

S&P ZBROJENIE NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH



SIATKI WSTĘPNIE PRZESĄCZANE
ASFALTEM

- S&P CARBOPHALT®
- S&P GLASPHALT®



W Polsce mamy blisko 259 tys. km dróg publicznych o twardej nawierzchni w tym ponad 18,5 tys. km dróg krajowych, 28,5 tys. km dróg wojewódzkich, 114 tys. km dróg powiatowych oraz 97,5 tys. km dróg gminnych. Biorąc pod uwagę gęstość zaludnienia, długość sieci dróg na km² powierzchni kraju jest u nas większa od średniej dla całej Unii.

Zły stan techniczny nawierzchni to polska „choroba” dróg. Sytuacja staje się tym trudniejsza, iż prognozowane natężenie ruchu w roku 2020 będzie dwukrotnie wyższe niż w roku 2000.

Szczególnie ważnym zagadnieniem są remonty i modernizacja istniejących dróg. Opracowanie właściwej technologii naprawy stanowi znaczące wyzwanie zarówno dla administratorów dróg jak również projektantów. Technologie stosowane przy naprawie i wzmacnianiu nawierzchni powinny zapewnić ich długoletnią trwałość przy założonym wzroście natężenia ruchu i obciążenia osi pojazdów.

Bardzo często prowadzone prace zakładają wymianę części warstw nawierzchni przy pozostawieniu istniejących podbudów (szczególnie na sieci dróg samorządowych). Jednym z istotnych czynników przy tego typu remontach staje się zapobieganie propagacji rys w istniejących warstwach w warstwy nowo-układane. Aby zapobiec propagacji rys, jak również ograniczyć stosowanie grubych warstw z MMA stosuje się różnego typu membrany przeciwpękaniowe. Jedną z technologii jest zabudowywanie warstw geosyntetyków, które w zależności od typu i cech mechaniczno-wytrzymałościowych mogą tylko zapobiegać propagacji rys lub też dodatkowo wzmacniać nawierzchnię. Należy zwrócić uwagę, iż „wzmocnienie” konstrukcji nawierzchni, w przypadku większości stosowanych geosyntetyków, polega na zwiększeniu trwałości zmęczeniowej nawierzchni, a nie bezpośrednio podniesieniu nośności konstrukcji.

Geosyntetyki stosowane w warstwach asfaltowych ze względu na charakter pracy możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- warstwy rozdzielające tzw. SAMI (rozpraszające naprężenia) – w przypadku geosyntetyków są to włókniny (czasami w kombinacji z siatką - geokompozyt) układane na podłożu intensywnie skropionym asfaltem. Materiały te mają za zadanie separowanie warstwy poniżej od warstw leżących powyżej geosyntetyku.
- warstwy zbrojące – siatki stanowiące element przenoszący siły rozciągające (spełniają one funkcję zbliżoną jak stal zbrojeniowa w konstrukcjach żelbetowych)
Materiał stanowiący zbrojenie warstwy asfaltowej musi w możliwie małym stopniu zakłócać połączenie warstwy poniżej geosyntetyku z warstwą leżącą powyżej tzn. musi być właściwie zakotwiony.

Połączenie międzywarstwowe (stare i nowe warstwy)

Uzyskanie właściwego, tzn. zgodnego z przewidywaną technologią remontu, połączenia pomiędzy warstwami ma kapitalne znaczenie dla trwałości nawierzchni. W przypadku przewidzianej w remoncie warstwy rozdzielającej (SAMI) musimy na etapie projektowania technologii obliczyć trwałość zmęczeniową nowych warstw bez powiązania z warstwami istniejącymi. Może to prowadzić do konieczności zastosowania nowych warstw o większej grubości.

W momencie gdy technologia remontu przewiduje zastosowanie warstwy zbrojącej to na etapie wykonywania remontu takie połączenie musi zostać zapewnione. Tylko na skutek braku połączenia między warstwami spadek trwałości zmęczeniowej nawierzchni może wynieść ponad 90% (obliczenia dla konstrukcji nawierzchni wg Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, 1997 dla okresu jesienno- i wiosennego kategorii ruchu KR3).

