

Kotwy gruntowe DYWIDAG-GEWI®

W ostatnich latach na rynku budowlanym pojawiło się wielu dostawców rozwiązań dla geotechniki, w tym w szczególności systemów do stabilizacji gruntów. Należy podkreślić, że systemy te na pozór podobne, mogą się znacznie różnić – jakością materiału, czy też obróbką fabryczną. DSI (Dywidag Systems International), którego przedstawicielem na Polskę jest firma Suspa-DSI Polska, jest właścicielem patentu i znaku GEWI®, który po raz pierwszy został zarejestrowany w 1965 roku w Niemczech.

Przez ponad 40 lat system prętów GEWI® był poddawany próbom laboratoryjnym, a przede wszystkim był sprawdzany w praktyce na różnych budowach świata. Doświadczenie to pozwoliło w najbardziej optymalny sposób dopasować system do oczekiwań odbiorcy.

Kotwy i pale gruntowe DYWIDAG

Budowa

Kotwa stała systemu DYWIDAG składa się z (rys. 1):

- pręta ze stali GEWI® z lewostronnym grubozwojnym gwintem otoczonym zaczynem cementowym wykonanym w warunkach fabrycznych i zgodnym z [2], [3], [4];
- osłony HDPE gładkiej (w strefie swobodnej) i karbowanej (w strefie buławy);
- płyty oporowej i nakrętki sferycznej (lub innej w zależności od średnicy pręta i zastosowania) zabezpieczonej antykorozyjnie zgodnie z [1];
- czapki ochronnej wypełnionej smarem;
- dystansów zapewniających właściwą grubość otuliny zgodną z [1]

W przypadku, gdy kotwa ma być widocznym elementem konstrukcji, istnieje możliwość zastosowania dodatkowej czapki ochronnej ze stali szlachetnej. Spełnia ona podwójne zadanie: estetyczne oraz ochrony smaru antykorozyjnego przed wypłynięciem w miejscach, gdzie głowica jest narażona na zmienne działanie temperatur.

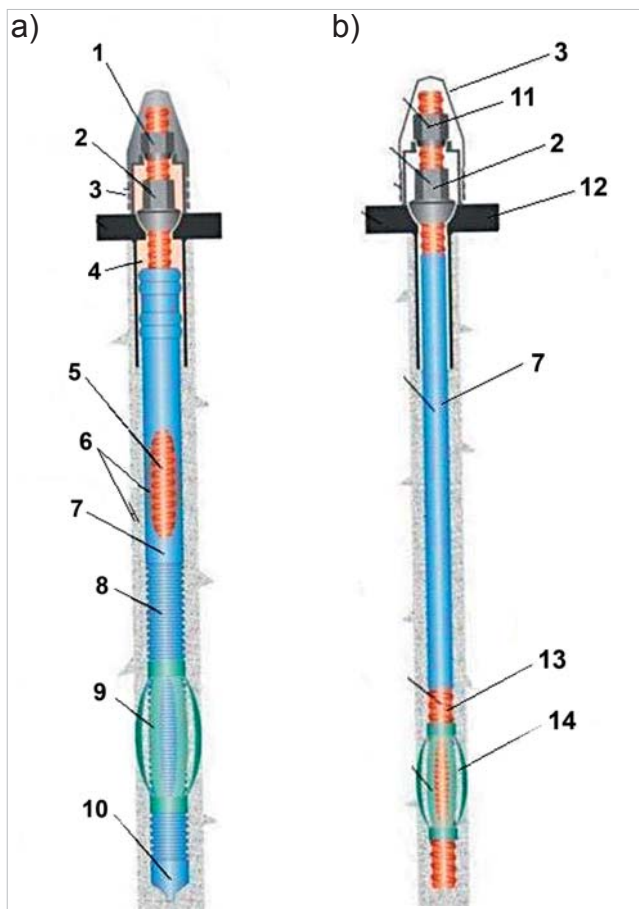
W celu zapewnienia największej ochrony antykorozyjnej stosuje się kotwy i pale stałe izolowane elektrycznie. Przykładowe rozwiązanie przedstawiono na rys. 2. Zakłada ono elektryczne oddzielenie głowicy kotwiącej od gruntu i kotwionej konstrukcji poprzez zastosowanie pierścienia izolacyjnego na głowicy oraz odizolowanie płyty kotwiącej poprzez zastosowanie płyty izolacyjnej.

