urządzenie jest obciążane tylko przez 1 oś. Liczba cykli obciążenia jest bardzo duża i o trwałości urządzenia dylatacyjnego decydują zjawiska związane ze zmęczeniem materiału. Mostowe urządzenia dylatacyjne powinny być przystosowane do eksploatacji w warunkach ruchu ciężkiego KR6¹⁾. Takie postępowanie pozwoli na wyeliminowanie przypadków uszkodzenia tych urządzeń po przejeździe pojedynczego ciężkiego pojazdu.

1) Kategorie ruchu są określone w załączniku 5 do rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 43 z 1999 r., poz. 430).

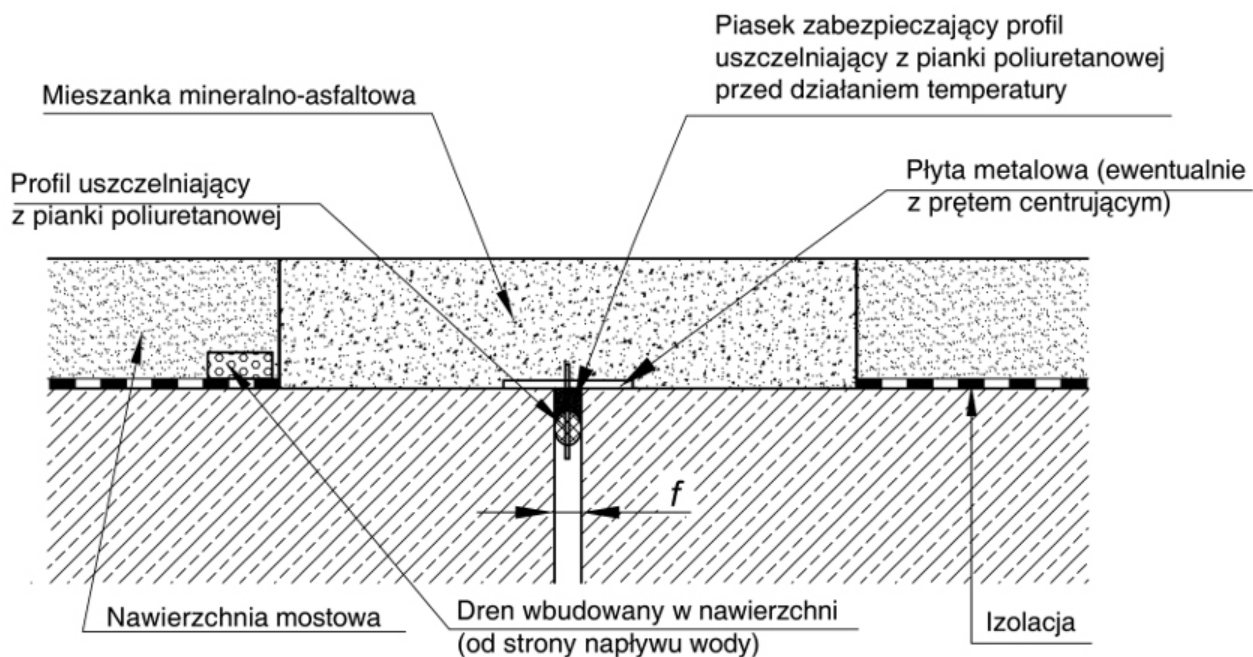
Przegląd urządzeń dylatacyjnych najczęściej stosowanych w kraju

Wśród urządzeń dylatacyjnych można wydzielić dwie podstawowe grupy:

- przykrycia dylatacyjne – czyli zabezpieczenia szczelin dylatacyjnych wykonywane na obiekcie mostowym i wbudowane w nawierzchnię obiektu mostowego; najczęściej stosowane są tu asfaltowe przykrycia dylatacyjne, zwane też dylatacjami bitumicznymi
- właściwe urządzenia dylatacyjne – czyli urządzenia mechaniczne, wykonywane w warsztacie i montowane na obiekcie mostowym; najczęściej stosowane są tu:
 - jednomodułowe urządzenia dylatacyjne
 - wielomodułowe urządzenia dylatacyjne
 - palczaste urządzenia dylatacyjne.

Asfaltowe przykrycia dylatacyjne

Zasada działania asfaltowego przykrycia dylatacyjnego (rys.1) polega na wykonaniu w nawierzchni mostowej nad dylatacją odcinka nawierzchni o specjalnej konstrukcji, która przenosi odkształcenia sprężysto-plastyczne. Asfaltowe przykrycie dylatacyjne przenosi zarówno obciążenia pionowe wywołane naciskami kół pojazdów samochodowych, odkształcenia poziome, wywołane przemieszczeniami krawędzi szczeliny dylatacyjnej w obiekcie mostowym, a także zabezpiecza szczelinę dylatacyjną przed wnikaniem wody. Asfaltowe przykrycie dylatacyjne jest zbudowane z jednofrakcyjnych grysów łamanych (ze skał magmowych lub kruszywa sztucznego), sklejonych specjalną masą zalewową. Jest ono wykonywane bezpośrednio w miejscu wbudowania w korycie wyciętym w nawierzchni mostowej nad szczeliną dylatacyjną. Na dnie koryta, nad szczeliną dylatacyjną, jest wbudowywany tzw. stabilizator, czyli blacha metalowa, która zabezpiecza mieszankę mineralno-asfaltową przed wciskaniem w głąb szczeliny dylatacyjnej obiektu mostowego.



