

AWARIA KABLA SPRĘŻAJĄCEGO ESTAKADY DROGOWEJ. PRZYCZYNY I SKUTKI ¹

Arkadiusz MADAJ, Katarzyna MOSSOR, Wojciech SIEKIERSKI
Politechnika Poznańska

Współczesne wielopręśłowe ustroje ciągle wykonywane są często z betonu sprężonego. W przypadku dużych rozpiętości przeseł stosuje się dźwigary skrzynkowe jednokomorowe, a montaż odbywa się poprzez nasuwanie podłużne. W taki sposób wykonano estakady dojazdowe do mostu przez rzekę Wartę w Koninie. Po 10 latach eksploatacji w jednej z estakad stwierdzono awarię wielosplotowego kabla sprężającego polegającą na zerwaniu wszystkich splotów. Przeprowadzono badania konstrukcji, przegląd dokumentacji projektowej i powykonawczej oraz badania laboratoryjne stali sprężającej i iniektu oraz analizę statyczno-wytrzymałościową. Stwierdzono, że bezpośrednią przyczyną zerwania kabla była korozja wżerowa. Przeprowadzone badania wykazały, że jej przyczyną była technologia sprężania (zabezpieczenie kabla przed korozją). W szczególności były to: zastosowanie złej jakości iniektu, z dużą ilością dodatku napowietrzającego, niecałkowite wypełnienie iniektem kanałów kablowych oraz niewystarczająca liczba i źle rozmieszczone wentyle odpowietrzające. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano wniosek, że wystąpienie podobnej awarii prawdopodobne jest w odniesieniu do pozostałych kabli użytych do budowy estakady. W oparciu o przeprowadzoną analizę statyczno-wytrzymałościową ustalono, że ewentualna awaria innego kabla dotycząca tego samego przeseła stworzy zagrożenie katastrofą. Opisany przypadek awarii kabla sprężającego wskazuje na kluczową rolę prawidłowej iniekcji kanałów kablowych w celu zabezpieczenia kabli przed korozją.

Słowa kluczowe: konstrukcja sprężona, stal sprężająca, korozja.

1. WPROWADZENIE

Cechą charakterystyczną konstrukcji sprężonych jest to, że awaria kabli sprężających (zerwanie) następuje z reguły bez wcześniejszej sygnalizacji. Niezależnie od typu konstrukcji sprężonej, ciągną sprężające są przeważnie niewidoczne (ukryte w przekroju betonowym lub w nieprzezroczystych osłonach, np. z tworzywa sztucznego). Istnieją pośrednie metody oceny stanu cięgien sprężających, lecz są one mało skuteczne, szczególnie w przypadku konstrukcji kablo-

¹ DOI 10.21008/j.1897-4007.2018.26.09

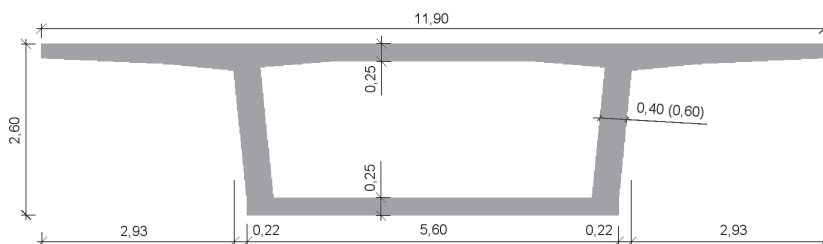
betonowych, w których osłona skutecznie uniemożliwia ocenę stanu kabla. W referacie autorzy przedstawiają przykład awarii (zerwania) kabla sprężającego (tzw. swobodnego, umieszczonego wewnątrz przekroju poprzecznego przęsła – skrzynki) w wieloprzęsłowej estakadzie, zaledwie po ok. 10 latach eksploatacji. Zerwanie kabla nastąpiło bez wcześniejszej sygnalizacji, pomimo regularnego (corocznego) przeglądu konstrukcji.