Kotwy gruntowe a norma PN-EN 1537

W maju 2002 r. została wprowadzona norma PN-EN1537 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Kotwy gruntowe”. W związku z powyższym jest to prawnie obowiązujący w Polsce dokument, a kotwy gruntowe stosowane w budownictwie powinny spełniać jego założenia. Poniżej przedstawiono kilka najistotniejszych cech kotew DYWIDAG świadczących o ich zgodności z normą PN-EN 1537.

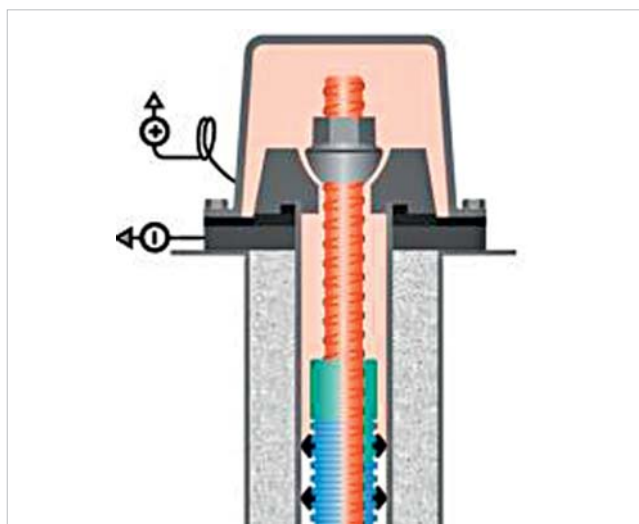
Ochrona antykorozyjna – kotwy stałe

„Minimalna ochrona przeciwkorozyjna ciągła kotwy trwałe powinna się składać z ciągłej warstwy produktu przeciwkoro-



1. Nakrętka z tworzywa sztucznego; 2. Nakrętka sferyczna; 3. Czapka ochronna; 4. Smar antykorozyjny; 5. Pręt gwintowany GEWI; 6. Zaczyn cementowy; 7. Osłona PE, gładka; 8. Osłona PE, karbowana; 9. Dystans; 10. Czapka iniekcyjna; 11. Nakrętka plastikowa; 12. Płyta oporowa; 13. Pręt gwintowany GEWI; 14. Dystans

Rys. 1. Kotwy DYWIDAG: a) stała b) tymczasowa



Rys. 2. Kotwa stała DYWIDAG izolowana elektrycznie

Data badania	Klasa stali	Średnica	Rozwarcie rys
01.08.2005	St 950/1050 (Y1050H wg prEN 10138-4)	Ø 26,5 mm	0,071 mm
01.08.2005		Ø 32 mm	0,077 mm
18.11.2002		Ø 36 mm	0,075 mm
18.11.2002		Ø 40 mm	0,073 mm
01.08.2005		Ø 47 mm	0,092 mm

Tab. 1. Rozwarcia rys pod obciążeniem użytkowym w strefie buławy

zyjnego, który nie ulegnie zniszczeniu podczas okresu użytkowania” [1]. Zapis ten stawia pod znakiem zapytania stosowanie kotew gruntowych, które podczas montażu pełnią również funkcję wiertła wprowadzającego w grunt i są zabezpieczone jedynie poprzez np. metalizację. Poparciem tej tezy jest [1 (tab. 3)], która dopuszcza ochronę antykorozyjną jedynie przy wykorzystaniu rurek plastikowych lub stalowych (na długości swobodnej gładkich, w strefie buławy karbowanych) wypełnionych substancją antykorozyjną. Wymagana otulina 10 mm zapewniona jest poprzez zastosowanie odpowiednich dystanserów (rys. 3).