Najpowszechniej stosowana metoda badania połączenia międzywarstwowego jest tzw. metoda Leutnera. W różnych europejskich przepisach i zaleceniach podawane są wartości minimalnych sił ścinających na połączeniu między warstwami i wynikające z nich wartości minimalnych naprężeń ścinających. Wartości minimalnych naprężeń wynoszą od 0,8 MPa do nawet 1,5 MPa (w warunkach polskich Zeszyt nr 66 IBDiM wymaga 1,3 MPa).



Materiały S&P - Dane techniczne

Grupa S&P od blisko 20 lat zajmuje się między innymi produkcją geowłókn do wzmacniania warstw asfaltowych nawierzchni. Bazując na posiadanym doświadczeniu w zastosowaniu materiałów z wysokowytrzymałych włókien przy wzmacnianiu konstrukcji inżynierskich, opracowaliśmy nowe typy siatek stanowiący zbrojenie nawierzchni. Przy ich opracowywaniu najważniejsze były dwa podstawowe założenia:

- przejście możliwie dużych sił przy możliwie małych przemieszczeniach
- możliwość przejścia i przeniesienia sił – właściwe zakotwienie siatki zbrojącej

Konsekwencją takiego postępowania była produkcja siatek o handlowych nazwach S&P Glasphalt® G (GV) i S&P Carbophalt® G (GV) w których to:

- zastosowano włókna szklane i węglowe o wysokich modułach sprężystości (moduł sprężystości włókien węglowych wyższy od modułu sprężystości stali) – małe wydłużenia graniczne
- wprowadzono przesączenie asfaltem wiązek włókien już w procesie produkcji siatki – właściwe połączenie siatki z podłożem jak również brak negatywnego wpływu na połączenie warstw nawierzchni (spełnienie warunku zakotwienia zbrojenia)

Zastosowanie siatek wstępnie przesączanych asfaltem S&P Glasphalt® G (GV) i S&P Carbophalt® G (GV) zapewnia uzyskanie właściwych wartości sił międzywarstwowych bez dodatkowych zabiegów. Jest to możliwe dzięki dwóm cechom jakimi charakteryzują się siatki S&P. Po pierwsze przesączenie asfaltem wiązek włókien tworzących osnowę i watek siatki zapewnia właściwe zespolenie siatki z warstwą dolną (układanie na gorąco sprawia iż asfalt ulega uplastycznieniu i dobrze przywiera do podłoża) jak i górną (ciepło nowowbudowanej masy uplastycznia asfalt w wiązkach siatki zespalać siatkę z układaną MMA). Po wtóre siatka w węzłach stabilizowana jest asfaltem. Ciepło wbudowywanej MMA uplastycznia asfalt dzięki czemu wiązki siatki mogą przesuwać się między sobą, okienka w siatce mogą się powiększać umożliwiając właściwe ułożenie się kruszywa i połączenie z dolną warstwą. Jest to szczególnie ważne i jak najbardziej możliwe przy układaniu siatki na warstwach frezowanych gdzie przesuwające się wiązki siatki dostosowują się również do kształtu podłoża (układanie na gorąco). Oczywiście w ofercie pozostają najbardziej tradycyjne rozwiązania do tworzenia warstw separujących tzn. geokompozyty o handlowych nazwach S&P Glasphalt® GS i S&P Carbophalt® GS.

Szczegółowe sposoby i warunki zabudowy poszczególnych materiałów podano w Kartach Informacji Technicznej dla każdego z wyrobów.

Siatki do zbrojenia nawierzchni			
	S&P Glasphalt® G	S&P Glasphalt® GV	S&P Glasphalt® G 65
Materiał: wzdłuż w poprzek	włókno szklane włókno szklane	włókno szklane włókno szklane	włókno szklane włókno szklane
Nośność: wzdłuż w poprzek	120 kN/m 120 kN/m	120 kN/m 120 kN/m	65 kN/m 65 kN/m
Materiał pokrywający włókna	asfalt	asfalt	asfalt
Skropienie podłoża*	150 g/m ²	300 g/m ²	150 g/m ²
Minimalna grubość warstwy przykrywającej	4–5 cm	4–5 cm	4–5 cm