2. OPIS KONSTRUKCJI PRZESEŁ MOSTU

Estakada, w której doszło do awarii (zerwania) jednego z kabli, stanowi część przeprawy przez Wartę w Koninie, usytuowanej w ciągu drogi krajowej nr 25. Obiekt składa się z mostu przez Wartę oraz dwóch estakad dojazdowych - północnej i południowej, położonych po obu stronach mostu. Droga na obiekcie jest dwujezdniowa. W przekroju poprzecznym są dwie niezależne konstrukcje, pod każdą jezdnię. Cała przeprawa ma ok. 2 km długości. Do awarii kabla doszło w estakadzie znajdującej się po stronie zachodniej mostu, w jezdni wschodniej.

Schematem statycznym ustroju nośnego estakady, w której doszło do awarii, jest ośmioprzęsłowa belka ciągła o rozpiętości przęsła: $35,2+6\times 60,0++52,2=454,4$ m. Dźwigar główny ma przekrój skrzynkowy, jednokomorowy (rys. 1). Wysokość dźwigara głównego jest stała na całej długości i równa 260 cm. Szerokość skrzynki u dołu wynosi 560 cm, a u góry – 604 cm. Wsporniki mają wysięg 293 cm.

Ściany boczne skrzynek są pochylone. Zasadnicza grubość ścian bocznych wynosi 40 cm, która w przekrojach przyporowych została zwiększona do 60 cm. W środku rozpiętości między ściankami grubość górnej płyty (pomostu) wynosi 25 cm. Wsporniki mają grubość, odpowiednio, na końcu 21 cm, a w miejscu zamocowania w ścianach skrzynki – 40 cm. Grubość pokładu dolnego wynosi 25 cm. Górna płyta skrzynki ma pochYLENIE dostosowane do pochYLENIA jezdni, dolna natomiast jest pozioma.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny dźwigara głównego

W przekroju poprzecznym dźwigar podparty jest na dwóch łożyskach w rozstawie osiowym 450 cm. Nad podporami skrajnymi zaprojektowano poprzeczni-

ce w postaci tarczy o grubości 120 cm. Poprzecznice nad filarami są konstrukcjami ramownicowymi (tarcze z otworami).

Płytę górną i wsporniki sprężono poprzecznie pojedynczymi splotami odmiany 1860 MPa, o przekroju nominalnym 150 mm².

Estakada została wybudowana w technologii nasuwania podłużnego. Ustrój podzielono na 14 segmentów montażowych o długości 30 m każdy (pierwszy segment 20,8 m). Ostatnie przęsło zostało wykonane na rusztowaniu stacjonarnym. Na obciążenia montażowe przewidziano sprężenie osiowe, zlokalizowane w górnych i dolnych ścianach skrzynki (kable 7- i 13-splotowe). Jako sprężenie docelowe zaprojektowano tzw. kable swobodne, umieszczone we wnętrzu skrzynki (31-splotowe o trasach łamanych oraz 13-, 19- i 25-splotowe, prostoliniowe w przęsłach i nad filarami). Przekrój jednego splotu wynosi 150 mm², a jego nominalna wytrzymałość na zerwanie $\sigma=1860$ MPa. Analiza zachowanej dokumentacji wykazała, że sploty były naprężane do ok. 77% ich wytrzymałości na zerwanie, przy czym w analizie nie uwzględniano wzrostu siły w kablach swobodnych pod wpływem obciążeń zewnętrznych (EC2 zaleca, by w sytuacji nieprowadzenia szczegółowych obliczeń, przyjąć, że pod wpływem obciążeń zewnętrznych następuje przyrost naprężeń w ciągu o $\Delta\sigma = 100$ MPa).

Segmenty były sprężane sukcesywnie, przed wykonaniem wysunięcia ze stanowiska montażowego. Sprężenie docelowe przewidywano po zakończeniu procesu budowy (nasuwania), jakkolwiek w praktyce realizowane ono było częściowo jeszcze przed całkowitym zakończeniem procesu nasuwania przęsła.