Rozwarcie rys pod obciążeniem użytkowym

Normowy warunek rozwarcia rys pod obciążeniem użytkowym w strefie buławy dla kotew stalych wynosi 0,2 mm [1]. DSI (Dywidag System International) we współpracy z Uniwersytetem Technicznym w Monachium przeprowadziło badania zgodnie z załącznikiem B. Badanie A [1] przy obciążeniu siłą $P_0 = 0,60$ Ptk (równą naciągu blokowania). Wykazano rozwarcia rys, które zostały przedstawione w tab. 1. Wartości rozwarcia rys spełniają założenia normowe.

Połączenie swobodnej długości cięgna i głowicy kotwy

Kotwa DYWIDAG posiada stałą ochronę antykorozyjną zarówno w strefie swobodnej jak i w strefie buławy zgodną z [1 (tab. 3c)] „Pręty [...] umieszczone w pojedynczej, karbowanej rurze plastikowej oraz zaczynie cementowym.” W strefie swobodnej stosuje się rurę gładką umożliwiającą swobodną pracę cięgna a w strefie buławy rurę karbowaną. Połączenie swobodnej długości cięgna z zakotwieniem jest realizowane zgodnie z [1 (tab. 3, pkt. 3)], czyli spawana tuleja metalowa, szczelnie połączona z osłoną lub rurą części swobodnej cięgna i wypełniona produktem zapewniającym ochronę przeciwkorozyjną (rys. 4).

Zastosowanie łączników w strefie swobodnej i w strefie buławy

Ważną cechą kotew gruntowych DYWIDAG jest fakt możliwości łączenia ich za pomocą łączników-muf, zarówno w strefie swobodnej jak i w strefie buławy. W przypadku kotew trwałych jest to szczególnie ważne aby nie przerwać ciągłości ochrony antykorozyjnej oraz umożliwić nieskrępowany ruch pręta w strefie swobodnej. System przewiduje tutaj następujące możliwości:

- łączenie w strefie swobodnej (rys. 5),
- łączenie w strefie buławy (rys. 6).

Technologia wykonania kotew gruntowych DYWIDAG

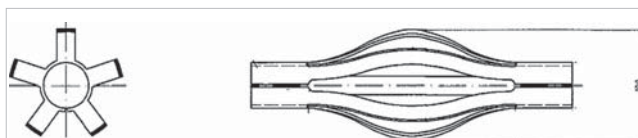
Wykonanie kotew gruntowych w technologii tradycyjnej można podzielić na 4 etapy:

1. Wiercenie otworu

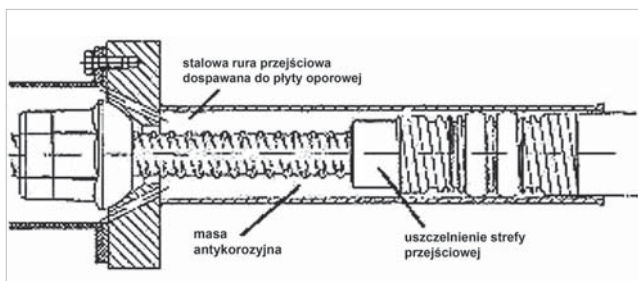
Generalnie zaleca się wykonanie otworu w rurze obsadowej; dopuszczalne jest wykonanie otworu bez rury obsadowej w gruntach spoistych.

