



ŁUKASZ GÓRECKI

Institut Badawczy Dróg  
i Mostów  
lgorecki@ibdim.edu.pl



KRZYSZTOF  
GRZEGORZEWICZ

Institut Badawczy Dróg  
i Mostów  
kgrzegorzewicz@ibdim.  
edu.pl

## Uwarunkowania stosowania ogrodzeń drogowych w Polsce

Intensywny rozwój infrastruktury drogowej skutkuje prowadzeniem nowych szlaków komunikacyjnych na terenach zajmowanych dotąd przez zwierzęta lub w ich sąsiedztwie. Drogi te często przecinają szlaki migracji zwierząt, a co za tym idzie są miejscami, gdzie może dojść do kolizji. Z tego powodu należy zabezpieczać je przed wtargnięciem na pas ruchu drogowego ludzi i zwierząt poprzez budowę ogrodzenia, które powinno spełniać swoje zadanie w każdej porze roku, niepowodować uszkodzeń ciała oraz być trwałym [3] i [4]. W celu spełnienia podstawowego zadania ogrodzenia powinny tworzyć: siatka węzłowa, słupki, bramy i furtki oraz akcesoria

montażowe. Do poprawnego działania ogrodzeń ważne jest, aby spełniały wymagania Aprobata Technicznych i Krajowych Ocen Technicznych oraz nie powodowały okaleczeń zwierząt.

### Elementy systemu ogrodzeniowego

Aby spełniać podstawowe zadanie ogrodzenia powinny składać się z systemu, w skład którego wchodzi: siatka węzłowa, słupki naciągowe, podporowe i pośrednie, bramy i furtki oraz akcesoria montażowe [1]. Systemy ogrodzeniowe producentów różnią się od siebie detalami, ale składają się właśnie z tych czterech grup komponentów. Do poprawnego działania ogrodzeń jest ważne, aby wszystkie elementy były wykorzystane i wbudowane. Siatka i słupki są niezbędne, trudno sobie wyobrazić, aby nie było bram i furtek, których zadaniem jest umożliwienie służbom porządkowym i ratunkowym poruszania się między jedną a drugą stroną ogrodzenia. Ważną rolę spełniają najmniejsze części ogrodzenia, tj. akcesoria montażowe. Służą one do dopięcia siatki do podłoża (za pomocą haków kotwiących), połączenia dwóch rolek siatki (złączki), zabezpieczenia słupków od góry (kapturki) oraz przede wszystkim do przymocowania siatki do słupków (za pomocą przelotek lub pazurów hakowych wyciętych w ścianie słupka z rury ze szwem).

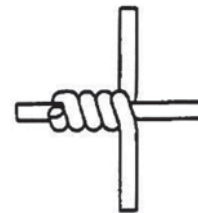
### Siatka węzłowa

Siatka węzłowa to główny element ogrodzenia. Tworzą ją wzajemnie prostopadłe pasma drutów stalowych. Ze wzglę-

du na potrzebę dopasowania siatki do nierówności terenu zaleca się stosowanie siatki, w której druty są łączone poprzez zawlekanie (rys. 1) [2]. Nie należy stosować siatek zgrzewanych ponieważ:

- sztywne węzły tych siatek uniemożliwiają dopasowanie ogrodzenia do terenu;
- w połączeniach arkuszy nie zachowuje się ciągłości drutów poziomych, a to uniemożliwia zapewnienie wymaganego naciągu siatki
- technologia zgrzewania uszkadza powłokę antykorozyjną drutu siatki.

Dlatego w artykule zostanie omówiona tylko siatka z połączeniami zawlekanyymi, jako rozwiązanie optymalne w tego typie ogrodzeń.



Rys. 1. Połączenie drutu w siatkach zawlekanych

Siatka węzłowa jest wytwarzana w trzech odmianach średnic i różnych wysokościach, bowiem rodzaj siatki wbudowywanej do ogrodzenia zależy od występującej na danym terenie zwierzyny oraz przede wszystkim od wymaganej trwałości i ochrony. Dobierając odmianę siatki należy zwrócić uwagę na trwałość ogrodzenia. Czym grubszy drut, tym dłuższa trwałość siatki. Trzeba mieć na uwadze uwarunkowania techniczne maszyn wykonujących siatkę, dotyczy to średnicy drutu oraz wysokości siatki. Siatka autostradowa jest wytwarzana w nasypujących odmianach:

- odmiana mocna ma druty poziome górny i dolny o średnicy 3,0 mm, druty poziome pośrednie i druty pionowe o średnicy 2,5 mm,
- odmiana średnia ma druty poziome górny i dolny o średnicy 2,5 mm, druty poziome pośrednie o średnicy 2,0 mm i druty pionowe o średnicy 2,0 mm,
- odmiana lekka ma druty poziome górny i dolny o średnicy 2,0 mm, druty poziome pośrednie i druty pionowe o średnicy 1,6 mm.