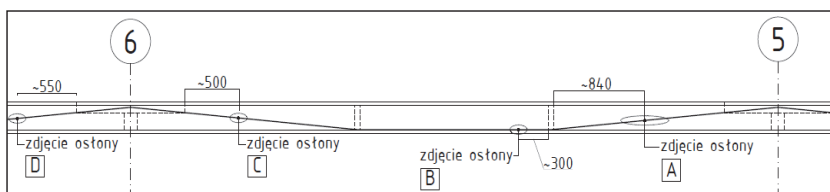
3. OPIS AWARII – ZERWANIE KABLA SPRĘŻAJĄCEGO

W miejscu oznaczonym „A” na rys. 3 (przęsło 5) nastąpiło zerwanie 25 z 31 splotów (rys. 2) tworzących kabel sprężający. Pozostałe sploty uległy zerwaniu w innym miejscu, a w miejscu zerwania splotów na skutek korozji („A” na rys. 3) nastąpiło ich rozplecenie, które spowodowało spęcznienie osłony. Analiza stanu splotów w miejscu zerwania wykazała, że bezpośrednią przyczyną ich zerwania była korozja wżerowa (pitting) (rys. 4 i 5).

Po zerwaniu kabla i jego dekompresji, uszkodzona została osłona i odsłonięte zostały fragmenty kabla, w których brak było wypełnienia iniektem osłony kabla (rys. 6).



Rys. 2. Widok kabla w miejscu zerwania po usunięciu osłony poliuretanowej – pierwsza odkrywka liczona od podpory 5 (oznaczenia „A” rys. 3)



Rys. 3. Przebieg trasy swobodnego kabla 31-jedno splotowego, wraz z lokalizacją miejsc, w których dokonano usunięcia osłony uszkodzonego kabla, w celu dokonania oceny stanu; literą „A” oznaczono miejsce zerwania kabla (odległości [cm] mierzone od krawędzi dewiatorów, numerami oznaczono osie podpór, kabel zakotwiony za podporą „5” i „7”)



Rys. 4. Wżery korozyjne na drutach splotu



Rys. 5. Zerwane pojedyncze sploty



Rys. 6. Fragment kabla bez wypełnienia iniektem.

Po zlokalizowaniu miejsca zerwania kabla, wykonano kilka dodatkowych odkrywek – usunięto osłonę z rury PCV. Stwierdzono, że w wielu miejscach iniekt był wilgotny, o strukturze ziarnistej. Stwierdzono również lokalnie wyraźnie zróżnicowaną strukturę iniektu w przekroju kabla (rys. 7 i 8). W górnej części przekroju iniekt miał barwę o odcieniu żółtym i o niskiej wytrzymałości (łatwo się kruszył). W dolnej części przekroju iniekt miał białą barwę i wyraźnie większą wytrzymałość.



Rys. 7. Wygląd iniektu uszkodzonego kabla. Iniekt o odcieniu żółtym w górnej części kabla, o małej wytrzymałości i niezwartej strukturze



Rys. 8. Wygląd iniektu uszkodzonego kabla. Zaznaczony elipsą obszar – iniekt o odcieniu żółtym, o małej wytrzymałości i niezwartej strukturze

Po usunięciu iniektu w miejscach odkrywek, stwierdzono ponadto występowanie na wielu splotach ognisk korozji (rys. 9, 10).

