

dr inż. Janusz Kubiak*
 dr inż. Aleksy Łodo*
 dr inż. Jarosław Michalek*

Strunobetonowe słupki sadownicze

Pre-tensioned prestressed concrete columns for fruit culture

Streszczenie. W artykule przedstawiono konstrukcje i dane techniczne strunobetonowych słupków sadowniczych przeznaczonych do podtrzymywania koron drzewek i siatek przeciwnogradowych w sadach. Opisano technologię produkcji słupków na torze naciagowym o długości 64 m. Podano optymalne rozstawy słupków w sadach bez siatek i z siatkami przeciwnogradowymi.

Słowa kluczowe: strunobeton, słupki sadownicze, prefabrykacja.

Abstract. The structures and technical data of pre-tensioned concrete poles for fruit culture were presented in the paper. They are applied as supporting structures for trees and anti-hail nets in orchards. The technology of manufacturing on a tension track of length of 64 m was described. Optimum poles spacing in orchards with and without anti-hail nets was given.

Keywords: pre-tensioned prestressed concrete, fruit cultures poles, prefabrication.

W sadach z karłowatymi drzewkami (np. jabłoni i gruszy) gałęzie z owocami muszą być podtrzymywane drutami rozpiętymi na słupkach drewnianych lub z betonu o wysokości 3,0 m n.p.t. w rozstawie co 6 ÷ 8 m [1 ÷ 3]. W celu ograniczenia uszkodzeń owoców przez grad coraz częściej w sadach montuje się na takich słupkach, ale o wysokości 4,0 m n.p.t., **siatki przeciwnogradowe** w systemie tradycyjnym (fotografia 1), płaskim (fotografia 2) lub krzyżowym [4, 10, 11].

W **systemie tradycyjnym** siatki przeciwnogradowe wiszą na drutach $\varnothing 4$ mm



Fot. 1. System tradycyjny siatek na słupkach drewnianych [Fot. D. Labanowska-Bury]



Fot. 2. System płaski siatek na słupkach strunobetonowych [Fot. D. Labanowska-Bury]

* Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

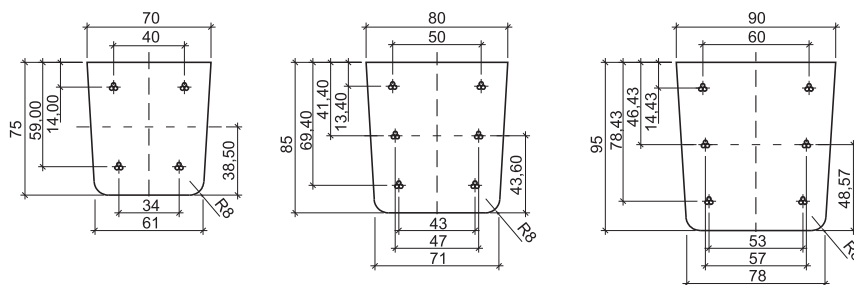
rozpiętych na słupkach ustawionych w rozstawie 3 ÷ 4 m wzdłuż rzędów drzewek (fotografia 1), a ok. 1 m poniżej drutu szczytowego rozciągnięte są druty poprzeczne, napinające wstępnie siatki do dołu. Tworzy się w ten sposób wielonawowy „dach” o nachyleniu połąci ok. 65°, który pozwala swobodnie spadać kulkom gradu na ziemię przez otwory wysypowe w miejscu łączenia siatek.

W **systemie płaskim** siatki rozciągnięte są poziomo na słupkach i ortogonalnie krzyżujących się drutach $\varnothing 5$ mm (fotografia 2). Na słupkach umieszczone są kaptury z tworzywa sztucznego z blokadą drutu i śrubą do mocowania siatki. W połowie odległości między rzędami drzewek siatki połączone są spinaczami z tworzywa sztucznego. Długość siatek jest równa długości poszczególnych rzędów, a szerokość większa o 10 ÷ 12% od rozstawu rzędów drzewek. Pod ciężarem gradu siatki naciągają się i obniżają w międzyrzędach. Między punktami łączenia siatek spinaczami rozchylają się otwory, przez które grad wysypuje się poza koronami drzewek.