*- skropienie podłoża podawane jest jako ilość pozostałego lepiszcza

Siatki do zbrojenia nawierzchni			
	S&P Carbophalt® G	S&P Carbophalt® GV	S&P Carbophalt® G 200/200
Materiał: wzdłuż w poprzek	włókno szklane włókno węglowe	włókno szklane włókno węglowe	włókno węglowe włókno węglowe
Nośność: wzdłuż w poprzek	120 kN/m 200 kN/m	120 kN/m 200 kN/m	200 kN/m 200 kN/m
Materiał pokrywający włókna	asfalt	asfalt	asfalt
Skropienie podłoża*	150 g/m ²	400 g/m ²	150 g/m ²
Minimalna grubość warstwy przykrywającej	2–3 cm	2–3 cm	2–3 cm

*- skropienie podłoża podawane jest jako ilość pozostałego lepiszcza

TESTOWANIE

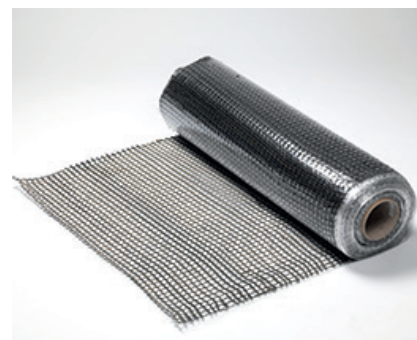
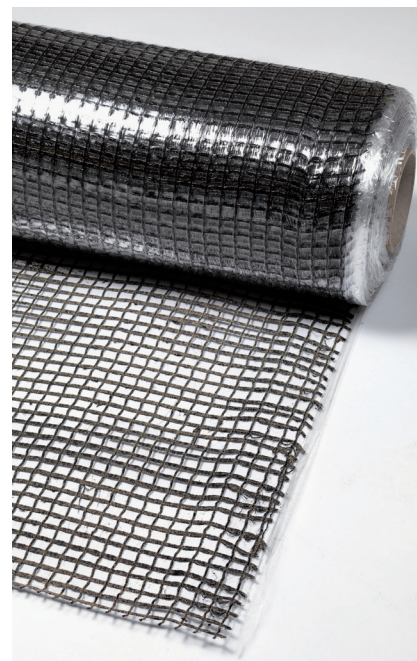
WPŁYW SIATEK S&P NA NAWIERZCHNIĘ POD OBCIĄŻENIEM

W Instytucie EMPA badano różnorodne, zbrojone warstwy asfaltowe pod obciążeniem dynamicznym (badanie metodą zginania czteropunktowego). Typowe modele zniszczenia pokazują zdjęcia obok.

Zniszczenie próbki referencyjnej następuje na skutek pojawienia się rysy w środku rozpiętości belki prowadzącej w konsekwencji do pęknięcia próbki. W przypadku próbki ze zbrojeniem S&P Carbophalt® G naprężenia zostają przejęte przez siatkę zbrojeniową i rozłożone na całą powierzchnię zbrojenia; pojawia się szereg drobniejszych rys nie przechodzących jednak przez pełną grubość warstwy.

Siatki S&P Glasphalt® G (GV) i S&P Carbophalt® G (GV) wpływają w znaczący sposób na wzrost wytrzymałości i zdolności przenoszenia obciążeń – statyczne zginanie. Umożliwiają większe deformacje warstw asfaltowych bez wystąpienia zjawiska pęknięcia warstwy. W początkowej fazie narastania odkształceń zarówno warstwy zbrojone jak i bez zbrojenia zachowywały się w sposób zbliżony (wraz ze odkształcenia następował wzrost przenoszonych obciążeń). Po przekroczeniu określonej wartości odkształcenia (w badaniach było to przy wartości obciążenia ok. 5 kN i odkształceniu ok. 2 mm) dla warstw niezbrojonych następował radykalny spadek przenoszonej siły. W przypadku warstwy zbrojonej siatką szklaną S&P Glasphalt® G wartość obciążenia utrzymywała się na niezmiennym poziomie i dopiero po osiągnięciu 5-krotnej wielkości odkształcenia w stosunku do próbki niezbrojonej następował spadek obciążenia przy przyroście odkształcenia (obciążenie ok. 5,5 kN i odkształcenie ok. 10 mm). Dla warstw zbrojonych siatką S&P Carbophalt® G zaobserwowano zarówno radykalny wzrost przenoszonych obciążeń jak i odkształceń.