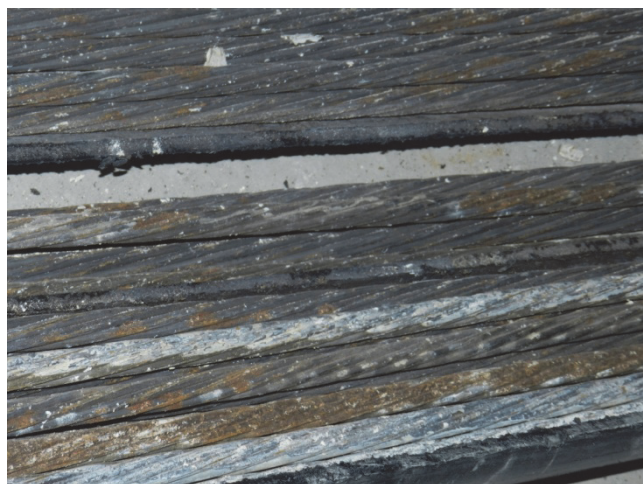


Rys. 9. Ogniska korozji w miejscach usuniętej osłony i iniektu



Rys. 10. Ogniska korozji splotów – widoczne po usunięciu iniektu

Po demontażu uszkodzonego kabla i usunięciu osłony dokonano oceny stanu całego 130-metrowego kabla. Na ponad 70% długości kabla stwierdzono występowanie ognisk korozyjnych (rys. 11)



Rys. 11. Korozja splotów nad po usunięciu osłony i iniektu (kanał kablowy tylko w części wypełniony iniektem).

Przeprowadzone badania makroskopowe pozostałych kabli swobodnych (nie zerwanych) wykazały, że na kilku odcinkach kabli jest całkowity brak wypełnienia osłon kabli, a na znacznych odcinkach brak całkowitego wypełnienia osłon kabli. Na możliwość niepełnego wypełnienia osłon kabli wskazuje rów-

nież analiza protokołów sprężania, z której wynika, że w osłony wtłoczono o ok. 5-6% mniej zaczynu, niż wynikałoby to z obliczeń teoretycznych. Brakom pełnego wypełnienia osłon kabli sprzyjać mógł przyjęty sposób wypełnienia osłon (tłoczenie zaczynu od strony jednej z głowic) oraz prawie całkowity brak wentyli odpowietrzających na 130-metrowych odcinkach kabli.

4. BADANIA INIEKTU I SPLOTÓW

4.1 Zakres badań

Poza makroskopową oceną stanu kabla, wykonano badania laboratoryjne iniektu oraz stali splotów tworzących kabel sprężający. W badaniach skoncentrowano się na ocenie jakości iniektu i stali sprężającej w miejscu powstałego uszkodzenia. W ramach badań sprawdzono, czy w iniektie występują chlorki oraz przeprowadzono badania struktury iniektu i stali sprężającej.

4.2 Badanie iniektu

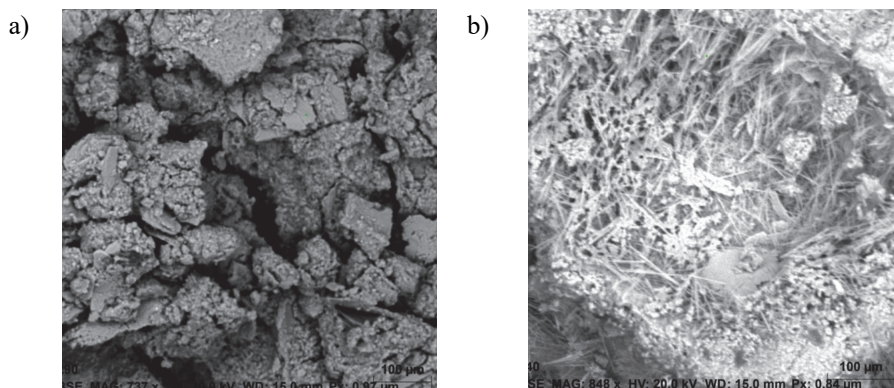
Wykonano badania próbek pobranych z trzech miejsc zerwanego kabla. Próbki te poddano badaniom makroskopowym i chemicznym, a także badaniom w mikroskopie skaningowym.

Stan badanych próbek iniektu był zróżnicowany. W miejscu, w którym wystąpiła silna, wżerowa korozja i zerwana została przeważająca liczba splotów, zaczyn cementowy miał postać luźnej, niezwiązanej mieszaniny cząstek (grudek). Materiał w chwili pobrania był wilgotny i rozpadał się w dłoniach na drobniejsze cząstki. W pozostałych miejscach iniekt był pokruszony, ale grudki miały zwartą postać. Pokruszenie iniektu było spowodowane prawdopodobnie efektem działania przemieszczającego się w chwili zerwania kabla sprężającego. W pozostałych badanych miejscach iniekt był również wilgotny.

