



Temat specjalny

Podtorze i nawierzchnia torowa INFRASTRUKTURY SZYNOWEJ

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Podtorze musi stanowić stabilne podłoże nawierzchni, nie może więc nadmiernie się odkształcać lub osiadać. Powinno też mieć dostateczną sztywność – od niej zależą ugięcia szyn i wielkość oddziaływań dynamicznych. Podatność podtorza na odkształcenia zależy od wielu czynników, m.in. od jakości zastosowanych materiałów, niezawodności konstrukcji wzmacniających i zabezpieczających, poziomu technicznego robót budowlanych, wartości i częstości obciążeń od pojazdów, zakresów napraw czy wreszcie jakości prac wykonywanych przy utrzymaniu nawierzchni i podtorza.

Klasyczne podtorze gruntowe w postaci nasypów i przekopów jest sprawdzonym od wielu lat sposobem podparcia nawierzchni eksploatowanych ze stosunkowo małymi prędkościami pociągów. Stosowane jest także na liniach dużych prędkości, aczkolwiek z pewnymi ograniczeniami. Podtorze jest budowlą ziemną, która wraz z zabezpieczającymi ją urządzeniami ochraniającymi i odwadniającymi podlega oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego, zalegającego bezpośrednio pod podtorzem oraz w jego najbliższym otoczeniu [1].

Obecnie obowiązujące zasady konstrukcji i budowy podtorza dróg szynowych w kraju zawiera instrukcja PKP PLK SA jako *Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3* [2].

Z uwagi na zakres obowiązywania jest to akt normy powszechnej, którą należy stosować zarówno przy projektowaniu budowy nowych, jak i modernizacji istniejących linii kolejowych. Instrukcja [1] zawiera szczegółowe ustalenia odnośnie do warunków technicznych budowy podtorza, w tym także górnych warstw podtorza dla przedziałów prędkości pociągów $80 < V_{max} \sim 250$ km/h, odpowiadających poszczególnym typom linii i natężenia przewozów. W Instytucie Kolejnictwa opracowano również aktualne wymagania dla podtorza, zawarte w standardach technicznych interoperacyjności. Obecnie w krajowej sieci linii kolejowych istnieje zaledwie kilka odcinków linii dróg szynowych spełniających wszystkie warunki techniczne wyszczególnione w tych standardach [3].

fol. rochagneux – Fotolia.com



Ogólne wytyczne dotyczące projektowania, budowania i utrzymania podtorza zawarte w [2] wymagają od niego, aby:

1) było dostatecznie wytrzymałe i trwałe oraz stanowiło stateczną i jednorodną podstawę dla nawierzchni kolejowej linii o określonych parametrach eksploatacyjnych,

2) w występujących warunkach klimatycznych i eksploatacyjnych nie ulegało nadmiernym trwałym i sprężystym odkształceniom, zagrażającym bezpieczeństwu ruchu bądź też stwarzającym potrzebę zbyt częstych napraw nawierzchni,

3) koszty budowy i eksploatacji były możliwie małe, bez pogarszania walorów użytkowych,

4) zapewniona była możliwość łatwego, także zmechanizowanego prowadzenia robót podtorzowych oraz innych robót wykonywanych w jego obrębie (robót nawierzchniowych, trakcyjnych, teletechnicznych itp.),

5) budowla i jej utrzymanie nie powodowały nadmiernych zakłóceń w krajobrazie i środowisku naturalnym.

Materiały i technologie do wzmacniania oraz modernizacji podtorza

Liczne opracowania na temat utrzymania, napraw i wzmacniania podłoża gruntowego dróg kolejowych wskazują metody i sposoby wzmacniania podtorza. W [4] podzielono je na dwie grupy: wzmocnienie fizykochemiczne i fizykochemiczne. Wśród pierwszej grupy wymienione zostały:

- zagęszczanie podłoża gruntowego,
- wymiana gruntów w podłożu,
- wykorzystanie zjawiska konsolidacji,
- termiczne wzmocnienie gruntów (zamrażanie, osuszanie, spiekanie lessów),
- odwodnienie gruntów z zastosowaniem podciśnienia,
- wbudowywanie warstwy ochronnej, zbrojenie ośrodka gruntowego wkładkami (grunt zbrojony).