Siatki S&P Glasphalt® G (GV) są w stanie przejąć naprężenia rozciągające i ograniczyć zjawisko powstawania rys w warstwach asfaltowych (szczególnie przy większych deformacjach tych warstw). W przypadku siatek S&P Carbophalt® G (GV) ze względu na wysoki moduł sprężystości daje się zauważyć dodatkowo również wzrost nośności warstw asfaltowych.



1 Próbka referencyjna bez zbrojenia



2 Próbka ze zbrojeniem z siatki o niskim module sprężystości



3 Próbka ze zbrojeniem S&P Carbophalt® G

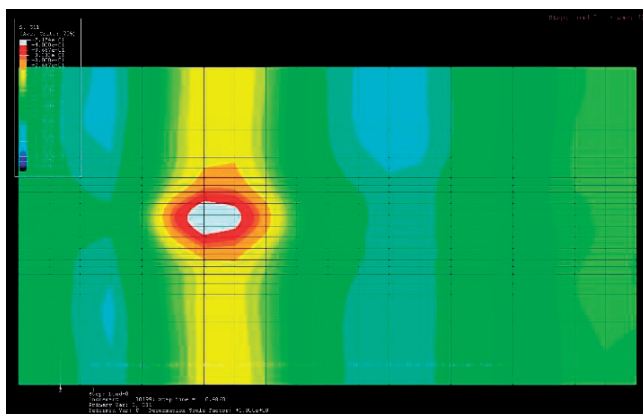
Kompleksowy program badawczy polegał również na określeniu wpływu zbrojenia w postaci siatek S&P Carbophalt® G (GV) umieszczonych na różnej głębokości na pracę nawierzchni wykonanych z różnego typu MMA.

Wyniki badań wskazują, iż zbrojenie powinno być zabudowywane pomiędzy dwoma, dobrze połączonymi warstwami asfaltowymi. Nie zauważono wpływu zbrojenia na redukcję naprężeń jeżeli jest ono mocowane tylko jednostronnie do wzmacnianego elementu – potwierdzenie znaczenia właściwego zespolenia warstw nawierzchni. Dzięki zastosowaniu siatek S&P Carbophalt® G (GV) można osiągnąć w nawierzchni pod obciążeniem bardzo znaczącą redukcję naprężeń rozciągających (o 26% przy zabudowie na głębokości 4 cm) co w konsekwencji ma istotne znaczenie dla trwałości konstrukcji – zwiększenie żywotności nawierzchni asfaltowych. Rysunki pokazują rozkład naprężeń rozciągających pod kołem.

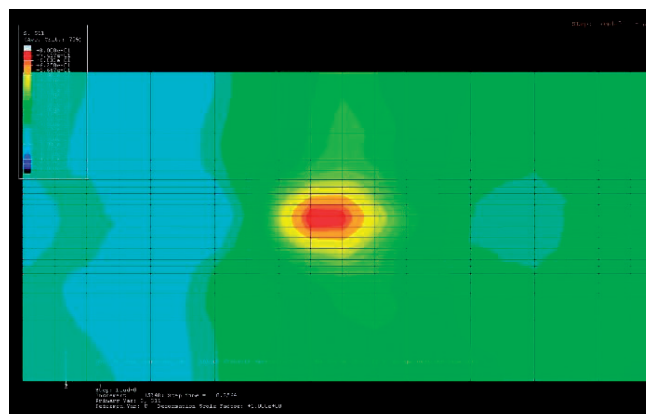
WPŁYW TEMPERATURY

MMA posiadają różną charakterystykę w zależności od temperatury – przy niskich temperaturach pracują jak materiały sprężyste i wraz ze wzrostem temperatury charakter ich pracy zmienia się na lepki (moduł sztywności obniża się wraz ze wzrostem temperatury). Pojawienie się rys związane jest głównie z pracą nawierzchni w obszarze sprężystym, a więc w okresie niskich temperatur (przy wysokich temperaturach mamy do czynienia z deformacjami plastycznymi – koleiny). Bardzo istotne jest zatem określenie efektywności zbrojenia w zależności od temperatury ze szczególnym uwzględnieniem niskich temperatur.