Badania przy wykorzystaniu mikroskopu skaningowego wykazały wyraźne zróżnicowanie struktury iniektu. Próbka pobrana w miejscu zerwanego kabla wykazywała strukturę wskazującą na brak prawidłowej krystalizacji cementu (rys. 12a). Wskazuje to prawdopodobne zaburzenia w procesie wiązania cementu. W pozostałych próbkach stwierdzono strukturę charakterystyczną do związanego cementu (rys. 12b).

Wszystkie pobrane próbki miały pH w przedziale od 12,2 do 12,5, a więc odczyn silnie zasadowy. Iniekt nie jest więc skarbonatyzowany. Stal w takim środowisku ulega pasywacji.

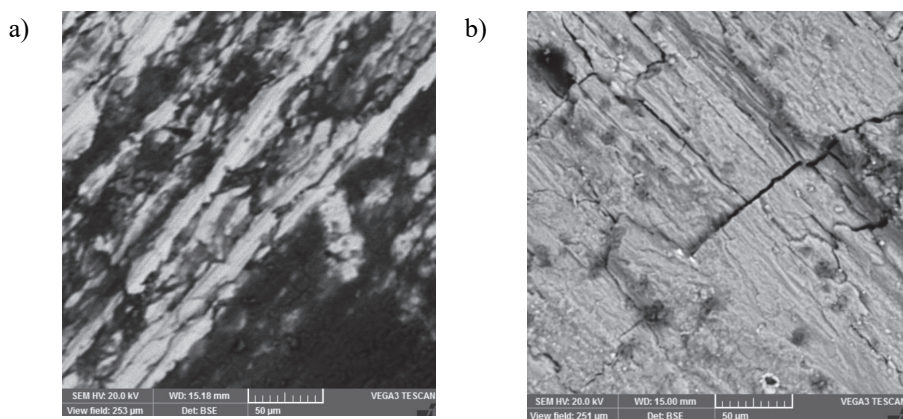
W żadnej z badanych próbek zaczynu nie twierdzono obecności chlorków.



Rys. 12. Zdjęcie pod mikroskopem iniektu a) w miejscu korozji kabli
b) na odcinkach nie skorodowanego kabla

4.3 Badania splotów sprężających

Na rys. 13 pokazano zdjęcie pod mikroskopem elementu splotu (drutu). Badaniom poddano druty z miejsca bez uszkodzenia (a) oraz z miejsca, w którym wystąpiły uszkodzenia korozyjne (b). Na rys. 13 b widoczne są spękania włókien drutu pobranego z miejsca, w którym stwierdzono uszkodzenie korozyjne.



Rys. 13. Zdjęcie pod mikroskopem drutu pobranego ze splotu kabla sprężającego
a) w miejscu bez objawów korozji b) na odcinkach z objawami korozji

5. PRZYCZYNY ZERWANIA KABLA SPRĘŻAJĄCEGO

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że bezpośrednią przyczyną zerwania kabla była korozja wżerowa splotów, tzw. pitting. W miejscu, w którym doszło do zerwania splotów składających się na kabel, stwierdzono ogniska korozji na odcinku ok. 3,0 m. W miejscu tym iniekt nie miał zwartej

struktury i był pokruszony (rys. 12a). Ponadto iniekt w tych miejscach był wilgotny. Badania chemiczne iniektu pobranego z miejsca zerwania kabla wykazały, że ma on odczyn silnie zasadowy, co nominalnie powinno prowadzić do pasywacji stali i zabezpieczać ją przed korozją. W iniektcie nie stwierdzono również występowania chlorków (patrz pkt. 4.2).