Do wzmocnienia fizykochemicznego gruntów zaliczono metody [4]:

- stabilizacji warstwy powierzchniowej gruntu (do najczęściej stosowanych spoiw należą cement, wapno, asfalt upłyniony, żywice mocznikowe, żużle granulowane, popioły lotne, pyły cementowe i lignosulfonaty, będące odpadami produkcyjnymi przemysłu papierniczego),
- stosowanie środków powierzchniowo czynnych (detergentów),
- instalowanie pali wapiennych w podłożu gruntowym,
- iniekcje (cementacja, silikatyzacja, bitumizacja, polimeryzacja),
- elektroosmozę i elektroforezę.

Z kolei w [5] technologie modyfikacji podłoża gruntowego i materiałów gruntowych stosowanych w budowach ziemnych

Z punktu widzenia eksploatacji bardzo istotne jest ciągłe utrzymanie podtorza w dobrym stanie technicznym. W jaki sposób dobrać optymalną metodę naprawy podtorza?

Utrzymanie podtorza kolejowego obejmuje diagnostykę, konserwację i naprawy. Zadania te PLK realizują w różnym zakresie – samodzielnie lub w systemie zleceń. Rutynowe przeglądy generalnie są wykonywane samodzielnie. W okresach potencjalnych zagrożeń, np. powodziowych, wykonujemy dodatkowe inspekcje. W odniesieniu do konserwacji głównymi zadaniami jest oczyszczanie odwodnienia oraz kontrolowanie rozwoju roślinności. W podtorzu kolejowym bardzo ważną rolę odgrywa jego górna część w pasie torowiska, zwieńczona tzw. warstwą ochronną. Na niej są usytuowane nawierzchnie torowe i rozjazdowe, stąd wymagania dla tej warstwy są szczególne. Jest ona również podatna na deformacje i uszkodzenia w efekcie oddziaływań i remontów, jakie miały miejsce w ciągu dekad. Typową wadą jest zalegający na ławie torowiska nadmiar ziemi z korzeniami, która utrudnia odpływ wód z samej nawierzchni. Stąd standardowym elementem każdego niemal remontu nawierzchni jest tzw. ścięcie ław torowiska.

Do odnawiania górnej warstwy ochronnej – poprzez jej wymianę i ułożenie na ściśle określonej niwielecie – PLK zakupiły w drugiej połowie lat 90. XX w. tzw. kombajn podtorzowy AHM800R wraz z wagonami taśmociągowymi i cysternami do zraszania. Opracowano wówczas także nowe wymagania dla kruszywa górnej warstwy ochronnej, zapewniające wysoką zagęszczalność i wytrzymałość w stosunku do stosowanych dawniej pospółek. Na całym świecie jest zaledwie kilka takich kombajnów różnych generacji, w tym jeden w krakowskim Zakładzie Maszyn Torowych, wyspecjalizowanej jednostce zajmującej się serwisem maszyn do konserwacji toru.

Nasz kombajn jest obecnie używany do renowacji górnych warstw ochronnych w ramach utrzymania. Pozwala to na przywracanie prędkości rozkładowych – ok. 20 km rocznie na odcinkach poważnych uszkodzeń takich warstw. W zadaniach tych głównym wykonawcą są zwykle spółki zależne PLK, ale dopuszczamy też innych wykonawców na zasadzie umowy.

Rafał Frączek,
zastępca dyrektora Biura Dróg Kolejowych
PKP Polskie Linie Kolejowe SA

Perfekcja wykonania



- > Jesteśmy wiarygodnym partnerem oferującym kompleksowe rozwiązania z zakresu wzmocnienia gruntu.
- > Gwarantujemy to, co w realizacji wielkich przedsięwzięć jest najważniejsze - jakość, niezawodność i terminowość.
- > Nasza praca jest podstawą najbardziej trwałych i nowoczesnych inwestycji.