2. Montaż kotwy w otworze

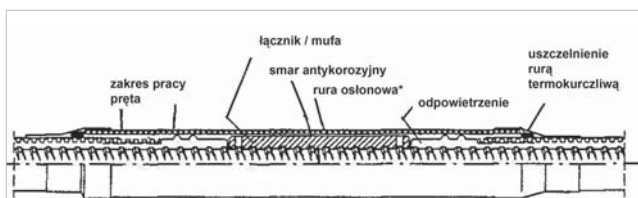
W strefie buławy zaleca się umiejscowienie pierwszego dystan-



Rys. 3. Dystanser

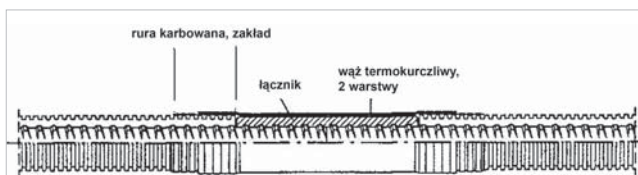


Rys. 4. Połączenie długości swobodnej z zakotwieniem

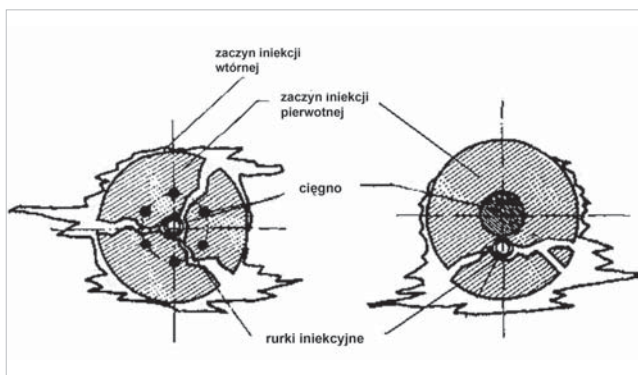


* zamiast rury osłonowej można zastosować na całej długości wąż termokurczliwy SATM

Rys. 5. Łączenie w strefie swobodnej



Rys. 6. Łączenie w strefie buławy

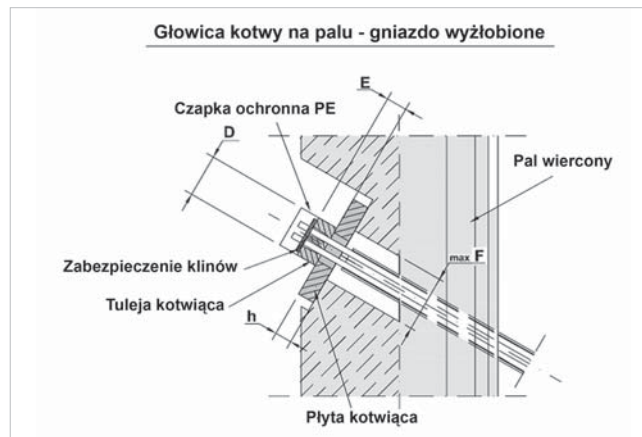
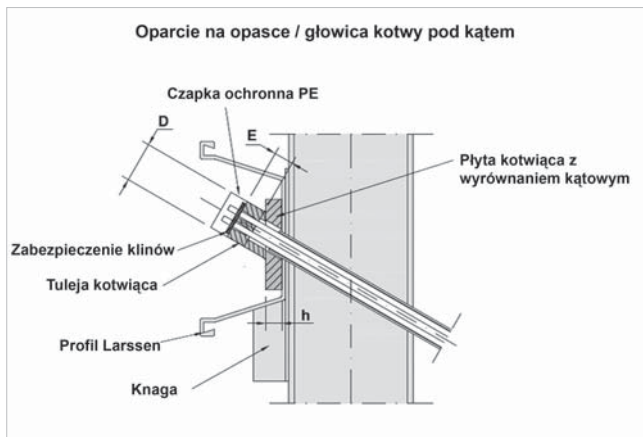