Druty poziome są wytwarzane z materiału o dużej wytrzymałości na rozciąganie (od 1050 N/mm<sup>2</sup> do 1400 N/mm<sup>2</sup>), ponieważ odpowiadają za wytrzymałość ogrodzenia obciążonego pędzącym zwierzęciem, są ciągle na całej długości



Rys. 2. Przykładowe rozmieszczenie drutów w siatce ogrodzeniowej o wysokości 220 cm

odcinka wyprodukowanej siatki. Druty pionowe łączą druty poziome, to one są zawijane, dlatego też wykonuje się je z materiału o mniejszej wytrzymałości na rozciąganie (od 400 N/mm<sup>2</sup> do 550 N/mm<sup>2</sup>), wyznaczając wielkość i kształt równoległoboczny oczek.

Generalnie siatka jest wytwarzana zgodnie z zapisami [5]. W normie tej brak jest jednak wytycznych co do rozstawu drutów poziomych, jak i zalecanej wysokości siatki względem występujących na danym terenie zwierząt. Wymagania takie zostały zawarte natomiast w Aprobatach Technicznych oraz Krajowych Ocenach Technicznych.



Fot. 1. Przegięcia drutów

Według analiz wysokość siatki powinna wynosić od 150 cm do 250 cm i jest dobierana na podstawie analizy występowania na danym terenie zwierząt, co zostało omówione w [2]. Rozstaw drutów pionowych jest stały i wynosi od 10 cm do 30 cm, rozstaw drutów poziomych jest zmienny i wynosi w dolnej części 5 cm do wysokości 80 cm. Rozstaw kolejnych drutów poziomych może być zwiększany o 5 cm a wyżej nawet o 10 cm (rys. 2). Siatka umożliwia również zagłębianie dolnego pasma pod terenem, zapobiega to podkopywaniu ogrodzenia przez zwierzęta grzebiące i kopiące nory; w takim przypadku wymaga się, aby do wysokości do 80 cm nad terenem poziome druty siatki były w rozstawie 5 cm a zakopywane mogą być co 10 cm. Maksymalny rozstaw między drutami poziomymi wynosi 25 cm. Siatkę wę-

złąwą charakteryzują przegięcia (pofalowanie) każdego drutu poziomego, wykonane w każdym odcinku między dwoma sąsiednimi drutami pionowymi. Wskazane jest, aby przegięcia były skierowane ku podstawie siatki, tzn. w kierunku zagęszczających się pasm drutów poziomych (fot. 1). Przegięcia takie działają jak kapinosy odprowadzające wodę od węzłów, w których połączona jest siatka, a jak pokazują analizy i doświadczenia taka konstrukcja siatki zapewnia zbliżoną siłę naciągu w porze zimowej i letniej. W polskich warunkach klimatycznych jest bardzo duża amplituda temperatur; brak regulatora naciągu powoduje spadek naciągu w lecie i wyrywanie słupków naciągowych w zimie. Siatka powinna mieć właściwy naciąg. Nadmierne naprężenie stanowi zagrożenie uszkodzenia kręgosłupa lub okaleczenia pędzącego zwierzęcia,

Tabela 1. Minimalne właściwości dla drutów poziomych

Lp.	Właściwości	Jedn.	Drut poziomy			
			brzegowy	brzegowy i środkowy	środkowy	
1	Średnica drutu Ø	mm	3,00	2,50	2,00	1,60
2	Siatka węzłowa: – mocna (S) – średnia (M) – lekka (L)	–	S – –	S M –	– M L	– – L
3	Wytrzymałość na rozciąganie R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	od 1050 do 1250	od 1150 do 1350	od 1200 do 1400	od 1100 do 1300
4	Siła zrywająca	kN	≥ 7,42	≥ 5,64	≥ 3,77	≥ 2,21
5	Powłoka przeciw korozji: – Zn – Zn95Al5	g/m <sup>2</sup>	≥ 255 ≥ 195	≥ 245 ≥ 185	≥ 215 ≥ 155	≥ 195 ≥ 135