Fot. PKP Polskie Linie Kolejowe SA

zaliczono do geoinżynierii. Do wielu metod, którymi dysponuje współczesna geoinżynieria, do podstawowych sposobów wzmocnienia i modyfikowania podłoża gruntowego, prowadzących docelowo do powiększania nośności, należą [6]:

- zagęszczanie statyczne i dynamiczne,
- wymiana gruntów płytka lub wgłębna (np. pale piaskowe i żwirowe, kolumny kamienne, kolumny żwirowo-betonowe),
- prekonsolidacja gruntów na skutek wstępnego obciążenia, wstępnego obciążenia łącznie z zastosowaniem pionowych drenów piaskowych, jutowo-piaskowych i z tworzyw sztucznych, odwodnienia wgłębno,
- cementacja w gruntach i stabilizacja poprzez zastrzyki cementowe, cementowo-iłowe, iłowo-cementowo-piaskowe, cementowo-popiołowe, zastrzyki chemiczne (sylikatyzaacja), cebertyzacja, zastrzyki z żywic syntetycznych i uszczelniające (iłowe, bitumiczne), iniekcja strumieniowa, stabilizacja termiczna (zamrażanie i spiekanie gruntów), stabilizacja wgłębna proszkowa (kolumny wapienne i cementowo-wapienne, iniekcja proszkowa), stabilizacja powierzchniowa (mieszanki gruntowe optymalne, stabilizacja gruntów cementem, wapnem, popiołami lotnymi, żywicami, bitumami),
- zbrojenie podłoża i maszywów gruntowych: klasyczny grunt zbrojony, będący technologią francuską z lat 60. XX w., ośrodek gruntowy zbrojony geosyntetykami, zbrojenie szkieletów (gabiony), zbrojenie prętami (mikropale, gwoździowanie, kotwy gruntowe).

Ograniczenie niekorzystnych zjawisk występujących w podtorzu uzyskuje się, stosując geosyntetyki. Wykorzystane do stabilizacji podbudowy torowej redukują grubość warstwy nośnej lub warstwy ochronnej, zmniejszając tym samym zużycie tradycyjnych materiałów (tj. kruszywa łamanego lub pospółki) i obniżając koszty budowy (np. koszty transportu, czas wykonawstwa robót, zużycie energii), przy jednoczesnym zwiększeniu niezawodności, trwałości i właściwości eksploatacyjnych kolejowych budowli ziemnych.

Dzięki szerokiemu zakresowi możliwości wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą geosyntetyków w konkretnych projektach w zależności od istniejących warunków gruntowo-wodnych, rodzaju budowli ziemnej oraz zaistniałego odkształcenia zapewniony jest ich optymalny dobór. Należy jedynie mieć na uwadze, że wbudowanie materiału geosyntetycznego nie może stwarzać trudności w utrzymaniu nawierzchni kolejowej przy użyciu typowych maszyn torowych oraz budowie i konserwacji urządzeń podziemnych [7].

Do stabilizacji gruntu można także wykorzystać uboczne produkty spalania – popioły lotne posiadają właściwości wiążące i mogą być stosowane jako samodzielne spoiwo lub jako dodatek do innych spoiw. Dzięki zastosowaniu spoiwa hydraulicznego można uzyskać kilkakrotny wzrost nośności gruntu w stosunku do właściwości pierwotnych [8].

Odwodnienie podtorza

Odwodnianie to podstawowa metoda zwiększania stateczności podtorza i wytrzymałości gruntów w czasie budowy i eksploatacji.

Zapewnia także odpowiednie warunki pracy budowli i urządzeń znajdujących się w podtorzu. Co do zasady, wszystkie prace podtorzowe powinny poprzedzać wykonanie odpowiedniego stałego (trwałego) lub tymczasowego (roboczego) odwodnienia. W przypadku odwadniania podtorza oraz znajdujących się w nim budowli i urządzeń polega ono na właściwym ułożeniu przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych gruntów w budowli wraz z nadaniem im odpowiedniego kształtu oraz zastosowaniu niezbędnych urządzeń odwadniających (zbierających i odprowadzających wody powierzchniowe i podziemne oraz chroniących podtorze przed podtopieniem i niszczącym działaniem wód sąsiadujących cieków i zbiorników).

Wybór sposobów odwadniania podtorza oraz stosowanych w tym celu konstrukcji dokonywany jest na podstawie wyników badań i analiz. Pod uwagę bierze się takie czynniki, jak przewidywana skuteczność odwodnienia w danych warunkach, jego koszty, możliwości technologiczne, materiałowe i utrzymaniowe, wpływ na środowisko itp.

