

mgr inż. Cezary Sternicki*

Prefabrykowane kable sprężające

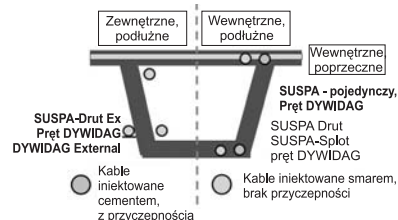
Idea prefabrykowanych kabli bazuje na przeniesieniu części prac, które tradycyjnie wykonywane są na budowie, do zakładu prefabrykacji. Usprawnia to prace montażowe na budowie, pozwala na uzyskanie doskonałej jakości produktów oraz minimalizuje zaangażowanie pracowników na budowie.

Rodzaje systemów sprężania

Systemy sprężania konstrukcji mostowych można podzielić ze względu na:

- **charakter pracy ciągnąca:** systemy sprężania bez przyczepności oraz systemy sprężania z przyczepnością;
- **rodzaj ciągnąca:** prętowe; splotowe; drutowe; z włókien węglowych;
- **sposób wykonania:** systemy montowane na budowie (metoda konwencjonalna) oraz prefabrykowane.

Wymienione systemy mogą mieć różne zabezpieczenia antykorozyjne (np. wosk, smar, cement) oraz być różnie usytuowane w przekroju konstrukcji (rysunek 1).



Rys. 1. Podział systemów sprężania ze względu na położenie

Systemy sprężania bez przyczepności bazują na iniekcji środkiem plastycznym (np. smar lub wosk) i gładkich osłonkach PE. Umożliwiają swobodne wydłużenie ciągną sprężanego. Siła przekazywana jest na konstrukcję przez zakotwienia.

Systemy sprężania z przyczepnością, zazwyczaj stosowane wewnątrz przekroju betonowego, bazują na iniekcji cementowej zapewniającej sztywne połączenia ciągną sprężanego z otaczającą osłonką (np. stalową) i betonem konstrukcji. Siła z ciągną przekazywana jest na konstrukcję po jego długości.

Systemy sprężania DSI wyróżniają się kompleksowością i w związku z tym mogą być stosowane w przypadku każdego sposobu sprężania. Modyfikacja systemów ma na celu lepsze wykorzystanie

właściwości ciągną sprężającego oraz podniesienie jego zalet statycznych. Przykład może stanowić zastosowanie systemu SUSPA-Drut Ex (ETA-07/0186) jako kabla bez przyczepności umieszczonego w przekroju betonowym w celu uzyskania większego ramienia sił wewnętrznych, a tym samym lepszych właściwości statycznych. Kabel ten pozostaje nadal w pełni wymienny i pełni rolę kabla zewnętrznego, przejmując obciążenia użytkowe i uciążlając konstrukcję. W wymienionej klasyfikacji nie uwzględniono systemów wantowych, traktując je jako odmianą kategorię produktów.

Charakterystyka kabli sprężających

Prefabrykowane kable sprężające można ogólnie zdefiniować jako systemy sprężania przygotowane w zakładzie prefabrykacji producenta, gotowe do natychmiastowego wbudowania w konstrukcję. Produkty te są przygotowywane na bazie elementów składowych produkowanych przez właściciela systemu (elementy zakotwienia, rury osłonowe itp.) oraz stali sprężającej dostarczanej przez hutę. Definicji tej odpowiadają następujące systemy oferowane przez DSI (tabela):

- SUSPA-Splot, system kabli sprężających z przyczepnością od 2 do 22 splotów;
- SUSPA-Drut Ex, system sprężania zewnętrznego przy użyciu od 30 do 66 stalowych drutów.

Systemy sprężania DSI dostarczane są na budowę na bębnach lub w zwojach, wraz z zamontowanym zakotwieniem bier-

nym (SUSPA-Splot) lub jest ono montowane na placu budowy (SUSPA-Drut Ex).

Podstawowe zalety **prefabrykowanych kabli sprężających z przyczepnością SUSPA-Splot** (Aprobata ETA-06/0025):

- wykonywane są w zakładzie prefabrykacji → zakładowa kontrola jakości;
- są gotowe do użycia w momencie dostawy → nie ma konieczności wciskania splotów w ostionki;
- nie układa się na budowie osłonek kabli sprężających → całość prac wykonywana jest w jednym kroku przez specjalistyczną firmę sprężającą;
- szybszy przebieg prac montażowych na budowie zgodnie z zasadą „2 w 1”;
- niewielka średnica osłonek kablowych → lepsze statyczne wykorzystanie przekroju oraz niewielkie zużycie cementu.

Zaletą kabli prefabrykowanych jest fabrycznie montowane zakotwienie bierne. Kotwienie splotów odbywa się za pomocą plastycznych zacisków, wykonywanych prasą hydrauliczną w zakładzie prefabrykacji lub na budowie w przypadku takiego zapotrzebowania. W efekcie zakotwienie splotów nie ulega obłuzowaniu podczas transportu oraz nie występuje poślizg na zakotwieniu szczęk.