Rys. 7. Przekrój przez kotwę po iniekcji dodatkowej. Po lewej, centryczne ułożenie rurek iniekcyjnych, po prawej z zastosowaniem jednej rurki iniekccyjnej

su 0,75 m od końca buławy i następnie co 1,5–2,0 m. Badanie oraz doświadczenie pokazuje, że najbardziej ekonomicznym jest stosowanie buław w granicach 6–10 m. Dalsze zwiększanie buławy powoduje bardzo nieznaczny przyrost nośności [7]. Po wypełnieniu otworu zaczynem cementowym należy umiejscowić kotwę w otworze, a następnie wolno wysunąć rurę i uzupełnić ubytek zaczynu cementowego.

3. Iniekcja dodatkowa

Aby zwiększyć uciąg kotwy, stosuje się iniekcje dodatkowe. Ma to szczególne znaczenie w przypadku gruntów spoistych, gdzie tarcie na pobocznicę jest małe. Iniekcję dodatkową wykonuje się za pomocą specjalnych rurek iniekcyjnych, które mogą być zamontowane w dwojaki sposób:



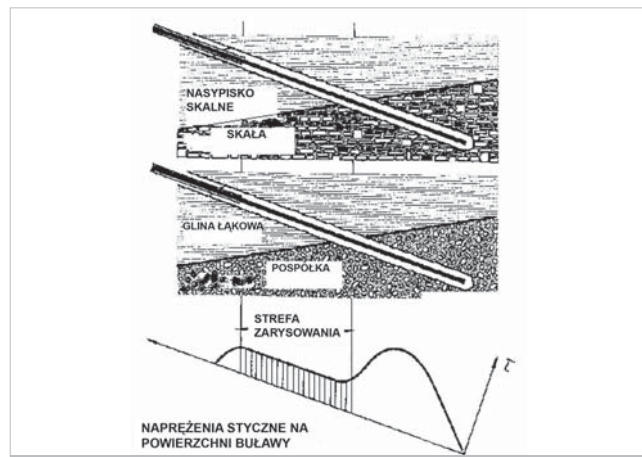
Rys. 8. Przykład rozwiązania oparcia głowicy kotwy

- a. System 2–3 rurek kończących się na różnych wysokościach buławy – rozwiązanie to gwarantuje, że w określonych punktach nastąpi iniekcja uzupełniająca.
- b. Jedna rurka iniekcyjna z wentylami umiejscowionymi na różnych wysokościach. Wentyle puszczaają, powodując wypływ zaczynu iniekcyjnego po zadaniu określonego ciśnienia w miejscu stawiającym najmniejszy opór. Opatentowana przez SUSPA-DSI taśma samogalwanizująca się, która w zależności od ilości zwojów ma różną wytrzymałość, zamyka się po zadaniu iniekcji, uniemożliwiając cofnięcie się iniektu. Według [8] zastosowanie iniekcji dodatkowej pozwala zwiększyć nośność kotwy nawet o ok. 30%. Stosowane ciśnienie iniekcji dodatkowej jest w granicach 5–30 bar.

4. Naciąg kotwy

Aby uniknąć znacznych długości kotew gruntowych, stosuje się kotwy ukośne [7]. Doświadczenia pokazują, że najbardziej ekonomiczne jest stosowanie kotew o nachyleniu 20°–30°. Dwa przykładowe rozwiązanie zamocowania kotwy pod kątem przedstawiono na rys. 8.

Realizując kotwy gruntowe pod kątem, należy zwrócić uwagę, aby nie przecinały one warstw gruntów o silnie zróżnicowanych wytrzymałościach. W przeciwnym przypadku, obciążenie zostanie nierównomiernie rozłożone najpierw na część buławy znajdującej się w gruntach „sztywniejszych”, podczas gdy część buławy znajdująca się w gruntach „miękkich” będzie miała znikomy udział w przenoszeniu obciążenia (rys. 9). Taka sytuacja może prowadzić do powstawania rys w buławie a w dalszej kolejności do zerwania ciągu [8].