Tabela 2. Minimalne właściwości dla drutów pionowych

Lp.	Właściwości	Jedn.	Drut pionowy		
1	Średnica drutu Ø	mm	2,50	2,00	1,60
2	Siatka węzłowa: – mocna (S) – średnia (M) – lekka (L)	–	S – –	– M –	– – L
3	Wytrzymałość na rozciąganie R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	od 400 do 550	od 400 do 550	od 400 do 550
4	Siła zrywająca	kN	≥ 1,96	≥ 1,25	≥ 0,80
5	Powłoka przeciw korozji: – Zn – Zn95Al5	g/m <sup>2</sup>	≥ 245 ≥ 185	≥ 215 ≥ 155	≥ 195 ≥ 135

zbyt małe napięcie zmniejsza skuteczność przegrody. Siatka węzłowa jest zabezpieczona przed korozją powłoką cynku lub stopu alucynku<sup>1</sup>. Wysokość ogrodzenia, odmiana siatki

<sup>1</sup> Stop cynku i aluminium w proporcji 95% Zn i 5% Al lub 90% Zn i 10% Al; powłoka ta jest też znana jako Bezinal, Bezinal Super, ZinAlu, ZinAlu Super, crapal, galfan, galmac lub znal.

węzłowej, średnice drutów oraz rodzaj powłoki zabezpieczenia przed korozją muszą być dostosowane do wymagań określonych w specyfikacji technicznej lub równorzędnym dokumencie. Minimalne właściwości dla drutów poziomych zestawiono w tabeli nr 1, a dla drutów pionowych w tabeli 2.

Siatka węzłowa, przeznaczona do ogrodzenia autostrad i dróg ekspresowych może być oznakowana przez wprowadzenie do splotu siatki jednego lub dwóch poziomych drutów z zabezpieczeniem przed korozją, trwale zabarwionym kolorem zielonym, pomarańczowym lub innym, w celu możliwie szybkiej identyfikacji w przypadku kradzieży. Oznakowanie takie nie ma wpływu na „zauważanie” przez zwierzęta siatki.

Projektując ogrodzenie trzeba mieć na uwadze możliwośći maszyn, które wytwarzają siatkę oraz możliwość wbudowania siatki w terenie. Maszyna wykonująca siatkę jednocześnie pobiera ze szpul wszystkie druty poziome, które są ciągłe i ich liczba jest ograniczona. W czasie wbudowywania całą rolkę siatki (50 m lub 100 m) trzeba podnieść i naciągnąć, a czym więcej drutów i czym drut jest grubszy, tym siatka jest cięższa i praca staje się trudniejsza. Z tych powodów zaleca się, aby siatkę zagłębianą pod ziemią wykonywać jako oddzielną doczepianą do siatki zasadniczej za pomocą spinek zaciskowych, w ilości co najmniej 6 na jeden metr łączonej siatki. Spotyka się dwie odmiany zakopywania siatki: pionowe, gdy dolna jej część jest wprowadzona do rowku lub pozioma, gdy zabezpieczenie przed podkopującymi jest układane poziomo w płytkim wykopie i zasypane gruntem.

## Słupki

Słupki w systemach ogrodzeniowych występują w trzech odmianach, jako słupki naciągowe, podporowe (fot. 3) i pośrednie (fot. 2). Słupki zasadniczo są wykonane z rur stalowych ze szwem, kształtowanych ze stali o wytrzymałości na rozciąganie  $\geq 370$  MPa na zimno z blachy czarnej, następnie ocynkowanej ogniowo w ilości nie mniejszej niż 325

g/m<sup>2</sup>. Słupki pośrednie mogą być wykonane z podobnych rur albo zwiniętej blachy dwustronnie zabezpieczonej przed korozją powłoką ze stopu cynkowo-aluminiowego w ilości nie mniejszej niż 255 g/m<sup>2</sup>; blacha ze stali o wytrzymałości na rozciąganie  $\geq 370$  MPa jest zawijana w miejscu łączenia i zaciskania. Wymiary słupków na podstawie wieloletnich analiz pokazano w tabeli 3.



Fot. 2. Słupek pośredni z blachy zwijanej

Słupki naciągowe i dwa podporowe stanowią „zestaw”, który powinien być umieszczany w systemie ogrodzeniowym jako maksymalnie co 20-te przęsło lub na każdym zamknięciu ogrodzenia. Z analiz wynika, że rozstaw słupków ogrodzenia nie powinien przekraczać 5 m, aby zapewnić odpowiednią sztywność ogrodzenia. W przypadkach szczególnych (np. konieczność wymiany uszkodzonego słupka)