W oparciu o przeprowadzone badania oraz studia literaturowe przyjęto hipotezę, że przyczyną wystąpienia korozji wżerowej było powstanie mikroogniów galwanicznych [1, 9]. Do powstania mikroogniów przyczyniło się napowietrzenie iniektu (efekt niestaranego odpowietrzenia zaczynu), co doprowadziło do powstania tzw. obszarów anodowych i katodowych oraz jego zawilgocenie (zapewnienie przewodnictwa elektrycznego). Do takiej polaryzacji powierzchni stali sprężającej mogły również doprowadzić zanieczyszczenia spłotów, powstałe przed ich wbudowaniem. Do zwiększonej ilości powietrza w zaczynie mogła przyczynić się, poza brakiem starannego odpowietrzenia, duża ilość dodatku Tricosal 183, w którym jako środek ekspansywny występuje aluminium. Do zawilgocenia iniektu przyczyniło się prawdopodobnie przewodnienie zaczynu, w efekcie nie cała woda weszła w reakcję z cementem, a jej nadmiar nie mógł odparować z uwagi na szczelność osłony kabli [2, 3, 8].

W przypadku polaryzacji powierzchni stali, w obecności wilgoci zawartej w iniektcie (w obecności elektrolitu) dochodzi do przepływu prądu pomiędzy anodą i katodą i następuje korozja obszarów anodowych [7]. Hipotezę o takiej przyczynie uszkodzeń kabla potwierdzają ogniska korozji stwierdzone poza miejscem zerwania kabla. Jak wykazują badania, z punktu widzenia powstawania ognisk korozji bardziej korzystny jest całkowity brak iniektu, gdy kabel (stal sprężająca) znajduje się w środowisku gazowym (w powietrzu) niż w środowisku niestaranie wykonanego iniektu. W środowisku gazowym procesy korozyjne przebiegają wolniej, szczególnie gdy ograniczony jest dopływ wilgoci (szczelne osłony kablone), niż w środowisku sprzyjającym powstawaniu ognisk galwanicznych [4]. Potwierdził to stan powierzchni spłotów w miejscach, w którym kanały nie były całkowicie wypełnione iniektem. W miejscach tych stwierdzono jedynie występowanie korozji równomiernej, bez wyraźnych ognisk korozyjnych (wżerów).

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że w wyniku korozji następuje nie tylko zmniejszenie przekroju spłotów, ale jak wykazują badania, korozja stali sprężającej przyczynia się do obniżenia wytrzymałości stali oraz obniżenie granicznych wydłużeń przy zerwaniu [5, 6].

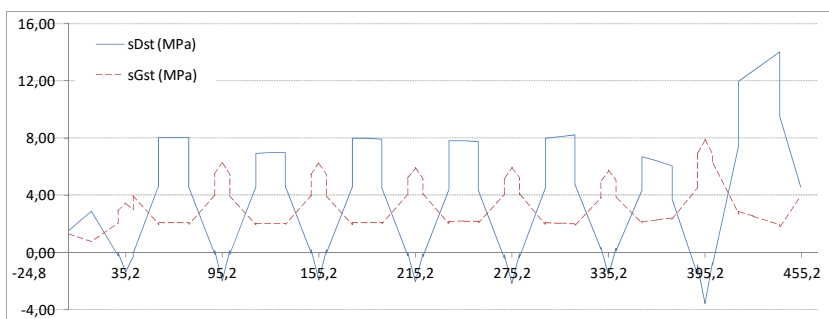
6. ZMIANA EFEKTÓW SPRĘŻENIA WSKUTEK AWARII

Analizę przeprowadzono metodą elementów skończonych w środowisku programu Robot. Model obliczeniowy utworzono z elementów prętowych, które usytuowano w osi dźwigara skrzynkowego. Dane geometryczne i materiałowe

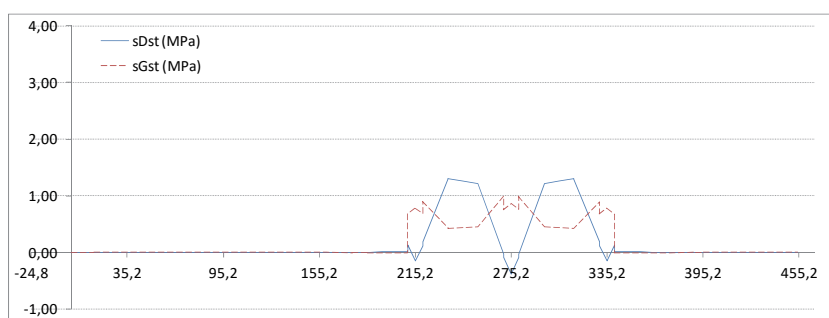
przyjęto wg dokumentacji projektowej. Uwzględniono obciążenia stałe i zmienne wg danych projektowych.