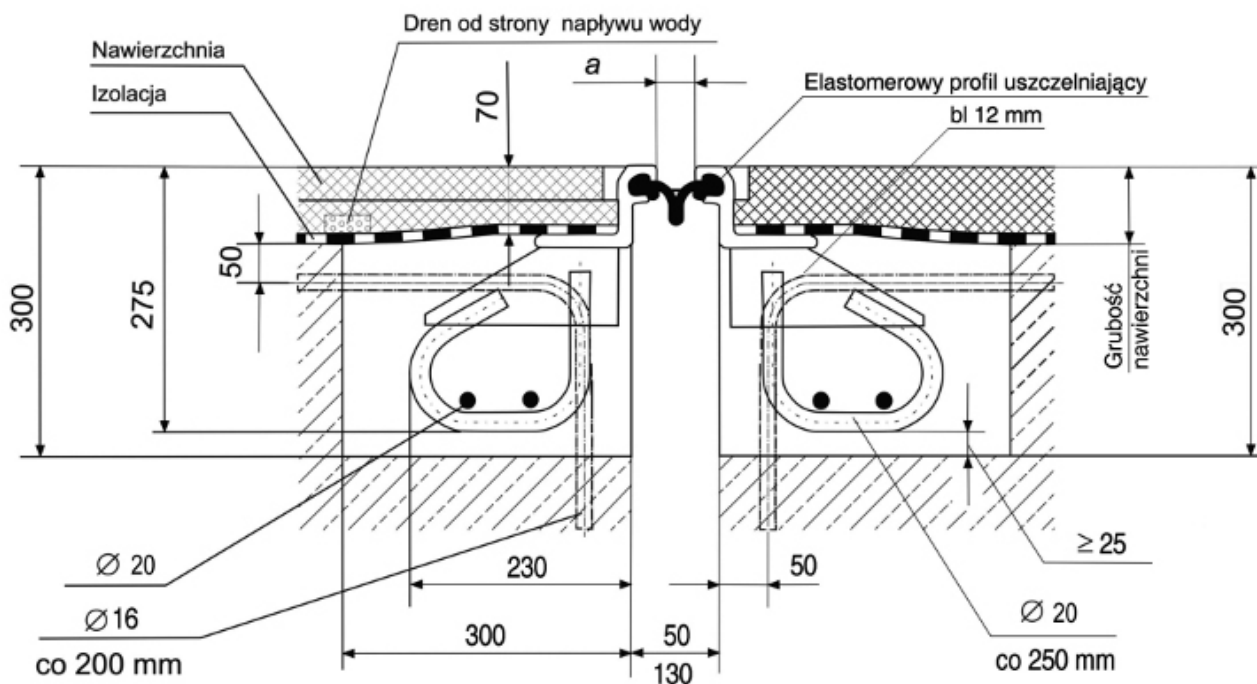
Rys. 1. Asfaltowe przykrycie dylatacyjne

Jednomodułowe urządzenia dylatacyjne

Jednomodułowe urządzenie dylatacyjne jest typem urządzenia dylatacyjnego, którego działanie oparto na wykonaniu w nawierzchni, nad szczeliną dylatacyjną, szczeliny o ograniczonej szerokości, przez którą mogą bezpiecznie przejechać pojazdy samochodowe. Wykonywane jest specjalne urządzenie złożone z dwóch gałęzi (wykonanych zwykle z metalu), które „okuwają” krawędzie szczeliny dylatacyjnej chroniąc je przed zniszczeniem przez koła przejeżdżających pojazdów. Obie „gałęzie” urządzenia nie są połączone ze sobą konstrukcyjnie. Uszczelka z elastomeru wbudowana między profilami stalowymi nie powoduje powstawania sił, które miałyby wpływ na wymiarowanie urządzenia dylatacyjnego. Szerokość szczeliny jest tak dobrana, aby przy największym możliwym rozwarciu urządzenia dylatacyjnego (spowodowanego skróceniem przęsła) jej szerokość w jezdni nie przekroczyła wartości granicznej:

- 80 mm w urządzeniu bez nakładek wyciszających; szerokość szczeliny jest tu ograniczona do ok. 1/3 długości śladu, na którym koło pojazdu samochodowego styka się z nawierzchnią drogi
- 100 mm w urządzeniu z nakładkami wyciszającymi (rys.4); nakładki wyciszające zmieniają przebieg szczeliny dylatacyjnej z prostego na zygzakowaty, co powoduje, że koło pojazdu najeżdża na szczelinę w nawierzchni pod dużym kątem, a to zmniejsza oddziaływania pojazdu na urządzenie dylatacyjne i urządzenia na pojazd.