Tabela 3. Wymiary słupków na podstawie wieloletnich analiz

Lp.	Nazwa elementu – właściwości			Jedn.	Nominalna wysokość ogrodzenia H [cm]						
					150*	160*	180*	200*	220	225	240
<b>Słupki z rury ze szwem</b>											
1	Słupek naciągowy	średnica	mm	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
		ścianka	mm	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		długość	mm	2000	2100	2300	2500	2700	2900	2900	3000
2	Słupek pośredni	średnica	mm	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	60,0	60,0
		ścianka	mm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
		długość	mm	2000	2100	2300	2500	2700	2900	2900	3000
3	Słupek podporowy	średnica	mm	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
		ścianka	mm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
		długość	mm	1800	1900	2100	2300	2500	2550	2700	2800
<b>Słupki zwijane z blachy</b>											
4	Słupek pośredni	średnica	mm	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
		ścianka	mm	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
		długość	mm	2000	2100	2300	2500	2700	2900	2900	3000

\* Do ogrodzeń do wysokości 200 cm jako słupki naciągowe można stosować również słupki o średnicy 48,0 mm i ściance 1,5 mm

rozstaw słupków może być zwiększony o 5%. Słupki w podłożu są kotwione na dwa sposoby: fundament betonowy, kotwy wbijane. Podstawową metodą jest fundament betonowy w postaci walca o średnicy 20 cm i minimalnej głębokości 90 cm. Jeżeli projektant stwierdzi, że warunki gruntowe pozwalają na zastąpienie fundamentu betonowego wbijanymi kotwami stalowymi, to można je stosować.

Zdarzają się projekty z innymi rozstawami i wymiarami słupków (średnica i grubość ścianki słupka). Analizy wykazują, że zagęszczenie słupków, zwiększanie ich wymiarów prowadzi do zwiększenia sztywności ogrodzeń, a tym samym jest niepożądane, ponieważ takie ogrodzenia w przypadku zderzenia zwierzęcia nie zamortyzują uderzenia i stanowią sztywną przeszkodę. Ponadto jest to wysoce niekorzystne również z punktu widzenia ekonomicznego, niekiedy koszt ogrodzenia bywa podwojony.



Fot. 3. Słupki naciągowy i dwa podporowe z rur ze szwem

## Bramy i furtki

Bramy i furtki są wykonane z profili stalowych, stanowiących słupki i ramy konstrukcyjne oraz siatki zgrzewanej z drutu  $\varnothing$  3 mm o oczkach 50 mm  $\times$  50 mm, stanowiącej wypełnienie ram. Zabezpieczenie antykorozyjne wykonywane jest przez cynkowanie złożonej bramy razem z słupkami; stosuje się ocynk w ilości nie mniejszej niż 325 g/m<sup>2</sup>. Standardowo furtki mają szerokość 100 cm a bramy 400 cm. Wysokość bram i furtek powinna być taka jak wysokość ogrodzenia. Bramy i furtki kotwione w podłożu są za pomocą fundamentu betonowego w postaci walca o średnicy 40 cm



Fot. 4. Brama

lub prostopadłościanu o przekroju 35 cm  $\times$  35 cm i minimalnej głębokości 90 cm. Konstrukcje bram i furtek powinny mieć zabezpieczenie przed otwarciem przez osoby postronne (zamek, kłódka), a ich konstrukcja powinna „utrudnić” a najlepiej uniemożliwić demontaż i kradzież. Każde skrzydło furtki lub bramy może mieć wbudowaną tabliczkę znamionową, celem łatwiejszej identyfikacji w przypadku kradzieży. Na fotografii 4 pokazano przykładową bramę.

## Akcesoria montażowe

Gabarytowo są to najmniejsze części ogrodzenia i mogą być na pierwszy rzut oka niezauważone, stanowią galanterię, bez której nie powstanie ogrodzenie. Do akcesoriów montażowych przede wszystkim zaliczamy: haki kotwiące siatkę, złączki do łączenia drutów poziomych, kapturki na słupki oraz przelotki przeznaczone do osadzenia w otworze lub gnieździe słupka. Stosowane są też i pazury hakowe wycięte w ściankach słupków z rur ze szwem.

Haki kotwiące<sup>2</sup> służą do dopinania siatki do terenu. Haki są wbijane w grunt po zmontowaniu siatki tak, aby dociągnąć do terenu najniższy drut na odległość nie większą niż 5 cm. Ich liczba zależy od nierówności terenu oraz wysokości siatki. Ogrodzenia o wysokości 150 cm należy kotwic minimum jednym hakiem między sąsiednimi słupkami, a ogrodzenia wyższe minimum dwoma hakami. Powinny być one zabezpieczone przed korozją powłoką z cynku nanoszonego po wykonaniu wszystkich czynności związanych z jego produkcją (po spawaniu, wycinaniu i innych obróbkach), w ilości nie mniejszej niż 325 g/m<sup>2</sup>. Na rynku dostępne są różne rozwiązania, przykład pokazano na fotografii 5.