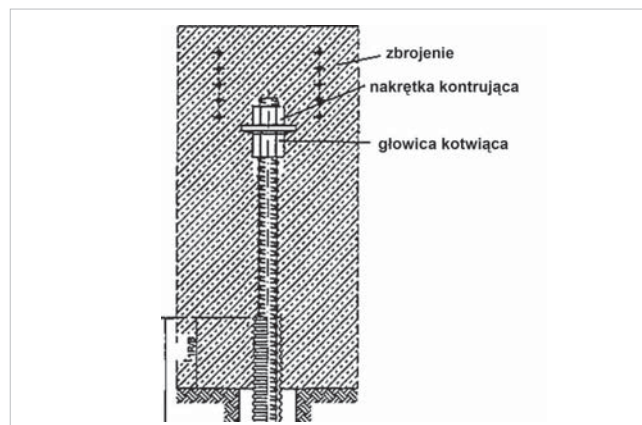


Rys. 9. Tarcie na poboczniczy buławy dla różnych warstwa gruntu [8]

Zalety kotew DYWIDAG

- łatwość sprężania i odpuszczania naciągu dzięki zastosowaniu zakotwienia gwintowanego;
- długości handlowe do 24 m zmniejszają konieczność stosowania łączników;
- wysoka przyczepność gwintu do zaczynu cementowego dzięki zastosowaniu gwintu trapezowego;
- możliwość wyrównania kąta na głowicy poprzez zastosowanie systemowych podkładek;
- dzięki ciąglemu nagwintowaniu, można pręt uciąć w dowolnym miejscu;
- „... zakotwienie cięgna nakrętką [...] jest bezpieczne i nie występują w nim poślizgi...” [7].

Zaletą kotew DYWIDAG jest też brak konieczności zbrojenia pala ściskanego poniżej płyty oporowej (rys. 10). Aprobata [5] uznaje za wystarczające zbrojenie górą.



Rys. 10. Zbrojenie pala ściskanego wg [5]



Fot. 1. Zastosowanie kotew gruntowych na kanale Oldenburg/Niemcy



Fot. 2. Zastosowanie kotew gruntowych na kanale Brünsbutel/Niemcy

Zastosowanie i obciążenia kotew gruntowych

Kotwy gruntowe znajdują zastosowanie w miejscach, gdzie zależy nam, aby ograniczyć ruchy górotworu, zbrocza itp. Poprzez zastosowanie sprężenia kotwy gruntowej, ewentualne ruchy zostają przejęte bezpiecznie poprzez ciągną.

Przy niektórych zastosowaniach kotew gruntowych należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia sił znakozmiennych. Taka sytuacja może wystąpić przy wykorzystaniu kotew jako pali gruntowych do budowy poddanych działaniom sił wyporu np. garaże podziemne, w których pale pracują jako rozciągane, jednakże w przypadku zajścia sytuacji wyjątkowych np. zalania garażu, są ściskane. Aprobata [5] dla pali gruntowych DYWIDAG dopuszcza działanie sił znakozmiennych. W takim przypadku należy zabrać pal powyżej i poniżej głowicy. Szczegółowe rozwiązanie podaje [5], natomiast tabele sił dostępne są w materiałach firmowych oraz w [7].

Podsumowanie

Niniejszy artykuł bazuje na doświadczeniach firmy SUSPA-DSI oraz przedstawionej poniżej literaturze i ma za zadanie zapoznanie szerokiego grona specjalistów: inwestorów, wykonawców i projektantów z systemem kotew gruntowych DYWIDAG ze stali GEWI®. Artykuł nie wyczerpuje tematu a jedynie zaznacza pewne cechy przedstawionego systemu. Uzupełnieniem palety produktów firmy SUSPA-DSI są kotwy samowierzące DSI, kotwy linowe, gwoździe gruntowe i skalne oraz żeliwne pale wciskane. ■

Literatura

[1] PN-EN 1537: „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Kotwy gruntowe”.