Badania wykazały w sposób dobitny pozytywny wpływ siatek na ograniczenie pojawiania się pęknięć warstw asfaltowych. Wpływ ten jest tym większy im niższa jest temperatura pracy nawierzchni. Wyniki tych badań naturalnie odnoszą się jedynie do warunków w których zapewnimy właściwe zakotwienie zbrojenia tzn. pełne zespolenie warstw nawierzchni.



1 Rozkład naprężeń w warstwie bez zbrojenia



2 Rozkład naprężeń w warstwie z siatką S&P Carbophalt® G

WYZWANIA NA PRZYSZŁOŚĆ

RECYKLING

Potencjał zbrojenia S&P Glasphalt® i Carbophalt® do mielenia i recyklingu został udowodniony w testach zakrojonych na szeroką skalę.

[Ref. : Dr.-Ing. D. Gogolin "Effectiveness and Sustainability of Asphalt Reinforcements" – INGENIEURGRUPPE PTM – Dortmund]

Przebadano cały proces, od frezowania, do ponownego użycia materiałów. Przeprowadzając badania nowych warstw asfaltu przy zastosowaniu materiałów z recyklingu zawierających pozostałości S&P Glas-/Carbophalt® G (do 30% materiału z recyklingu), nie zaobserwowano żadnych efektów negatywnych związanych z deformacjami i koleinowaniem.

Wyniki te potwierdzają, że materiały po frezowaniu z pozostałościami zbrojenia S&P Glas-/Carbophalt® G nadają się idealnie do recyklingu i są w pełni zgodne ze strategią ochrony środowiska.

Łatwe frezowanie	Brak zauważalnych problemów związanych z występowaniem w masie siatek wzmacniających.
Czyszczenie frezarki	Bez dodatkowej pracy. Na głowicach frezujących nie znaleziono pozostałości zbrojenia.
Koszty ponownego użycia	Brak wpływu na procesy w wytwórniach asfaltu. Koszty można kalkulować w ten sam sposób jak dla frezowanych materiałów bez zbrojenia.
Recykling	Brak negatywnych skutków użycia, takich jak odkaształenia i koleiny, nawet w przypadku warstwy ścieralnej zawierającej 30% kruszyw z materiałów pochodzących z recyklingu wzmocnionego asfaltu.



Frezowanie obszaru testowego



Głowica frezarska po frezowaniu siatki zbrojącej S&P



Pozostałości włókien w zmielonym materiale

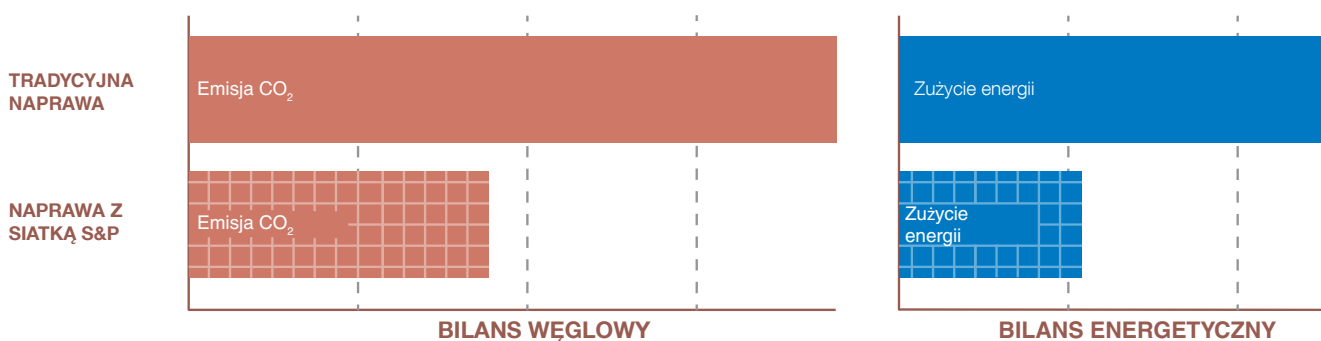
BILANS WĘGLOWO - ENERGETYCZNY

Technologia wzmacniania musi również być zrównoważona na poziomie środowiska.