System krzyżowy [4] jest rozwiązaniem pośrednim między systemem tradycyjnym i płaskim. Powierzchnię ochraniającą drzewka owocowe przed gradem tworzą nakładające się na siebie siatki na szerokości 1,0 ÷ 1,5 m. Są one połączone ze sobą elastycznymi liniami, które w trakcie opadu gradu pozwalają na równomierne obniżanie się siatek w międzyrzędach. Ten system jest najdroższy, ale pozwala na pełną ochronę sadu. Elementem o krótkiej żywotności są elastyczne liny, które należy wymieniać co 4 ÷ 5 lat.

Parametry

Strunobetonowe słupki sadownicze wytwarza się w Europie i w Polsce w postaci typoszeregu długościowego słupków 4,0 m (sady bez siatek przeciwnogradowych) lub 5,0 m (sady z siatkami) [2, 3]. Słupki wewnętrzne (pośrodkie) w rzędach drzewek mają przekrój 70 x 75 i 70 x 80 mm lub 80 x 85 mm, a słupki krawędziowe na obrzeżach kwater – przekrój 90 x 90 i 90 x 95 mm (rysunek) lub 100 x 120 mm. Najmocniejsze są słupki narożne o przekroju 130 x 140 mm.



Przekroje poprzeczne słupków sadowniczych produkowane na torach naciagowych w Cielądzu

Słupki strunobetonowe wytwarzane są na torach naciagowych o długości 60 ÷ 70 m lub w formach samonośnych o długości 15 m [9]. Przekrój trapezowy (rysunek) umożliwia produkcję słupków w formach bateryjnych, składających się z 40 korytek (fotografia 3). W formie o długości nominalnej 64 m można wykonać podczas jednego betonowania 520 słupków o długości 5,0 m i 4,0 m – w tym 468 pośrednich o przekroju 80 x 85 mm i 52 krawędziowe o przekroju 90 x 95 mm.



Fot. 3. Forma samonośna o długości nominalnej 64,0 m w trakcie montażu w Cielądzu

Strunobetonowe słupki sadownicze zbrojone są tylko cięgnami sprężającymi (rysunek) w postaci splotów 3 x 2,25 mm (Ø4,9 mm) o symbolu Y1860 S3-4,9 lub 3 x 2,4 mm (Ø5,2 mm) o symbolu Y2060 S3-5,2 [5,10]. Naciąg strun jest grupowy. Beton w słupach sadowniczych powinien być klasy minimum C40/50. Najwłaściwszy jest jednak beton klasy C50/60 ze względu na możliwość cięcia elementów piłą diamentową na drugi dzień po zabetonowaniu i przyspieszonym wiązaniu betonu w temperaturze 50 ÷ 60 °C. W celu ograniczenia braków podczas zwalniania naciągu technologicznego strun, wyjmowania pasm o długości ok. 64 m z foremek i cięcia ich na określone długości beton powinien mieć wytrzymałość technologiczną minimum C35/45. Gotowe słupki są spinane w pakiety (fotografia 4).

Strunobetonowe słupki sadownicze eksploatowane są w środowisku naturalnym odpowiadającym klasie ekspozycji XC4 i XF1 [6, 8]. Trwałość trzydziestoletnią słupków strunobetonowych



Fot. 4. Słupki strunobetonowe spięte w pakiety

zapewnia duża wytrzymałość betonu i odpowiednia grubość betonowej otuliny cięgien $c_{min} = 10$ mm ($c_{nom} = 12$ mm) przy stosowaniu kruszywa o granulacji do 10 mm [7, 8]. W przypadku strunobetonowych słupków sadowniczych normą wyrobu jest PN-EN 12839:2012 [7], która podaje system 4 oceny zgodności.

Obciążenia słupków sadowniczych

Obciążenia działające na strunobetonowe słupki sadownicze i siatki przeciwgradowe należy określać dla fazy produkcji (sprężanie, cięcie, składowanie i transport) i eksploatacji (wciskanie lub wbijanie w grunt oraz obciążenia wiatrem i odciągami). Podczas eksploatacji słupków w sadach bez siatek przeciwgradowych można przyjąć, jako schemat statyczny, wspornik o wysokości 3,0 m n.p.t. utwierdzony w gruncie lub belkę utwierdzoną w gruncie i podpartą w wierzchołku (słupki z drutami ortogonalnie rozpiętymi w szczycie).