Model sprężenia przyjęto w formie układu sił skupionych i momentów zginających przyłożonych do węzłów usytuowanych zgodnie z lokalizacją zakotwień i dewiatorów. Węzły te połączono w sposób sztywny z węzłami należącymi do elementów modelujących ustrój nośny przęsła, usytuowanymi w zgodnych przekrojach poprzecznych. W obliczeniach uwzględniono straty sprężenia.

Na rys. 14 pokazano wykres naprężeń normalnych w włóknach skrajnych powstałych w efekcie sprężenia kablami zewnętrznymi, a na rys. 15 – zmniejszenie tych naprężeń wskutek zerwania kabla. Wartości na osi poziomej opisują lokalizację podpór. Po uwzględnieniu strat sprężania zmniejszenie efektów działania siły sprężającej w przęsle i nad podporą w konsekwencji zerwania kabla mieści się w przedziale 15÷20% odpowiednich efektów sprężenia kablami zewnętrznymi. Odpowiada to około 13% całkowitych efektów sprężenia.



Rys. 14. Naprężenia normalne w skrajnym włóknie dolnym (sDst) i górnym (sGst) w efekcie sprężenia kablami zewnętrznymi; znakowanie: „+” – ściskanie



Rys. 15. Zmniejszenie („utrata”) efektu sprężenia w skrajnym włóknie dolnym (sDst) i górnym (sGst) wskutek zerwania kabla; znakowanie „+” – ściskanie

Wobec stwierdzonego złego ogólnego stanu kabli sprężających, oszacowano także skutki zerwania kolejnego kabla. Wykazano, że zerwanie kolejnego kabla krzywoliniowego w tym samym przęsle spowodowałoby zmniejszenie naprężeń

od sprężenia zewnętrznego łącznie o około 35%, tak w przeszle jak i nad podporą. Odpowiada to około 25% całkowitych efektów sprężenia. Stan taki uznano za stwarzający realne zagrożenie wystąpieniem katastrofy.

Przedstawiony przypadek ilustruje konsekwencje awarii kabla złożonego z dużej liczby splotów. Do realizacji sprężenia użyto w przeszle, w którym wystąpiła awaria, łącznie 14 kabli, w tym 8 wewnętrznych i 6 zewnętrznych. Wśród kabli wewnętrznych były cztery 7-splotowe i cztery 13-splotowe, a wśród kabli zewnętrznych – dwa 19-splotowe oraz cztery 31-splotowe. Ze względu na duże zróżnicowanie liczby splotów w poszczególnych kablach wskutek awarii 7% armatury sprężającej (1 z 14 kabli) nastąpiła utrata 13% sprężenia. Dodatkowo, ze względu na zastosowane rozmieszczenie kabli w przekroju podłużnym, skutki awarii dotyczyły dwóch sąsiednich przęseł – awarii uległ kabel poprowadzony przez dwa przęsła, o długość 130 m.

7. PODSUMOWANIE

Badania oraz wnioski z analizy studiów piśmiennictwa z tego zakresu wskazują na kluczową rolę prawidłowej iniekcji kanałów kablowych, gwarantująca zabezpieczenia kabli przed korozją. W konsekwencji przekłada się to na trwałość i nośność konstrukcji sprężonych. W tym kontekście zwraca się uwagę na wymóg zachowania prawidłowego składu zaczynu stosowanego do iniekcji oraz przestrzegania podstawowych zasad związanych procedurą iniekcji: kontrola składników materiałów stosowanych do iniekcji i jakości zaczynu (rodzaj materiałów i ich ilość, konsystencja zaczynu) oraz prowadzenie iniekcji w sposób gwarantujący skuteczne wypełnienie kanałów kablowych oraz ich prawidłowe odpowietrzenie [1].