Przy analizie wpływu na środowisko należy uwzględnić 2 czynniki:

- **Bilans węglowy:** jest to porównanie emisji CO₂ dla realizacji 2 różnych rozwiązań.
- **Bilans energetyczny:** jest to porównanie energii potrzebnej do realizacji 2 różnych rozwiązań.

Firma S&P Reinforcement zleciła niezależnemu specjalście analizę rozwiązań S&P. Studium przypadku zdecydowanie wykazało, że bilans węgla i energii jest dodatni.



[Ref. : M. Safi "LCC & LCA, S&P Carbophalt® G 200/200" – FOLKBR – Stockholm]

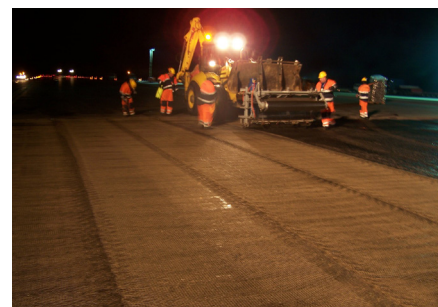
PRZYKŁADOWE REALIZACJE



WĘZEL KONOTOPA
AUTOSTRADA A2



ALEJE JEROZOLIMSKIE
WARSZAWA



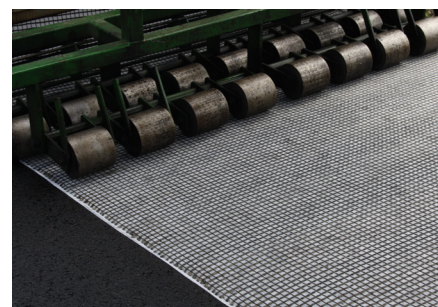
PŁYTA LOTNISKA
BYDGOSZCZ



DP 1291 B
SOKÓŁKA



PŁYTA LOTNISKA
ŁÓDŹ



UKŁADANIE SIATEK GV



PŁYTA LOTNISKA
MIŃSK MAZOWIECKI



RĘCZNE ROZKŁADANIE SIATEK S&P



DW 151
KŁODAWA



AUTOSTRADA A2



UKŁADANIE SIATEK NA PROMIE
ŚWINOUJŚCIE



DW 303
SMARDZEWÓ



UL. TOWAROWA
WARSZAWA



DK 22
SZCZUCZARZ



ZAJEJDZIA AUTOBUSOWA

www.sp-reinforcement.eu

POLSKA

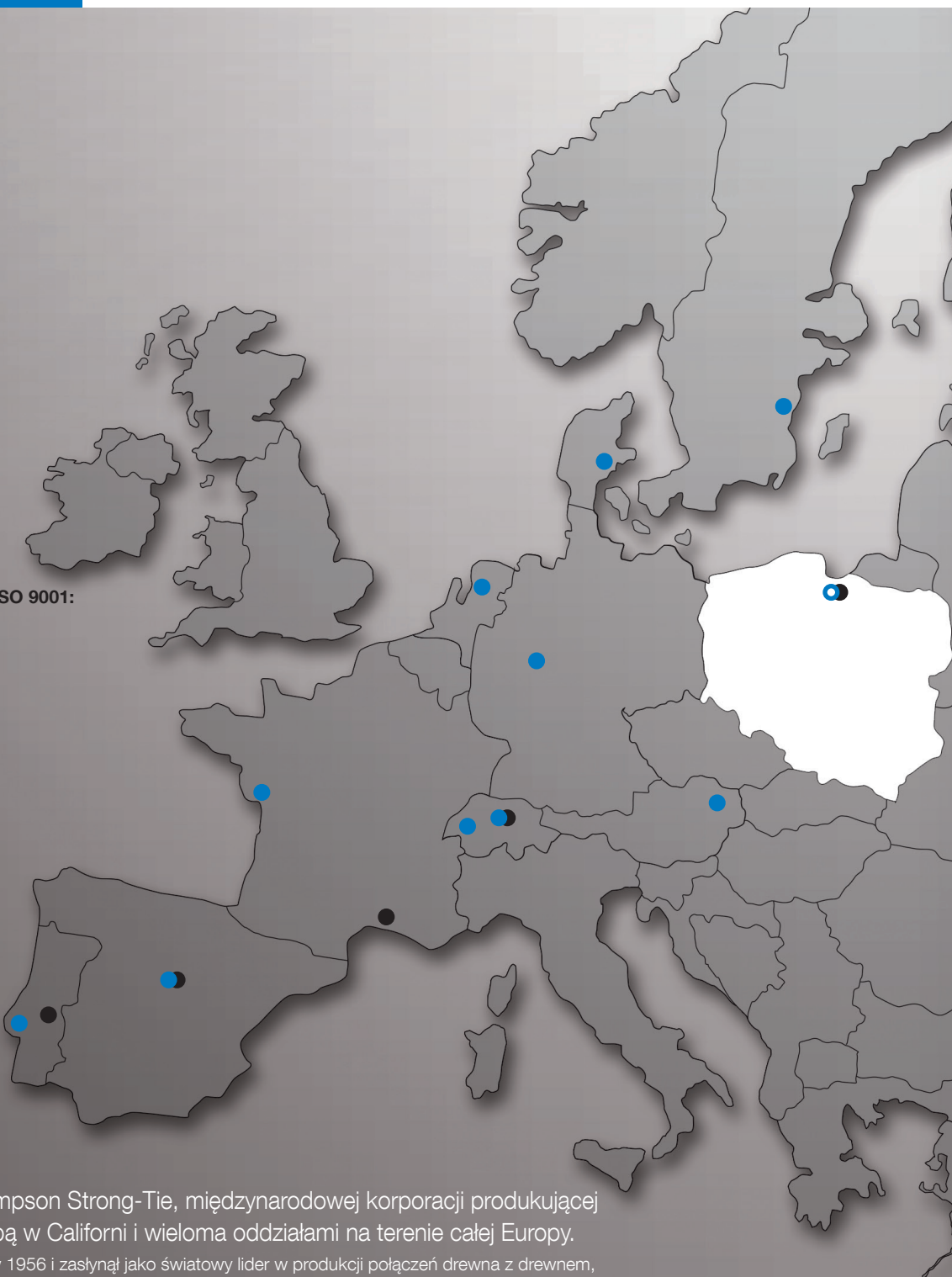
S&P Polska Sp. z o.o.
ul. Bydgoska 8
PL-82-200 Malbork
Phone: +48 55 646 97 00
Fax: +48 55 646 97 01
Web: www.sp-reinforcement.pl
E-Mail: info@sp-polska.pl

Inne oddziały w:

Austria
Beneluxu
Dania
Francja
Hiszpania
Niemcy
Portugalia
Szwajcaria
Szwecja

Produkcja europejska zgodnie z ISO 9001:

Francja
Polska
Portugalia
Szwajcaria
Hiszpania



Od 2012 S&P jest częścią Simpson Strong-Tie, międzynarodowej korporacji produkującej materiały budowlane z siedzibą w Californi i wieloma oddziałami na terenie całej Europy.

Simpson Strong-Tie został założony w 1956 i zasłynął jako światowy lider w produkcji połączeń drewna z drewnem, betonem i stalą.

Firma angażuje się w pomoc klientom w odniesieniu do ich indywidualnych potrzeb, oferując wyjątkowe produkty wymienione w katalogach, kompleksową obsługę inżynieryjno-techniczną, obsługę produktów, testowanie produktów i szkolenia, a także dostarczanie produktów na czas. Dzięki przejęciu firmy S&P, firma Simpson Strong-Tie nadal poszerza swoją ofertę o całą gamę napraw, rozwiązań zabezpieczających i wzmacniających związanych z konstrukcjami betonowymi. Łącząc mocne strony obu marek, Simpson Strong-Tie i S&P mogą zaoferować najwyższy poziom jakości i usługi, aby zaspokoić wszystkie Twoje potrzeby związane z naprawą, wzmocnieniem i odbudową. Czekamy na współpracę z Państwem przy następnym projekcie.

Skontaktuj się z nami: +48 55 646 97 00

www.sp-reinforcement.pl