Profil uszczelniający z elastomeru mocowany w specjalnych zamkach profilu stalowego „okuwającego” szczelinę w nawierzchni zapewnia wodoszczelność urządzenia.

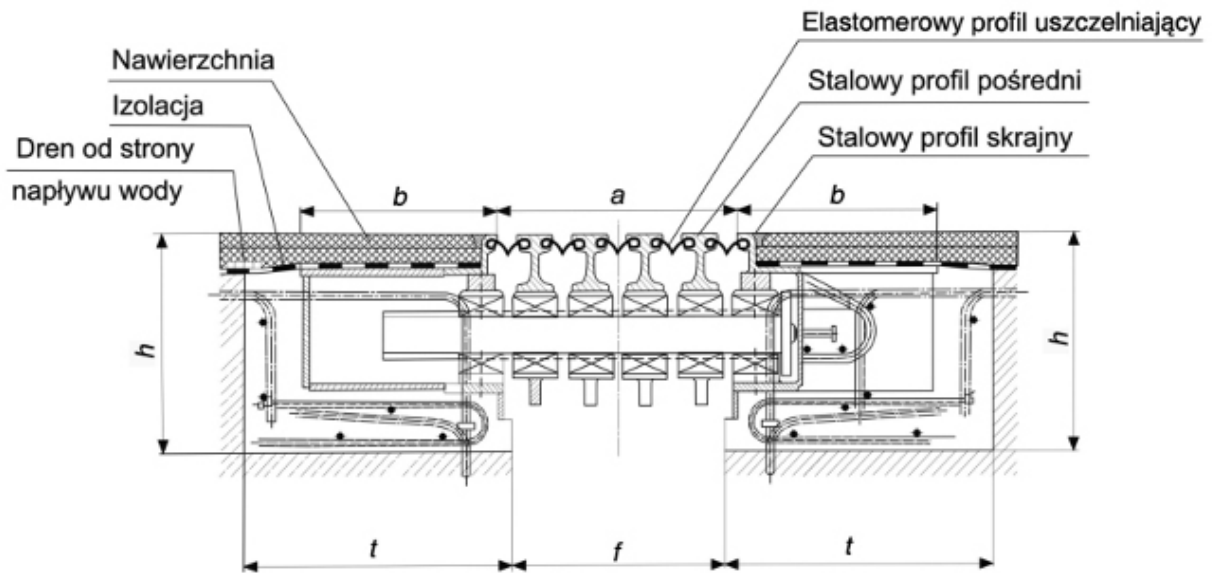


a - szerokość prześwitu między skrajnymi profilami stalowymi

Rys. 2. Jednomodułowe urządzenie dylatacyjne, przekrój na jezdni

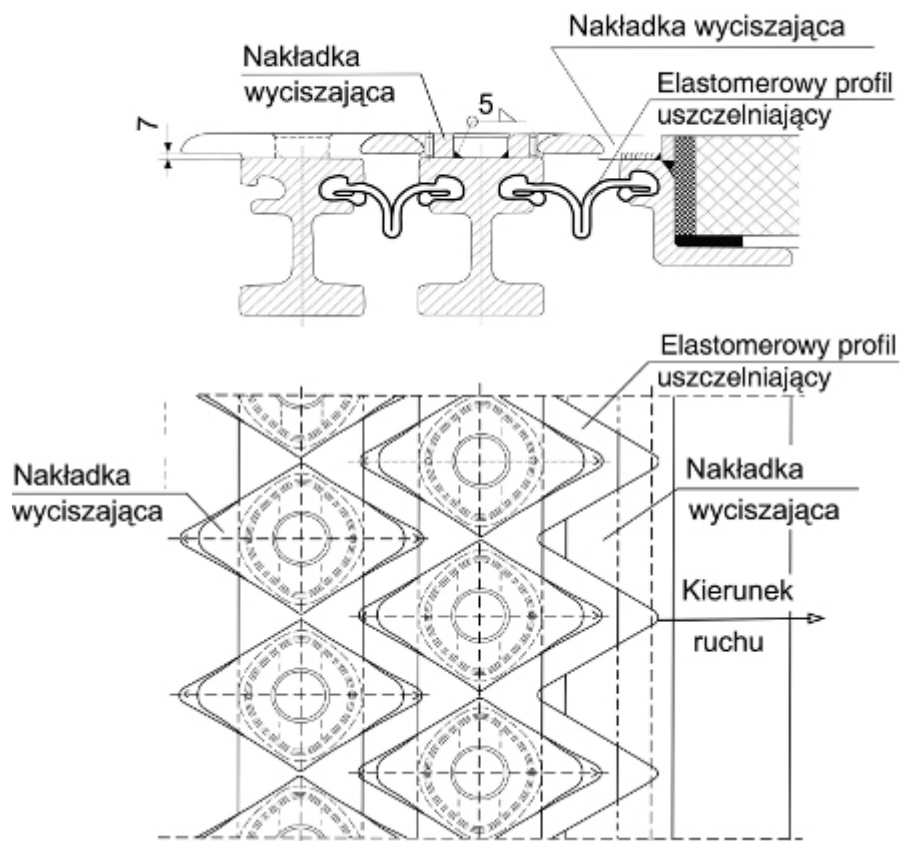
Wielomodułowe urządzenia dylatacyjne

Zasadę działania wielomodułowego urządzenia dylatacyjnego, zwanego w skrócie modułowym urządzeniem dylatacyjnym, oparto na wykorzystaniu geometrycznej zmienności jego konstrukcji. Schemat statyczny stanowi konstrukcja przestrzenna złożona z geometrycznie zmiennego układu belek połączonych przegubowo-przesuwnie (urządzenia typu rusztowego lub ze skośną belką trawersową) albo przegubowo (urządzenia z mechanizmami nożycowymi). Stabilną pracę urządzenia zapewnia tu fakt, że jest ono oparte w sposób przeszywniony na konstrukcji obiektu mostowego. Urządzenie jest oparte na podporach, z których co najmniej jedna może się, w pewnym określonym zakresie, przemieszczać. Przemieszczenia te działają na urządzenie dylatacyjne jak obciążenie zewnętrzne i wymuszają zmiany geometrii wewnętrznej urządzenia dylatacyjnego, bez generowania w nim istotnych sił wewnętrznych. Cechą charakterystyczną wielomodułowego urządzenia dylatacyjnego jest podział całkowitego przemieszczenia krawędzi szczeliny dylatacyjnej, które ma skompensować to urządzenie na przemieszczenia kilku modułów. Wielomodułowe urządzenie dylatacyjne jest zbudowane z profili stalowych (skrajnych i pośrednich) wbudowanych w poziom jezdni, między którymi są zamocowane elastomerowe profile uszczelniające, klinujące się we wnękach profili stalowych, podobnie jak ma to miejsce w urządzeniach jednomodułowych. Dwa profile stalowe z zabudowanym między nimi elastomerowym profilem uszczelniającym tworzą jeden moduł urządzenia dylatacyjnego. Zarówno jedno- jak i wielomodułowe urządzenia dylatacyjne mogą być wyposażone w nakładki wyciszające (rys. 4). Nakładki są mocowane za pomocą przykręcania na śruby albo za pomocą spawania.



- a* - szerokość prześwitu między skrajnymi profilami stalowymi
- b* - szerokość komory, w której są zamontowane belki trawersowe