[2] PN-EN 445:1998 Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych. Metody badań.

[3] PN-EN 446: 1998 Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych. Metody iniekcji.

[4] PN-EN 447: 1998 Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych. Wymagania dotyczące zaczynu zwykłego.

[5] Aprobata Niemiecka Z-32.1-2 „DYWIDAG-GEWI Pfähle”.

[6] Aprobata Niemiecka Z-20.1-17 „DYWIDAG – Daueranker für Boden und Fels”.

[7] Jarominiak A., „Lekkie Konstrukcje Oporowe”, WKŁ W-wa.,

[8] Wichert L., Meininger W. „Verankerungen Und Vernagelungen im Grundbau”.

mgr inż. Cezary Sternicki
SUSPA-DSI Polska sp. z o.o.

SUSPA DSI

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL

TECHNOLOGIE SPRĘŻANIA



ZASTOSOWANIA SPECJALNE



SYSTEMY GEOTECHNICZNE



gwoździe skalne

kotwy prętowe



mikropale

kotwy samowierzące



kotwy linowe

Suspa-DSI Polska sp. z o.o.
ul. Gnilna 2/20, 80-847 Gdańsk

tel.: 058/ 7667418, fax: 058/ 7667417
cezary.sternicki@suspa-dsi.pl

www.suspa-dsi.pl

DYWIDAG-Systems International Sp. z o.o.
Post-Tensioning Systems
ul. Przywidzka 4/68
80-174 Gdańsk, Polska
Phone +48 58 300 13 53
Fax +48 58 300 13 54
E-mail dsi-polska@dywidag-systems.com

DYWIDAG-Systems International Sp. z o.o.
Geotechnical Systems
ul. Bojowników o Wolność i
Demokrację 38/121
41-506 Chorzów, Polska
Phone +48 32 241 09 98
Fax +48 32 241 09 28
E-mail dsi-polska@dywidag-systems.com

Uwaga:

Celem niniejszej broszury jest realizowanie tylko i wyłącznie celów informacyjnych. Wszelkie dane techniczne i informacje zawarte w niniejszym dokumencie nie mogą zostać uznane jako bezwzględnie wiążące i podlegają prawu do wprowadzenia zmian bez konieczności wcześniejszego powiadomienia ze strony podmiotu odpowiedzialnego. Oświadczamy, iż nie ponosimy jakiegokolwiek odpowiedzialności za szkody lub straty powstałe na skutek zastosowania zawartych w niniejszej broszurze danych technicznych, ani też za jakiegokolwiek przypadki zastosowania produktów przedstawionych w niniejszym dokumencie niezgodnie z celem ich przeznaczenia. W przypadku konieczności zasięgnięcia dodatkowych informacji dotyczących niniejszych produktów służymy pomocą.

AUSTRIA
ARGENTINA
AUSTRALIA
BELGIUM
BOSNIA AND HERZEGOVINA
BRAZIL
CANADA
CHILE
COLOMBIA
COSTA RICA
CROATIA
CZECH REPUBLIC
DENMARK
EGYPT
ESTONIA
FINLAND
FRANCE
GERMANY
GREECE
GUATEMALA
HONDURAS
HONG KONG
INDONESIA
ITALY
JAPAN
KOREA
LEBANON
LUXEMBOURG
MALAYSIA
MEXICO
NETHERLANDS
NORWAY
OMAN
PANAMA
PARAGUAY
PERU
POLAND
PORTUGAL
QATAR
SAUDI ARABIA
SINGAPORE
SOUTH AFRICA
SPAIN
SWEDEN
SWITZERLAND
TAIWAN
THAILAND
TURKEY
UNITED ARAB EMIRATES
UNITED KINGDOM
URUGUAY
USA
VENEZUELA