Odwodnienia dzielą się na powierzchniowe i głębokie. Drenowanie powierzchniowe polega na usuwaniu zagrożeń powodowanych przez wody powierzchniowe za pomocą odpowiedniego kształtowania, uszczelniania i wzmocnienia terenu i powierzchni budowli, odprowadzania wód drenażami naziemnymi i podziemnymi płytkami (zakładanymi w strefie przemarzania gruntu), odcinania dopływu wód przy użyciu pokryć szczelnych, Z kolei drenowanie głębokie polega na usuwaniu zagrożeń powodowanych przez wody gruntowe płynące, stagnujące i kapilarne za pomocą drenaży głębokich, niezamarzających zimą (niekiedy drenaże te służą również do odprowadzania wód powierzchniowych oraz odcinania dopływu tych wód przy użyciu ścianek szczelnych, ekranów zapobiegających filtracji itp.). W odwadnianiu wykorzystywane są takie urządzenia drenarskie, jak drenaże liniowe naziemne (np. rowy, rynny, wały odprowadzające), drenaże liniowe podziemne (np. sączki, ciągi drenarskie rurowe), drenaże płytowe (np. warstwy filtracyjne) czy konstrukcje pośrednie (np. sączki skarpowe, drenaże punktowe, przyporowe) oraz drenaże pionowe, w których dominuje pionowy kierunek przepływu wód.

W zakresie odwadniania skarp podtorza w przypadku znacznych wypływów wód z wyraźnych warstw wodonośnych stosuje się drenaż głęboki przy przekopie, na skarpie przekopu bądź pod rowem bocznym, odcinający lub zmniejszający dopływ wód gruntowych (wskazany jest jednak drenaż zupełny, odcinający dopływ). Innym sposobem jest drenaż skarpowy punktowy bezrurowy lub rurowy, który jest zakładany np. przy użyciu przebijaków pneumatycznych kret – wówczas należy zabezpieczyć powierzchnię skarpy pod wylotami drenów przed rozmyciem [1].

W systemach odwadniających zastosowanie znajdują także materiały geosyntetyczne, które zatrzymując drobne cząstki gruntu niesione wraz z wodą, działają jako filtr. Geosyntetyki w tej funkcji stosuje się w gruntach różnoziarnistych i niejednorodnych, gdy na styku gruntu z zasypką nie jest spełniony warunek stabilności mechanicznej (filtracji) [7].



Zastosowanie geosyntetyków do umocnienia skarp (geokrata ElikopolBasic),
fot. Elikopol BK Sp. z o.o



Zastosowanie geosyntetyków do wzmocnienia podtorza,
fot. Elikopol BK Sp. z o.o

Modernizacja nawierzchni torowej

W zakres naprawy głównej nawierzchni kolejowej, która polega na odtworzeniu stanu pierwotnego, z możliwością zastosowania innych materiałów niż użyto wcześniej, wchodzi roboty budowlane mające na celu przywrócenie sprawności technicznej drogi szynowej. Sprowadzają się one w zasadzie do ciągłej wymiany szyn, podkładów oraz ciągłego oczyszczenia podsypki z jej uzupełnieniem i zagęszczeniem.

Roboty główne ze względu na zakres prowadzonych robót naprawy można podzielić na kompleksowe, które polegają na ciągłej i kompletnej wymianie wszystkich głównych elementów nawierzchni (szyn, podkładów i podsypki), oraz niekompleksowe, podczas których ciągłej wymianie podlegają jeden lub dwa elementy nawierzchni (np. tylko szyn lub szyn i podkładów). Innym kryterium podziału jest stopień i zakres robót torowych – pod tym kątem wyróżnia się metody małej i pełnej mechanizacji.

Z uwagi na konstrukcję nawierzchni kolejowej i zastosowane maszyny wykorzystuje się trzy podstawowe technologie. Tech-

nologię przesłową naprawy głównej nawierzchni kolejowej w pełnym zakresie stosuje się głównie w torach klasycznych, a jej nazwa nawiązuje do wymiany (wyjęcia i ułożenia) całych przesł torowych (szyny połączone z podkładami). Wymianę nawierzchni metodą przesłową można wykonać przy użyciu:

- samojezdnych suwnic bramowych, które poruszają się po torze podsuwnicowym (SBT-5),
- żurawi do układania przesł torowych, które poruszają się po istniejącym torze (UK-25),
- maszyn do układania nawierzchni, które poruszają się po torowisku, wykorzystując własny układ jezdny, np. gąsienicowy.