- f* - szerokość szczeliny dylatacyjnej w obiekcie mostowym
- h* - głębokość wnęki w konstrukcji obiektu mostowego
- t* - szerokość wnęki w konstrukcji obiektu mostowego

Rys. 3. Wielomodułowe urządzenie dylatacyjne, przekrój przez belkę trawersową na jezdni



Rys. 4. Nakładki wyciszające w modułowych urządzeniach dylatacyjnych

Palczaste urządzenia dylatacyjne

Palczaste urządzenie dylatacyjne jest typem urządzenia dylatacyjnego, którego działanie oparto na wykonaniu w nawierzchni nad szczeliną dylatacyjną w konstrukcji obiektu mostowego, specjalnej konstrukcji, po której mogą bezpiecznie przejechać pojazdy samochodowe. Rozróżniamy dwie odmiany palczastych urządzeń dylatacyjnych. Odmianę pierwszą („wspornikową”) pokazano na rys. 5. Zbudowana jest ona z płyt metalowych (ze stali lub aluminium). Płyty te są zakończone elementami palczastymi usytuowanymi naprzemiennie, które tworzą układ wsporników wbudowanych nad szczeliną dylatacyjną. Po tych wspornikach odbywa się przejazd pojazdów. Palczaste urządzenia dylatacyjne mogą być mocowane do konstrukcji obiektu mostowego za pomocą: zabetonowywanych zakotwień, kotew wklejanych osadzanych w wierconych otworach lub śrub sprężających. Palczaste urządzenie dylatacyjne odmiany drugiej („belkowej”) pokazano na rys. 6. Zbudowane jest ono z płyt palczastych, które są zamocowane tylko z jednej strony szczeliny dylatacyjnej, a oparte w sposób zapewniający przesuw po drugiej stronie tej szczeliny. Elementy palczaste są tu wykonane ze stali. Część kotwiąca płyty palczastej jest zbudowana z laminatu stalowo-elastomerowego, dzięki czemu palce są połączone z częścią kotwiącą w sposób sprężysty. Kształt elementu palczastego jest tak dobrany, aby wolne krawędzie palców były zawsze dociśnięte do podłoża, bez względu na obroty przekroju podporowego przęsła. Belecзки palców urządzenia dylatacyjnego pracują tu pod obciążeniem pionowym jak belki podparte na dwóch podporach, a nie jak wsporniki, co redukuje powstające w nich naprężenia. Uszczelnienie szczeliny dylatacyjnej jest zapewnione przez fartuch z folii EPDM, który zbiera wodę przepływającą przez palczastą konstrukcję urządzenia. Woda z fartucha jest odprowadzana do kanalizacji deszczowej. Zaletami urządzeń palczastych jest to, że:

