

## Barwienie stali nierdzewnej



## Euro Inox

Euro Inox jest stowarzyszeniem zajmującym się rozwojem europejskiego rynku stali nierdzewnych. Członkami Euro Inox są następujące organizacje i instytucje:

- europejscy producenci stali nierdzewnych
- krajowe organizacje zajmujące się rozwojem stali nierdzewnych
- stowarzyszenia zajmujące się wprowadzaniem dodatków stopowych

Głównym celem działania Euro Inox jest rozwijanie świadomości na temat wyjątkowych właściwości stali specjalnych i propagowanie ich szerszego zastosowania oraz zdobywanie nowych rynków. Aby osiągnąć ten cel, Euro Inox organizuje konferencje i seminaria oraz wydaje przewodniki w formie drukowanej i elektronicznej, dla umożliwienia architektom, projektantom, zaopatrzeniowcom, producentom oraz użytkownikom lepszemu zaznajomienia się z tym materiałem. Euro Inox wspiera również techniczne i rynkowe prace badawcze.

ISBN 978-2-87997-366-1

978-2-87997-359-3	wersja angielska
978-2-87997-360-9	wersja czeska
978-2-87997-361-6	wersja duńska
978-2-87997-362-3	wersja fińska
978-2-87997-363-0	wersja francuska
978-2-87997-364-7	wersja niemiecka
978-2-87997-365-4	wersja włoska
978-2-87997-367-8	wersja hiszpańska
978-2-87997-368-5	wersja szwedzka
978-2-87997-369-2	wersja turecka

### Członkowie zwyczajni

#### Acerinox

[www.acerinox.com](http://www.acerinox.com)

#### Aperam

[www.aperam.com](http://www.aperam.com)

#### Outokumpu

[www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

#### ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

[www.acciaiterni.it](http://www.acciaiterni.it)

#### ThyssenKrupp Nirosta

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

### Członkowie stowarzyszeni

#### Acroni

[www.acroni.si](http://www.acroni.si)

#### British Stainless Steel Association (BSSA)

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

#### Cedinox

[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

#### Centro Inox

[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

#### Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

#### International Chromium Development Association (ICDA)

[www.icdachromium.com](http://www.icdachromium.com)

#### International Molybdenum Association (IMOA)

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

#### Nickel Institute

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

#### Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

[www.turkpasder.com](http://www.turkpasder.com)

#### Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

[www.puds.pl](http://www.puds.pl)

#### Swiss Inox

[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

Barwienie stali nierdzewnej  
Wydanie pierwsze 2011  
(Seria materiały i zastosowania, księga 16)  
© Euro Inox 2011

### Wydawca

Euro Inox  
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80  
1030 Bruksela, Belgia  
Tel.: +32 2 706 82 67  
Fax: +32 2 706 82 69  
E-mail: info@euro-inox.org  
Internet: www.euro-inox.org

### Autor

Alenka Kosmač, Bruksela (Belgia)

### Tłumaczenie

Zbigniew Brytan, CTP

### Podziękowania

Euro Inox pragnie podziękować Pani Catherine Houska, TMR Pittsburgh, PA (USA), za jej wkład i krytyczne uwagi do projektu publikacji.

### Zdjęcia na okładce

Steel Color S.p.a., Pescarolo Ed Uniti (Włochy) (po lewej) Inox-Color GmbH, Walldürn (Niemcy) (na dole po prawej)

### Zastrzeżenie

Euro Inox dołożył wszelkich starań, aby informacje zawarte w tej publikacji były technicznie poprawne. Jednakże, zwraca się uwagę czytelnika, że materiał zawarty w niniejszym opracowaniu stanowi tylko ogólną informację. Euro Inox, jego członkowie, personel i konsultanci nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty, zniszczenia lub szkody wynikające z zastosowania informacji zawartych w niniejszym opracowaniu.