Korony drzewek karłowatych w sadach ukształtowane są w formie żywoplotu o wysokości ok. 3,0 m n.p.t. W związku z tym, że korony drzewek są zbyt wiotkie, należy je podtrzymywać tyczkami bambusowymi przywiązanymi do drutów Ø4 mm rozpiętych w linii drzewek. Druty te są kotwione do słupków krawędziowych z odciągami do gruntu.

W sadach bez siatek przeciwgradowych montuje się słupki wystające powyżej gruntu na wysokość 2,5 ÷ 3,0 m. Na tej wysokości oraz 1,0 m poniżej słupki łączy się wzdłuż rzędów drzewek drutem Ø4 mm, z którego część parcia wiatru na gałęzie drzewek przekazuje się na słupki pośrednie i krawędziowe. Przyjmuje się [9], że tylko na odcinku od 1 m n.p.t. do wysokości ok. 2,5 m n.p.t. słupki obciążone są siłami od parcia wiatru na drzewka. Zakłada się, że w części przygruntowej (do wysokości 1 m) pnie drzewek same przenoszą obciążenia od parcia wiatru bezpośrednio na grunt, a powyżej 2,5 m nie ma praktycznie korony drzewek [9].

Podsumowanie

Strunobetonowe słupki sadownicze przeznaczone do podtrzymywania gałęzi drzewek owocowych i siatek przeciwgradowych są na polskim rynku wyrobem stosunkowo nowym. Obecnie

produkowane są w kraju słupki o przekrojach jak na rysunku (dwa tory naciagowe o długości 64 m każdy) i podobne (70 x 80 i 90 x 90 mm) w formach oporowych.

Na podstawie wieloletnich doświadczeń polscy sadownicy przyjmują rozstaw rzędów drzewek 3 ÷ 4 m. Rozstaw słupków strunobetonowych o przekroju 70 x 75 lub 70 x 80 mm wynosi 6 ÷ 7 m, a słupków mocniejszych 80 x 85 mm – 7 ÷ 8 m. Rozstaw 9 ÷ 10 m należy uznać za zbyt duży.

Na podstawie przeprowadzonej analizy [9] stwierdzono, że strunobetonowe słupki pośrednie o przekrojach wymienionych wcześniej i długości 5,0 m mogą być stosowane bez ograniczeń w rozstawie 6 ÷ 7 m w sadach z siatkami przeciwgradowymi, przy założeniu ortogonalnego ich połączenia w szczycie drutami kotwionymi za pomocą słupków krańcowych 90 x 90 lub 90 x 95 mm. W sadach bez siatek przeciwgradowych, ze słupkami wspornikowymi o wysokości 3,0 m n.p.t. (słupki o długości 4,0 m), za optymalny rozstaw słupków pośrednich 70 x 75 lub 70 x 80 mm należy uznać 6,0 m (mocniejsze 80 x 85 mm – 7,0 m).

Literatura

- [1] Wasiak A.: Siatki przeciwgradowe na drewnie czy betonie? Sad Nowoczesny nr 8/2011, s. 35.
- [2] Wasiak A.: Słupki ze strunobetonu – solidna konstrukcja. Sad Nowoczesny nr 8/2011, s. 39, 40.
- [3] Werner T.: Słupy ze sprężonego betonu. Sad Nowoczesny nr 8/2011, s. 42, 43.
- [4] Krupa T.: Kilka słów o siatkach i foliach. Sad Nowoczesny nr 9/2012, s. 36 – 39.
- [5] Aprobata Techniczna ITB AT-15-8850/2012 Stalowe sploty sprężające Arcellor Mittal Wire France S.A. z drutów gładkich lub ryflowanych.
- [6] PN-EN 13369:2005 (z aneksami A1:2008 i AC:2008). Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu.
- [7] PN-EN 12839:2012. Prefabrykaty z betonu. Elementy ogrodzeń.
- [8] PN-EN 1992-1-1:2008 (z aneksem Ap1:2010, NA:2010) Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [9] Kubiak J., Łodo A., Michałek J.: Projekt techniczny strunobetonowych słupków stosowanych do podtrzymywania drzew owocowych oraz podwieszania siatek przeciwgradowych w sadach. PDPEB Compendium, Wrocław 2013 r.
- [10] Akcesoria konstrukcyjne www.przeciwgradowe.pl.
- [11] Łabanowska-Bury D.: Sieci przeciwgradowe – dobra inwestycja. www.ogrodinfo.pl.