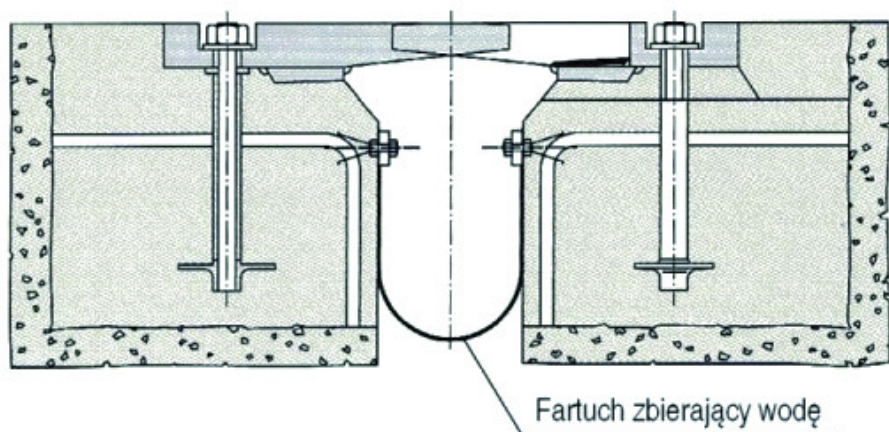
- generują najmniej hałasu w porównaniu z innymi urządzeniami przeznaczonymi dla przenoszenia podobnych przemieszczeń; w związku z tym są zalecane do stosowania w miastach oraz w obiektach usytuowanych na obszarach, gdzie ochrona przed hałasem ma specjalne znaczenie
- mogą być montowane i naprawiane (np. w wypadku awarii) tylko przy zamknięciu jednego pasa ruchu na obiekcie, co jest trudne lub niemożliwe do zorganizowania przy stosowaniu innych rodzajów urządzeń dylatacyjnych.

Wadą urządzeń palczastych jest to, że nie może się po nich odbywać ruch rowerowy. Szczeliny podłużne pomiędzy „palcami” są tej szerokości, że może w nie wpaść i zaklinować się koło roweru. Dlatego należy je stosować tylko na obiektach przeznaczonych wyłącznie dla ruchu samochodowego.

a) widok



b) przekrój

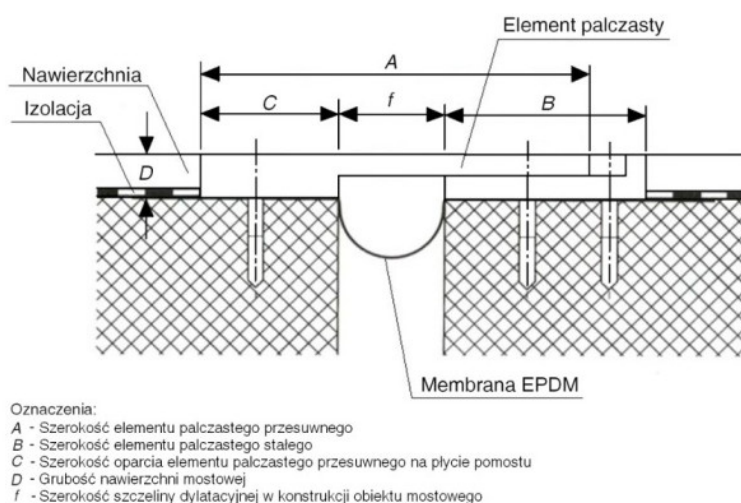


Rys. 5. Widok i schemat palczastego urządzenia dylatacyjnego odmiany pierwszej („wspornikowej”)

a) widok



b) przekrój



Rys. 6. Palczaste urządzenie dylatacyjne odmiany drugiej („belkowej”)

Dopuszczanie urządzeń dylatacyjnych do stosowania

Mostowe urządzenia dylatacyjne są objęte systemem oceny zgodności 1. Przed dopuszczeniem do eksploatacji powinny uzyskać aprobatę techniczną IBDiM oraz certyfikat wyrobu wydany przez uprawnioną jednostkę certyfikującą²⁾. W procesie aprobacyjnym są wykonywane badania sprawdzające przydatność urządzeń dylatacyjnych do stosowania, a w procesie certyfikacyjnym jest sprawdzane, czy urządzenia dylatacyjne są produkowane zgodnie z dokumentem odniesienia, czyli w tym przypadku, odpowiednią aprobatą techniczną. Ze względu na dużą różnorodność konstrukcyjną urządzeń dylatacyjnych, różne typy urządzeń są sprawdzane według różnych programów badań.