Kolejną technologią jest naprawa główna toru bezstykowego z zastosowaniem metody przesłowej, która wymaga wykonania dodatkowego etapu prac w związku z wymianą szyn klasycznych na szyny długie. W tej metodzie cykl wymiany nawierzchni kolejowej przebiega jednoetapowo – stare przesła są wyjmowane z toru, następnie rozkładane są nowe podkłady, a ostatni krok stanowi ułożenie i połączenie szyn długich w tor bezstykowy. Typ wykorzystywanych w tej metodzie maszyn zależy od rodzaju wyjmowanych



Zakład Robót Inżynierskich Henryk Chrobok i Hubert Chrobok sp.j.

ul. Gościnną 101, 43-220 Bojszowy Nowe, woj. śląskie
tel. 32 218 90 00, fax 32 328 92 91
info@firma-chrobok.pl



www.firma-chrobok.pl

Zabezpieczenia wykopów:

- ścianki szczelne z grodzic stalowych
- ścianki berlińskie
- wbijanie rur i kształtowników stalowych
- palisady



Inżynieria bezwykopowa:

- przewiertki i przeciski poziome
- mikrotuneling
- przewiertki sterowane horyzontalne
- czyszczenie i cementowanie istniejących rurociągów
- relining
- kraking

Wzmocnienia gruntu:

- iniekcja jet-grouting
- pale CFA
- kolumny DSM
- pale VIBREX / VIBRO
- kolumny żwirowe
- pale przemieszczeniowe
- mikropale
- kotwy i gwoździe gruntowe





Jakie są wymagania stawiane geosyntetykom wykorzystywanym do modernizacji podtorza kolejowego?

W budownictwie kolejowym obowiązują wymagania dla geosyntetyków zgodne z *Warunkami technicznymi utrzymania podtorza kolejowego*

Id-3, sformułowanymi przez PKP Polskie Linie Kolejowe SA. Niestety, niektóre podane w przepisach parametry są chybione i nie określają w sposób właściwy istotnych wymogów. Specyfikacja dla syntetyku filtracyjnego jest stosunkowo najkorzystniejsza – podaje wytrzymałość CBR i wodoprzepuszczalność, a są to najistotniejsze parametry dla tego zastosowania. Szkodliwe jest natomiast określanie gramatury i grubości – parametrów, które ze względu na wagę eliminują inne wysokomodułowe (wyższej klasy) geowłókniny kosztem wykonywanych z odpadu czy recyklingu. Jeżeli chodzi o wymogi podawane dla włókien rozdzielająco-filtracyjnych, a poprawnie separująco-filtracyjnych, istotne są takie parametry, jak wytrzymałość na rozciąganie, CBR, wodoprzepuszczalność. I znów bezsensowne jest eliminowanie – przez określanie gramatury – producentów materiałów lepszych, którzy przy mniejszej wadze uzyskują lepsze parametry separacyjno-wzmacniająco-filtracyjne. Najgorzej sprawa wygląda w przypadku wymagań dla geosiatek wzmacniających. Tutaj, o zgrozo, autor wymagań podaje, że minimalne parametry to dwuosiowość, minimalna wytrzymałość 20 KN (niewielka), maksymalne wydłużenie 20% (gdyby do niego doszło, oznaczałoby to katastrofę, gdyż na każdym metrze podbudowy wydłużenie wynosiłoby 20 cm) oraz wytrzymałość węzła. Natomiast najistotniejszego parametru z punktu widzenia zbrojenia – wytrzymałości przy początkowym wydłużeniu 2, 3, 5% – nie określa się! Geosyntetyki używane zarówno w budownictwie drogowym, jak i kolejowym znajdują szerokie zastosowanie przy konsolidacji, wzmocnieniu, stabilizacji. Diabeł jak zwykle tkwi w szczegółach – w szczegółach specyfikacji i właściwych wymaganiach. Niezrozumiałe jest także odrzucenie przez *Id-3* geotkanin w miejsce geowłókien do separacji, skoro tkanina ma mniejsze wydłużenie i dużo większą wytrzymałość na rozciąganie oraz CBR niż w przypadku materiału o podobnym koszcie. Niestety, jeśli podstawowe wymagania stawiane materiałom wykorzystywanym w kolejnictwie są określone niewłaściwie, utrudnia to prawidłowy ich dobór, a co za tym idzie, obniża ich wartość w konkretnych instalacjach.