W przypadku zastosowania kabli prefabrykowanych wyróżnia się następujące kroki:

- prefabrykacja w zakładzie producenta: montaż splotów i zakotwień zgodnie z dokumentacją techniczną;
- transport: dostawa prefabrykatów na plac budowy i rozładunek. Ciężna składająca się z 1 ÷ 12 splotów dostarczane są

Charakterystyka systemów sprężania DSI

Nr aprobaty	Nazwa systemu	Opis	Przyczepność		Zastosowanie		Iniekcja	
			tak	nie	zew.	wew.	smar	cem.
ETA-06/0022	DYWIDAG – Splot	system kabli sprężających z przyczepnością 3 + 37 splotów						
ETA-06/0025	SUSPA-Splot	system kabli sprężających z przyczepnością 2 + 22 splotów						
ETA-05/0123	DYWIDAG – pręty sprężające	pręty sprężające średnicy $\varnothing 26,5 + 40$ (47) mm gwintowane i gładkie 32, 36 mm; siła 950/1050 N/mm ²						
ETA-03/0036	SUSPA – kabel pojedynczy	system sprężania kablami pojedynczymi, 1 + 5 splotów						
ETA-07/0186	SUSPA-Drut Ex	system sprężania zewnętrznego przy użyciu 30 + 66 stalowych drutów						
ETA-09/0068	DYWIDAG – External	system sprężania zewnętrznego 3 + 37 splotów						

* DYWIDAG-Systems International sp. z o.o. (DSI)

na bębnach \varnothing 150 cm, natomiast cięgna zawierające co najmniej 15 splotów na bębnach \varnothing 180 cm. Transport poziomy i pionowy powinien mieć udźwig ok. 2,5 t;

■ montaż kabli na budowie:

– zbrojenie ustroju powinno być tak przygotowane, aby można było rozwinać kabel ze szpuli i ułożyć w miejscu przeznaczenia (fotografia 1); belka – strzemiona otwarte górą, płyta – bez górnej siatki;



Fot. 1. Układanie prefabrykowanych kabli sprężających na obiekcie WA20 i WA22A' w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia

– rozwinięcie kabla za pomocą urządzenia do rozwijania (fotografia 2), zamocowanie zakotwienia biernego w szalunku, montaż zakotwienia czynnego na kablu sprężającym;



Fot. 2. Urządzenie do rozwijania kabli prafabrykowanych

– zamknięcie zbrojenia;

– betonowanie płyty;

– sprężenie kabli, ewentualnie przesunięcia rusztowań i wykonanie iniekcji.

Zastosowanie kabli prefabrykowanych nawiniętych na bębny niesie ze sobą wiele korzyści i ułatwień na etapie wykonawstwa. Można je łatwo i wygodnie składować na placu budowy. W przypadku realizacji obiektów w technologii rusztowań przejezdnych lub nasuwania, z kablami uciągającymi przechodzącymi z jednego odcinka w drugi, zastosowanie kabli rozwijanych ze szpuli pozwala na sprawną realizację kolejnych odcinków obiektu szczególnie w warunkach miejskich.

W wyniku stosowania kabli prefabrykowanych eliminuje się niedokładności wykonania prac na placu budowy i przyspiesza wykonanie ustroju. Obecnie kable te są stosowane na kilku budowach w Polsce (fotografia 3).



Fot. 3. Przygotowanie kabli w celu przesunięcia rusztowań na kolejny odcinek. Autostrada Obwodnica Wrocławia; obiekt WA20

Podstawowe zalety **prefabrykowanych kabli sprężających zewnętrznych SUSPA-Drut Ex** (Aprobata ETA-07/0186):

■ ochrona antykorozyjna w postaci smaru trwale plastycznego wykonana w zakładzie prefabrykacji → brak iniekcji cementowej i związanych z nią utrudnień (oszczędność wody, cementu, mniejsza pracochłonność na budowie, brak zabrudzeń płyty i zakotwień);

■ smar trwale plastyczny jest niewrażliwy na niską temperaturę → możliwość prowadzenia prac zimą bez konieczności podejmowania dodatkowych środków zabezpieczających;

■ kable dostarczane są na budowę jako gotowe do użycia (zainiektowane sploty w osłonkach) → szybszy przebieg prac montażowych;

■ spęczane główki kotwiące sploty gwarantują stałość zakotwienia niezależnie od siły w kablu;

■ dewiatory z HDPE umożliwiają wygodny montaż;

■ do naciągu kabli stosowane są lekkie prasy ułatwiające manewrowanie w skrzyni ustroju.

Budowę zakotwienia czynnego Ex-54 prefabrykowanego kabla zewnętrznego przedstawiono na fotografii 4. Sprężenie kabla następuje przez wkręcenie pręta o wysokiej wytrzymałości w tuleję naciagową, przyłożenie prasy sprężającej i naciągnięcie, natomiast blokowanie zakotwienia przez dokręcenie nakrętki wsporczej.