²⁾ W IBDiM jest Dział Certyfikacji, w którego zakresie akredytacji są mostowe urządzenia dylatacyjne.

Asfaltowe przykrycia dylatacyjne

W przypadku asfaltowych przykryć dylatacyjnych wykonuje się następujące badania:

- badania masy zalewowej, która powinna spełniać wymagania zestawione w tabelicy 1

Lp.	Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	Temperatura mięknięcia według metody PIK	°C	$t_m \pm 15\%$ ¹⁾ Badanie identyfikacyjne	PN-EN 1427
2	Penetracja w temp. 25°C, igła	0,1 mm	$p \pm 15\%$ ²⁾ Badanie identyfikacyjne	PN-EN 1426
3	Splywność w temp. 60°C	mm	≤ 5	PN-B-24005, Procedura Nr PB/TN-2/1
4	Nawrót sprężysty w temp. 25°C	%	≥ 80	PN-EN 13398
5	Temperatura tamiwości według Fraassa	°C	≤ -30	PN-EN 12593
6	Analiza w podczerwieni	–	Badanie identyfikacyjne	PN-EN 1767

¹⁾ t_m – temperatura mięknięcia określona przez producenta; temperatura mięknięcia powinna mieścić się w granicach 75 ÷ 120°C

²⁾ p – penetracja określona przez producenta

Tabela 1. Wymagania w stosunku do masy zalewowej przeznaczonej do wykonywania asfaltowego przykrycia dylatacyjnego

- badania kruszywa (do wykonywania asfaltowych przykryć dylatacyjnych jest stosowane kruszywo łamane ze skał magmowych oraz kruszywo sztuczne na bazie żużli wielkopieczowych); grysy powinny

spełniać wymagania zestawione w tablicy 2

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metody badań według
1	Uziarnienie, kategoria co najmniej	–	PN-EN 933-1
	- grysy łamane ze skał magmowych	G _c 90/15	
	- grysy sztuczne na bazie żużli	G _c 80/15	
2	Zawartość pyłów, kategoria co najmniej ¹⁾	f ₂	PN-EN 933-1
3	Kształt kruszywa, wskaźnik kształtu, kategoria co najmniej ²⁾	SI ₂₀	PN-EN 933-4
4	Kształt kruszywa, wskaźnik płaskości, kategoria co najmniej ²⁾	FI ₂₀	PN-EN 933-3
5	Odporność kruszywa na rozdrabnianie, kategoria co najmniej	LA ₂₀	PN-EN 1097-2
6	Odporność na polerowanie kruszywa, kategoria co najmniej	PSV ₄₄	PN-EN 1097-8
7	Nasiąkliwość, kategoria co najmniej ³⁾	WA ₂₄ 2	PN-EN 1097-6
8	Mrozoodporność badana w 1% roztworze chlorku sodu (NaCl), kategoria co najmniej ³⁾	F _{NaCl} 7	PN-EN 1367-1
9	Mrozoodporność badana w wodzie, kategoria co najmniej ³⁾	F ₂	PN-EN 1367-1

¹⁾ Przed wbudowaniem w asfaltowe przykrycie dylatacyjne grysy należy odpylić

²⁾ W aprobacie technicznej należy określić wymaganie dla jednej z dwóch właściwości: wskaźnika kształtu (poz. 3) lub wskaźnika płaskości (poz. 4)

³⁾ W aprobacie technicznej należy określić wymaganie dla jednej z trzech właściwości: nasiąkliwości (poz. 7), mrozoodporności badanej w 1% roztworze chlorku sodu (NaCl) (poz. 8) lub mrozoodporności badanej w wodzie (poz. 9)

Tablica 2. Wymagania w stosunku do grysów przeznaczonych do wykonywania asfaltowego przykrycia dylatacyjnego

- badania odporności konstrukcji urządzenia dylatacyjnego na koleinowanie wg procedury badawczej IBDiM Nr PB/TM-1/11; po wykonaniu 10 000 cykli obciążenia (przejazdów koła) w aparacie LCPC, w temperaturze +45°C, głębokość koleiny nie powinna być większa niż 15 mm.