## Spis treści

1	Wprowadzenie	2
2	Barwienie elektrochemiczne	3
2.1	Odporność korozyjna	6
2.2	Starzenie pod wpływem światła i pogody	8
2.3	Zastosowania dla barwionych elektrochemicznie stali nierdzewnych	8
3	Barwienie na czarno	9
4	Powłoki PVD	10
5	Blachy powlekane	12
6	Powłoki malarskie	14
7	Powłoki metaliczne	16
8	Czyszczenie barwionych i malowanych stali nierdzewnych	17
8.1	Czyszczenie wstępne	17
8.2	Czyszczenie rutynowe	17
8.3	Wandalizm, wypadki i czyszczenie naprawcze	18
9	Zamawianie kolorowych produktów ze stali nierdzewnej	19
10	Literatura	20

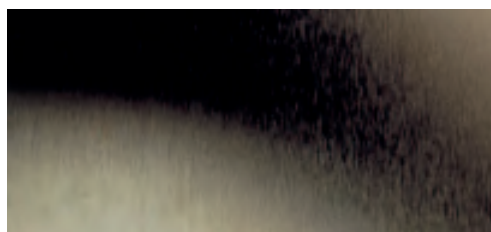
### Uwagi o prawie autorskim

Opracowanie niniejsze jest objęte prawem autorskim. Euro Inox zastrzega sobie prawa do tłumaczenia na wszystkie języki, przedruku, użycia ilustracji, cytowania lub rozpowszechniania. Żadna część tej publikacji nie może być powielona, przechowywana w systemach wyszukiwawczych ani przekazywana w żaden inny sposób: elektroniczny, mechaniczny, za pomocą fotokopii czy nagrań bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich tj. Euro Inox, Luksemburg. Naruszenie tych praw może podlegać procedurze prawnej w zakresie odpowiedzialności za szkody pieniężne wynikające z tego naruszenia, poniesienia kosztów i opłat prawnych oraz podlega ściganiu w ramach przepisów luksemburskiego prawa autorskiego oraz przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej.

# 1 Wprowadzenie

Podczas doboru stali nierdzewnych nie ma powodu, aby ograniczać się tylko do srebrnego koloru. Dostępna jest szeroka gama kolorów powierzchni zarówno nieprzezroczystych jak i przezroczystych. Pierwotna tekstura wykończenia może być także widoczna, co zapewnia dodatkowe walory estetyczne. Wysoka odporność korozyjna stali nierdzewnych sprawia, że powierzchnie barwione są przyjazne dla środowiska i przeznaczone dla wymagających zastosowań [1].

Stale nierdzewne to rodzina materiałów o unikalnych właściwościach. Powierzchnia stali jest chroniona przez warstwę pasywną, która powstaje w wyniku reakcji między chromem w stali i tlenem z atmosfery. Stal nierdzewna nie wymaga dodatkowej ochrony powierzchni przed korozją, o ile wybrany gatunek nadaje się do pracy w danym środowisku. Jeżeli powierzchnia stali zostanie przypadkowo uszkodzona - zarysowana lub celowo szlifowana podczas wykańczania, warstwa pasywna natychmiast zregeneruje się w obecności tlenu. W niniejszej publikacji wyjaśniono jak taka warstwa ochronna może być zmodyfikowana przez procesy chemiczne dla otrzymania kolorowej powierzchni. Kolor powierzchni może być także wzmocniony w procesie elektrolizy.



*Kontrolowane pogrubienie warstwy pasywnej powoduje interferencję światła odbitego od powierzchni, co w efekcie jest postrzegane jako kolor.*

## 2 Barwienie elektrochemiczne

Od dawna wiadomo, że powierzchnia stali nierdzewnej może być barwiona w gorącym roztworze kwasu chromowego i siarkowego lub w gorących roztworach alkalicznych zawierających związki utleniające. Wiele prób komercjalizacji takich procesów wykazało, że uzyskane w ten sposób warstwy barwione okazały się zbyt miękkie i porowate, aby zapewnić wymaganą odporność na zużycie i ścieranie [2].

Początki przełomu w dziedzinie barwienia stali nierdzewnych nastąpiły w 1972 r. wraz z pojawieniem się metody Inco-proces, która bazuje na anodowym osadzeniu bezprądowym tlenku chromu.