Mariusz Lachowicz,
prezes zarządu Elikopol BK Sp. z o.o.

przęseł i układanych podkładów. Zwykle są to samojezdne suwnice bramowe lub portalowe z podwieszonym trawersem, do którego mocowane jest przęsło lub podkłady.

Na potrzeby budownictwa została także zaadaptowana przemysłowa metoda produkcji taśmowej, zwana metodą pracy równomiernej lub metodą potokową. W tej metodzie tor kolejowy dzieli się na równe działki robocze, na których wykonuje się kolejne prace zespołami o zbliżonej pracochłonności (wydajności). Znajduje ona zastosowanie przy wymianie nawierzchni kolejowej w technologii przęsłowej i bezpręsłowej – wtedy działka robocza stanowi wielokrotność długości przęsła lub szyny długiej. Najlepsze efekty uzyskuje się jednak, wykorzystując specjalne maszyny do ciągłej i kompleksowej naprawy głównej – kombajny torowe, dzięki którym wymiana elementów nawierzchni kolejowej odbywa się przy ich ciągłym ruchu, nie ma więc potrzeby dzielenia toru na działki robocze. Zarówno metoda, jak i system transportu i wyładunku materiałów do budowy nawierzchni kolejowej są w dużym stopniu zależne od technologii naprawy głównej i stosowanych maszyn torowych [9].

Podsumowanie

Skomplikowane wzajemne oddziaływania taboru, nawierzchni i ciągle zwiększające się obciążenia i prędkości pociągów wiążą się z koniecznością modernizacji podtorza. Jak wynika z doświadczeń eksploracyjnych niewykonywanie tych robót lub wykonywanie ich w zbyt małym zakresie powoduje zwiększanie się liczby uszkodzeń nawierzchni lub niewystarczające ograniczanie tempa ich narastania. Odpowiednie utrzymanie podtorza staje się tym istotniejsze, że obecnie podtorze ma decydujące znaczenie w kwestii unowocześniania istniejących linii kolejowych i zwiększania prędkości pociągów.

Literatura

[1] Skrzyński E.: *Podtorze kolejowe*. PKP Polskie Linie Kolejowe SA. Warszawa 2010.
 [2] *Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3*. Załącznik do Zarządzenia nr 9 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe SA z 4 maja 2009 r.
 [3] Gradkowski K.: *Możliwości wzmacniania podtorza w warunkach inter-operacyjności kolei*. „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP” 2013, nr 2 (101), s. 101–108.
 [4] *Poradnik wzmocnienia podłoża gruntowego dróg kolejowych*. Red. Z. Biedrowski. Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Lądowej. Poznań 1986.
 [5] Pisarczyk S.: *Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005.
 [6] Surowiecki A.: *Modernizacja konstrukcji dróg szynowych. Badania modelowe i eksploatacyjne*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych im. gen. T. Kościuszki. Wrocław 2013.
 [7] Zelek Z.: *Geosyntetyki w konstrukcji podtorza*. „Problemy Kolejnictwa” 2014, z. 165, s. 119–134.
 [8] Cyske W.: *Wzmacnianie podtorza kolejowego metodą stabilizacji ubocznymi produktami spalania*. Materiały V Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej *Problemy modernizacji i budowy podtorza kolejowego*. Wrocław–Szklarska Poręba, 14–15 października 2010 r. Wrocław 2010, s. 57–67.
 [9] Kędra Z.: *Drogi szynowe. Technologia robót torowych*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2014.



LIDER W DOSTAWACH I DORADZTWIE W ZAKRESIE GEOSYNTETYKÓW



Elikopol BK Sp. z o.o.

43-316 Bielsko-Biała

Al. Armii Krajowej 171

tel./fax 33 814 77 86

e-mail: kontakt@elikopol.com.pl

PODSTAWOWĄ OFERTĘ FIRMY STANOWIĄ

geosiatki,
georuszty,
geotkaniny,
geowłókniny,
geokompozyty,
geokraty,
maty biodegradacyjne,
biowłókniny,
bentomaty,
geomembrany,
geotuby,
gabiony,
siatki stalowe,
płotki HDPE
zapobiegające migracji
ptaków.



www.elikopol.com.pl

Elikopol BK Sp. z o.o.

Rury GRP firmy Superlit



Przepusty stalowe firmy Tubosider



W zakresie wzmocnień
podłoża, kolumn, pali
współpracujemy z firmą