Jednomodułowe urządzenia dylatacyjne

W stosunku do jednomodułowych urządzeń dylatacyjnych wprowadzono wymagania konstrukcyjno-materiałowe oraz badania, z których najważniejsze to:

- stalowe profile skrajne powinny być wykonane ze stali S235 JR wg PN-EN 10025-2
- zakotwienia powinny być wykonane z blach węzłowych o grubości 15 mm połączonych z pętlami z pręta o średnicy Ø20 mm ze stali S235 JR; rozstaw zakotwień został ograniczony do 250 mm
- elastomerowe profile uszczelniające powinny być wykonane z materiału spełniającego wymagania wg tablicy 3
 - nakładki wyciszające powinny być wykonane ze stali S355 JR
- badanie odporności zamocowania nakładek wyciszających na powtarzalne obciążenia dynamiczne wg Procedury badawczej IBDiM Nr PB/TM-1/14; po wykonaniu 2 x 2 mln cykli obciążenia siłą zmienną od 10 do 100 kN, przy 2 ustawieniach siły obciążającej, ugięcia krawędzi wsporników nakładek przy każdym ustawieniu siły obciążającej powinny spełniać wymagania zestawione w tablicy 4.

Lp.	Właściwości	Jednostki	Wymagana wartość	Badanie według
1	Twardość Shore'a, twardościomierz typu A	°ShA	63 ±5	PN-EN ISO 868 lub ISO 7619-1
2	Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	≥ 10	PN-ISO 37
3	Wydłużenie względne przy zerwaniu	%	≥ 350	PN-ISO 37
4	Temperatura kruchości	°C	≤ -30	PN-ISO 812
5	Odporność na starzenie ozonowe, w czasie co najmniej 24h, w temp. co najmniej 30°C, przy stężeniu ozonu co najmniej 50 pphm, przy rozciągnięciu początkowym nie mniejszym niż 20%	–	bez pęknięć	PN-ISO 1431-1

Tablica 3. Wymagania w stosunku do elastomerowych taśm uszczelniających do jednomodułowych i wielomodułowych urządzeń dylatacyjnych

Lp.	Wskaźnik	Wymagana wartość
1	ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 3 mm
2	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 3 mm
3	ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie statyczne po 3 tys. cykli obciążenia	≤ 1,2
4	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie dynamiczne po 3 tys. cykli obciążenia	1,2
5	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 1,2

Tablica 4. Wymagania w stosunku do ugięcia krawędzi wsporników nakładek wyciszających w jednomodułowych urządzeniach dylatacyjnych oraz krawędzi palców w palczastych urządzeniach dylatacyjnych w punktach bezpośrednio obciążonych siłą

Lp.	Wskaźnik	Wymagana wartość
1	ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 5 mm
2	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 5 mm
3	ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie statyczne po 3 tys. cykli obciążenia	≤ 1,2
4	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie dynamiczne po 3 tys. cykli obciążenia	1,2
5	ugięcie dynamiczne po 2 mln cykli obciążenia/ ugięcie statyczne po 2 mln cykli obciążenia	≤ 1,2

Tablica 5. Wymagania w stosunku do ugięcia wielomodułowego urządzenia dylatacyjnego w punktach bezpośrednio obciążonych siłą

Wielomodułowe urządzenia dylatacyjne

W stosunku do wielomodułowych urządzeń dylatacyjnych wprowadzono wymagania konstrukcyjno-materiałowe, z których najważniejsze to:

- stalowe profile skrajne powinny być wykonane ze stali S235 JR
- stalowe profile pośrednie powinny być wykonane ze stali S355 J2
- zakotwienia powinny być wykonane z blach węzłowych o grubości 15 mm połączonych z pętłami z pręta o średnicy LØ20 mm ze stali S235 JR; rozstaw zakotwień został ograniczony do 250 mm
 - nakładki wyciszające powinny być wykonane ze stali S355 JR
- elastomerowe profile uszczelniające powinny być wykonane z materiału spełniającego wymagania wg

tablicy 3

- badanie odporności konstrukcji wielomodułowego urządzenia dylatacyjnego na powtarzalne obciążenia dynamiczne wg Procedury badawczej IBDiM Nr PB-TM-07:
 - urządzenia baz nakładek wyciszających; po wykonaniu 2 x 2 mln cykli obciążenia siłą zmienną od 10 do 100 kN, przy 2 ustawieniach siły obciążającej, ugięcia urządzenia dylatacyjnego przy każdym ustawieniu siły obciążającej powinny spełniać wymagania zestawione w tablicy 5
 - urządzenia z nakładkami wyciszającymi; po wykonaniu 3 x 2 mln cykli obciążenia siłą zmienną od 10 do 100 kN, przy 3 ustawieniach siły obciążającej, ugięcia urządzenia dylatacyjnego przy każdym ustawieniu siły obciążającej powinny spełniać wymagania zestawione w tablicy 5.

Palczaste urządzenia dylatacyjne

W stosunku do palczastych urządzeń dylatacyjnych wprowadzono wymagania konstrukcyjno-materiałowe, z których najważniejsze to:

- stalowe profile palczaste oraz stopki kotew powinny być wykonane ze stali S355 J2
- sworznie kotwiące powinny być wykonane ze stali klasy własności mechanicznych 10.9 wg PN-EN ISO 898-1
- nakrętki do sworzni powinny być wykonane ze stali klasy własności mechanicznych 10 wg PN-EN ISO 898-2
- badanie odporności konstrukcji palczastego urządzenia dylatacyjnego na powtarzalne obciążenia dynamiczne wg Procedury badawczej IBDiM Nr PB/TM-1/14 (projekt); po wykonaniu 4 mln cykli obciążenia siłą zmienną od 10 do 100 kN, przy 1 ustawieniu siły obciążającej, ugięcia urządzenia dylatacyjnego powinny spełniać wymagania zestawione w tablicy 4.