Opracowano kilka firmowych odmian tego procesu barwienia stali nierdzewnych, w których materiał zanurzany jest w gorącej kąpieli kwasu chromowego i siarkowego, a następnie katodowo utwardzany w innym roztworze kwasu. Nie stosuje się w niej żadnych dodatkowych warstw zawierających pigmenty lub inne barwniki, które mogą wpłynąć na własności stali nierdzewnej. Proces barwienia chemicznego pogrubia warstwę pasywną tlenków chromu, która daje stali nierdzewnej odporność korozyjną. Kolory są uzyskiwane przez interferencję światła odbitego od przezroczystej warstwy pasywnej na powierzchni [3].

Austenityczne stale nierdzewne szczególnie dobrze nadają się do takiego elektrochemicznego procesu barwienia powierzchni. Czas zanurzenia stali w roztworze kwasu określa grubość warstwy wierzchniej, która wywołuje interferencję fal świetlnych (lub filtrację) i intensywność otrzymanego efektu kolorystycznego - podobny do efektu tęczy



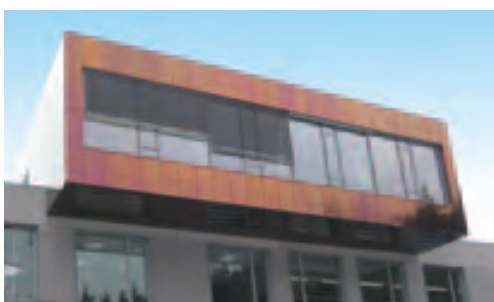
na bańce mydlanej lub plamie oleju. Charakterystyczny zakres efektów kolorystycznych warstwy wierzchniej (brąz, złoty, czerwony, fioletowy, niebieski i zielony) odpowiada wzrostowi grubości warstwy od 0,02  $\mu\text{m}$  do 0,36  $\mu\text{m}$ . Ferrytyczne stale nierdzewne w tym procesie można barwić jedynie na kolor ciemnoszary.

*W Wiedniu można znaleźć kioski hot spotów dla turystów pokryte barwioną stalą nierdzewną.*

*Barwiona na złoto stal nierdzewna dodaje powiewu luksusu do wnętrza korytarza. Zdjęcie: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (Włochy)*



*Widoczny kolor zmienia się w zależności od kąta padania światła.*



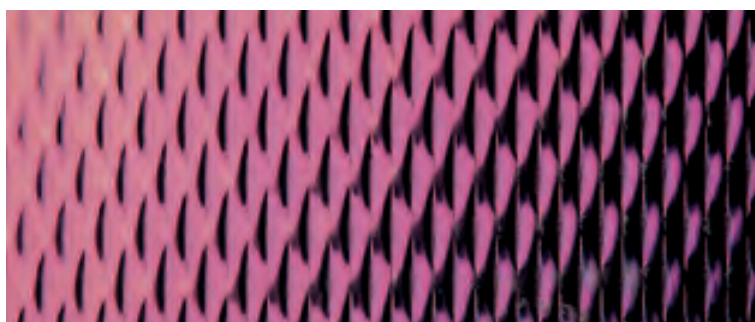
Warstwa tlenków chromu na powierzchni jest bezbarwna i nie jest podatna na blaknięcie przez światło ultrafioletowe. Przez to, że proces barwienia nie wymaga pigmentów to kształtowanie powierzchni może odbyć się po zakończeniu obróbki bez ryzyka pęknięć warstwy. Na przykład podczas zginania wewnętrzna warstwa będzie pocieniona na wygiętej krawędzi, co nieznacznie zmniejszy głębokość koloru [4]. Kolor może być naniesiony w sposób jednolity lub też celowo zmieniać się w efekt tęczy. Generalnie będzie występować nieznaczna różnica w kolorze i dla większych powierzchni należy zadbać o próbki wzorcowe obrazujące dostępne kolory. Kolor powierzchni zależy od sposobu odbijania światła przez przezroczystą warstwę pasywną. Dlatego kąt patrzenia może zmienić widoczny kolor. Z tego samego powodu zakrzywianie lub formowanie będzie także zmieniać widoczny kolor stali nierdzewnej. Należy to uwzględnić podczas projektowania. Zmiany koloru osiągnięte przez zakrzy-

wianie większych powierzchni mogą być także stosowane jako element projektu [1]. Jeżeli wymagany jest jednolity kolor na dużej zakrzywionej powierzchni to dzieli się ją na segmenty i stosuje małe płaskie panele o jednolitym wyglądzie.