Główkowy sposób kotwienia poszczególnych cięgien został opracowany w 1949 r.



Fot. 4. Budowa zakotwienia czynnego Ex-54 prefabrykowanego kabla zewnętrznego

przez inżynierów Rosa, Vogta, Brandestini i Birkenmaiera, a następnie dostosowany do zastosowania jako kabel zewnętrzny oraz wypróbowany na licznych budowach na świecie przez firmę DSI (wcześniej SUSPA oraz SUSPA-DSI), czego efektem było uzyskanie Aprobaty Europejskiej na ten produkt. Sposób kotwienia za pomocą główek spęczanych to *jedyny system kabli wielodrutowych, jaki wytrzymał próbę czasu*... [Ajdukiewicz A., Mames J.: *Konstrukcje z betonu sprężonego*].

Istotnym elementem systemu są **lekkie dewiatory zbudowane z twardego polietylenu (HDPE)**. Ułatwiają montaż bloków na zagięciach tras kabli, szczególnie w ustrojach skrzynkowych. Przed ułożeniem zbrojenia montowana jest rura przeciskowa z HDPE, a następnie blok jest zbrojony i betonowany. W kolejnym etapie kabel sprężający jest przeciskany przez ustrój nośny. Wykonanie zagięcia trasy kabla polega na włożeniu dwóch połówek dewiatora (półskorupy) w rurę przeciskową. Dewiatory (fotografia 5) wyposażone są we wkładki neoprenowe, aby nie ograniczać wydłużeń kabla sprężającego. Prefabrykacja kabli pozwala na uzyskanie gotowego cięgna, eliminującego iniektowanie na budowie, które jest montowane w deskowaniu, tak jak pręty zbrojenia biernego. Dodatkową zaletą systemu jest podwyższenie parametrów technicznych wykonanego produktu i zapewnienie większej kontroli jakości.



Fot. 5. Przykład zastosowania dewiatorów systemu SUSPA Drut Ex

Wymienione zalety, a szczególnie stosowanie główkowego systemu zakotwienia i specjalnej budowy gwintowanej głowicy naciagowej, jak również iniekcji w postaci smaru antykorozyjnego, umożliwiają swobodną wymianę kabla. Oznacza to, że w dowolnej chwili kabel może być dopreżony lub naciąg odpuszczony w celu wymiany cięgna. Tego typu rozwiązanie jest obligatoryjnie stosowane w krajach Europy Zachodniej, szczególnie w Niemczech.

Kable systemu SUSPA-Drut Ex stosowane są do: wzmacniania istniejących obiektów, jako odciąg lub podwieszenia montażowe oraz w mostach typu extra-dosed.

DYWIDAG-Systems International Sp. z o.o.
Post-Tensioning Systems
ul. Przywidzka 4/68
80-174 Gdańsk, Polska
Phone +48 58 300 13 53
Fax +48 58 300 13 54
E-mail dsi-polska@dywidag-systems.com

DYWIDAG-Systems International Sp. z o.o.
Geotechnical Systems
ul. Bojowników o Wolność i
Demokrację 38/121
41-506 Chorzów, Polska
Phone +48 32 241 09 98
Fax +48 32 241 09 28
E-mail dsi-polska@dywidag-systems.com

Uwaga:

Celem niniejszej broszury jest realizowanie tylko i wyłącznie celów informacyjnych. Wszelkie dane techniczne i informacje zawarte w niniejszym dokumencie nie mogą zostać uznane jako bezwzględnie wiążące i podlegają prawu do wprowadzenia zmian bez konieczności wcześniejszego powiadomienia ze strony podmiotu odpowiedzialnego. Oświadczamy, iż nie ponosimy jakiegokolwiek odpowiedzialności za szkody lub straty powstałe na skutek zastosowania zawartych w niniejszej broszurze danych technicznych, ani też za jakiegokolwiek przypadki zastosowania produktów przedstawionych w niniejszym dokumencie niezgodnie z celem ich przeznaczenia. W przypadku konieczności zasięgnięcia dodatkowych informacji dotyczących niniejszych produktów służymy pomocą.

AUSTRIA
ARGENTINA
AUSTRALIA
BELGIUM
BOSNIA AND HERZEGOVINA
BRAZIL
CANADA
CHILE
COLOMBIA
COSTA RICA
CROATIA
CZECH REPUBLIC
DENMARK
EGYPT
ESTONIA
FINLAND
FRANCE
GERMANY
GREECE
GUATEMALA
HONDURAS
HONG KONG
INDONESIA
ITALY
JAPAN
KOREA
LEBANON
LUXEMBOURG
MALAYSIA
MEXICO
NETHERLANDS
NORWAY
OMAN
PANAMA
PARAGUAY
PERU
POLAND
PORTUGAL
QATAR
SAUDI ARABIA
SINGAPORE
SOUTH AFRICA
SPAIN
SWEDEN
SWITZERLAND
TAIWAN
THAILAND
TURKEY
UNITED ARAB EMIRATES
UNITED KINGDOM
URUGUAY
USA
VENEZUELA