W przypadku stosowania kabli wielosplotowych o znacznie zróżnicowanej liczbie splotów należy liczyć się z tym, że ewentualna awaria kabla złożonego z dużej liczby splotów może spowodować nieproporcjonalną utratę efektów sprężenia – naprężeń wywołanych sprężeniem. Może to decydować o możliwości bezpiecznego użytkowania obiektu do chwili wymiany uszkodzonego kabla. Rozważając rozmieszczenie i rodzaj kabli należy dążyć do minimalizowania ewentualnych skutków awarii pojedynczych kabli – do zachowania odpowiedniej rezerwy nośności. Zaleca się również, by stosować większą ilość kabli o mniejszej nośności.

Innym istotnym wnioskiem wynikającym z opisanej awarii jest konieczność zwrócenia uwagi na stan istniejących obiektów sprężanych w technologii kablobetonu. Ilość obiektów realizowanych w tej technologii w ostatnich kilkudziesięciu latach sugeruje, że, co wynika z ogólnych praw statystyki, problem ten może pojawić się w innych obiektach. Tym bardziej, że jak wykazują wnioski z analizy piśmiennictwa, nie jest to tylko problem dotyczący tylko Polski [1].

LITERATURA

1. ACI 222.2R-01, Corrosion of Prestressing Steels, ACI Committee 222, American Concrete Institute 2001.
2. Fumin L., Yingshu Y., Chun-Qing L., *Corrosion propagation of prestressing steel strands in concrete subject to chloride attack*, Construction and Building Materials 25/2011, str. 3878-3885.
3. Bruce S. M., McCarten P. S., Freitag S. A., Hasson L. M., *Deterioration of prestressed concrete bridge beams*, Land Transport New Zealand Research Report 337 2008.
4. Hutchison M. J., *Corrosion of post-tensioning strands in ungrouted ducts – unstressed condition*, Graduate Theses and Dissertations, University of South Florida 2013.
5. Lu Z.-H., Li F., Zhao Y.-G., *An investigation of degradation of mechanical behavior of prestressing strands subjected to chloride attacking*, 5th International Conference on Durability of Concrete Structures, Shenzhen University, China 2016.
6. Anderson M., Oliva M., Tejedor I., *Corrosion Protection and steel-concrete bond improvement of prestressing strand*, CFIRE Report 05-12, 2012.
7. Madaj A., Wołowicki W., *Budowa i utrzymanie mostów*, WKiŁ, Warszawa 2007.
8. Moawad M., El-Karmoty H, El Zanaty A: *Behavior of corroded bonded fully prestressed and conventional concrete beams*. Housing and Building National Research Center HBRC Journal, January 2016.
9. Nurberger U.: *Corrosion Induced Failures of Prestressing Steel*, Otto Graf Journal, vol. 13, 2012.

**FAILURE OF PRESTRESSING CABLE OF A TRESTLE BRIDGE.
CAUSES AND EFFECTS****Summary**

Contemporary multi-span continuous bridge structures are made from prestressed post-tensioned concrete. In the case of long spans single-cell box girders and sliding assembly technique are used. Such structures were built as trestle bridges approaching main bridge structure crossing the Warta river in Konin. After 10-year service in one of the trestle bridges a failure of a multi-strand prestressing cable was found, namely breaking of all cable strands. The following research was carried out: testing in situ, study of design and erection documentation, laboratory tests of prestressing steel and grout, static-strength analysis. It was found that pitting was the direct reason of the failure. It was caused by inappropriate prestressing technology, namely: usage of bad quality grout that was too reach in airing admixture, incomplete filling of cable ducts with grout and insufficient number and inappropriate layout of ventilation ducts. On the basis of in situ inspection it was concluded that occurrence of similar failure is probable also for other cables in the trestle bridge. Based on the static-strength analysis it was established that similar failure of a cable concerning the same span poses a serious threat to the safety of the structure. The described case of prestressing cable failure shows the significance of correct cable duct grouting for protection of cables against corrosion.