Złączki<sup>3</sup> występują w dwóch odmianach dla drutów cieńszych  $\varnothing$  1,6 ÷ 2,8 mm, zapewniającą siłę naciągu co najmniej 3,6 kN i dla drutów grubszych  $\varnothing$  2,5 ÷ 3,0 mm, zapewniającą siłę naciągu co najmniej 4,6 kN. Zadaniem złączek jest zapewnienie połączenia i naciągnięcia łączonych fragmentów siatki, aby to osiągnąć na każdym połączeniu drutów poziomych powinna znaleźć się jedna złączka, przykłady pokazano na fotografiach 6 i 7.

<sup>2</sup> Wymiennie nazywane również zaczepami kotwiącymi, kotwami gruntowymi lub kotwami mocującymi.

<sup>3</sup> Nazywane również napinaczami.

Fot. 5. Hak kotwiący



160 cm należy podwiesić do słupków na co najmniej trzech zawieszach, siatkę węzłową o wysokości od 180 cm do 220 cm na co najmniej czterech zawieszach, a siatkę o wysokości od 225 cm do 250 cm na co najmniej pięciu. Wybór zawiesia zależy od rodzaju zastosowanego słupka oraz doświadczeń producentów. Przy zawieszach w postaci pazurów hakowych wycinanych lub przyspawanych doświadczenia pokazują, że ważne jest, aby były one osłonięte nakładką z polietylenu odpornego na działanie promieni UV, zapobiegającą uszkodzeniu powłoki antykorozyjnej poziomych drutów siatki. Wskazane jest aby osłona pazurów hakowych była fabrycznie trwale zainstalowana.



Fot. 7. Akcesoria montażowe, od lewej przelotka, złączka i pazur hakowy oraz kapturki na słupkach



Fot. 6. Połączenie siatki za pomocą złączek

## Stosowanie ogrodzeń

Ogrodzenia są stosowane powszechnie na drogach klasy A i S oraz stosownie do potrzeb na innych o niższej klasie. Budownictwo drogowe zużywa ogromne ilości ogrodzeń. Spowodowało to rozwój zaplecza produkcyjnego i badającego ogrodzenia. Producenci starają się udoskonalić wyroby, ale też te zachęcają projektantów do stosowania ich wyrobów. Prowadzi to do nadzwyczaj kosztownych ogrodzeń ze słupkami w rozstawie 3 m (zamiast 5 m), wykonywanych z rur bez szwu i o ścianie sięgającej nawet 8 mm (zamiast 1,5 lub 2,0 mm) Należy zwiększyć czujność inwestorów w kierunku eliminacji nieracjonalnych rozwiązań zwiększających koszt inwestycji drogowych.

## Bibliografia

- [1] Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R., Stachura K., Zawadzka B., *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*, Wydanie II, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża 2006
- [2] Kurek R.T., *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach*, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz wszystkich istot, Bystra 2010
- [3] Kurek R.T., *Zwierzęta a drogi. Ochrona zwierząt przy drogach szybkiego ruchu*, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra 2010.
- [4] Nowacka D., *Wpływ inwestycji drogowych na zwierzęta. Działania minimalizujące*, Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej, R.15, Zeszyt 36/3/2013
- [5] PN-EN 10223-5:2013-05 – wersja polska Drut stalowy i wyroby z drutu na ogrodzenia i siatki -- Część 5: Siatka ogrodzeniowa z drutu stalowego z połączeniami przeplatany i wiązany

Kapturki na słupki<sup>4</sup> są wykonane z tworzywa sztucznego odpornego na działanie promieni UV. Ich zadaniem jest zakrycie słupka oraz uniemożliwienie wodzie dostania się do jego wnętrza, co w zimie mogłoby doprowadzić do uszkodzenia słupka oraz jego fundamentu (fot. 7).

Zawieszki występują w dwóch odmianach, jako haki wycięte z rury okrągłej ze szwem lub przyspawane do rury słupka oraz przelotki.

Przykłady haków i przelotek pokazano na fotografii 7. Ich zadaniem jest przymocowanie siatki do słupków i utrzymanie jej w pionie. Aby spełniały swoje zadanie powinna być ich odpowiednia liczba. Siatkę węzłową o wysokości do

<sup>4</sup> Nazywane również daszkiem.