Podsumowanie

Dobierając mostowe urządzenia dylatacyjne dla określonego obiektu należy zwrócić uwagę na wymagane przemieszczenia nominalne, które zawsze powinny być większe od przemieszczeń obliczonych. Urządzenia dylatacyjne powinny też mieć ważne aprobaty techniczne oraz certyfikaty wyrobu. To gwarantuje, że ich produkcja oraz montaż są kontrolowane oraz że zamontowane wyroby są zgodne z wymaganiami specyfikacji technicznych (tzn. odpowiednich aprobat technicznych). Mostowe urządzenia dylatacyjne są pewnego rodzaju mechanizmami, które pracują pod wielokrotnie zmiennymi obciążeniami dynamicznymi. Przejazd każdej osi pojazdu stanowi tu jeden cykl obciążenia. O trwałości urządzeń dylatacyjnych decydują zjawiska związane ze zmęczeniem materiału i dlatego wszystkie urządzenia powinny być przebadane pod obciążeniami zmęczeniowymi. Bardzo ważną rolę pełni dokładność i precyzja wykonania urządzeń dylatacyjnych. Wszelkie odchyłki od instrukcji wykonania i montażu prowadzą do awarii. Montaż urządzeń dylatacyjnych na obiekcie mostowym powinien być wykonany albo przez producenta, albo przez wykonawcę autoryzowanego przez producenta.

dr inż. Krzysztof Germaniuk

Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Literatura

1. Germaniuk K., Zalecenia dotyczące doboru mostowych urządzeń dylatacyjnych oraz ich wbudowania i odbioru, GDDKiA, IBDiM, Warszawa 2007 r.
2. Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-07: Badanie odporności konstrukcji modułowego urządzenia dylatacyjnego na powtarzalne obciążenia dynamiczne.
3. Procedura badawcza IBDiM Nr PB/TM-1/14: Badanie odporności zamocowania nakładek wyciszających w

- jednomodułowym urządzeniu dylatacyjnym na powtarzalne obciążenia dynamiczne.
4. Procedura badawcza IBDiM Nr PB/TM-1/15 (projekt): Badanie odporności palczastych urządzeń dylatacyjnych na powtarzalne obciążenia dynamiczne.
 5. Procedura badawcza IBDiM Nr PB/TM-1/11: Badanie odporności mostowych dylatacji asfaltowych na koleinowanie.
 6. Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TN-2/1: Termoplastyczne zalewy drogowe – Spływność.

Spis norm

7. PN-EN 206:2014-04 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
8. PN-EN 933-1:2012 Badania geometryczne właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania
9. PN-EN 933-3:2012 Badania geometryczne właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
10. PN-EN 933-4:2008 Badania geometryczne właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu
11. PN-EN 1097-2:2010 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
12. PN-EN 1097-6:2011 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
13. PN-EN 1097-8:2009 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 8: Oznaczanie polerowalności kamienia
14. PN-EN 1367-1:2007 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
15. PN-EN 1426:2009 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie penetracji igłą
16. PN-EN 1427:2009 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie temperatury mięknięcia – Metoda Pierścieni i Kula
17. PN-EN 1767:2008 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań – Analiza w podcierwieni
18. PN-EN 10025-2:2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych
19. PN-EN 12593:2009 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Oznaczanie temperatury łamliwości metodą Fraassa
20. PN-EN 13398:2012 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Oznaczanie nawrotu sprężystego asfaltów modyfikowanych
21. PN-EN ISO 868:2005 Tworzywa sztuczne i ebonit – Oznaczanie twardości metodą wciskania z zastosowaniem twardościomierza (twardość metodą Shore'a)
22. PN-ISO 37:2007 Guma i kauczuk termoplastyczny – Oznaczanie właściwości wytrzymałościowych przy rozciąganiu
23. PN-ISO 812:2015-12 Guma – Oznaczanie kruchości w niskiej temperaturze
24. PN-ISO 1431-1:2007 Guma i kauczuk termoplastyczny – Odporność na pęknięcia ozonowe – Badania przy odkształceniu statycznym i dynamicznym
25. PN-B-06250:1988 Beton zwykły
26. PN-B-24005:1997 Asfaltowa masa zalewowa
27. ISO 7619-1:2010 Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of indentation hardness - Part 1: Durometer method (Shore hardness). Guma, kauczuk lub tworzywa termoplastyczne – Oznaczanie twardości – Część 1: Metoda z zastosowaniem twardościomierza (twardość Shore'a)