Ze względu na fakt, że warstwa pasywna jest przezroczysta to leżące niżej wykończenie powierzchni będzie mieć wpływ na ostateczny wygląd. Na przykład, wykończenie matowe da stonowany i matowy kolor, a polerowanie lustrzane połyskujący wygląd powierzchni. W odróżnieniu od powierzchni malowanych kolor nie płowieje z upływem czasu ekspozycji na światło słoneczne. Jeżeli jednak powierzchnia zostanie uszkodzona przez zarysowanie w wyniku kształtowania lub korozji to nie może już być naprawiona [4].

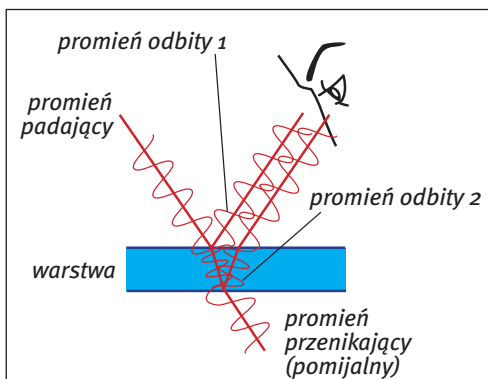
Kolor może być także usunięty przez ścieranie, więc takie wykończenia nie powinny być stosowane w miejscach gdzie może wystąpić przypadkowe lub celowe uszkodzenie powierzchni, np. w miejscach o dużym nasileniu ruchu lub gdy występują cząstki ściernie przenoszone przez wiatr [2, 5]. Wytrawianie i elektropolowanie usuwają kolor z powierzchni.

Stal nierdzewna barwiona w ten sposób nie może być spawana bez zniszczenia powierzchni. Z powodu takich ciepłych uszkodzeń należy unikać procesów spawania i lutowania lub wykonać je na niewidocznych obszarach powierzchni. Zastosowanie specjalnych lutów i topników dopuszcza stosowanie niektórych metod lutowania dla barwionych powierzchni. Bez żadnych ograniczeń można stosować klejenie tak długo



jak temperatura utwardzania kleju nie będzie zbyt wysoka. Odpowiednią metodą łączenia mechanicznego jest zastosowanie wkrętów i nitów [3].

*Pierwotna powierzchnia i jej stopień odbijania światła pozostaje bez zmian pod wpływem barwienia elektrochemicznego.*



### Zasada interferencji światła

Promienie 1 i 2 ulegają interferencji (zakłóceniu)

Długość fali w środku warstwy jest krótsza:  $l' = l / n$   
 $n$  = współczynnik załamania światła w warstwie

Promień 1 ulega zmianie fazy o 180 stopni



*Interferencja światła na błonie bańki mydlanej*



*Opalizacja pawich piór jest spowodowana przez odbijające się światło od ich złożonej wielowarstwowej powierzchni.*

Źródło: <http://www.mwit.ac.th/>

## 2.1 Odporność korozyjna

Odporność korozyjna powierzchni barwionej zależy od określonego gatunku stali nierdzewnej. Proces wzmacnia warstwę pasywną, więc powierzchnia stali nierdzewnej barwionej elektrochemicznie wykazuje wyższą początkową odporność na korozję wżerową niż powierzchnia bezbarwna. Badania wykazały jednak, że ta niewielka poprawa nie wpływa znacząco na długoterminową odporność stali [6]. Jeżeli gatunek stali nierdzewnej może wykazywać korozję w danym środowisku pracy to pojawi się ona także na powierzchni barwionej. W przeciwieństwie do wykończeń bezbarwnych, gdzie lekkie przebarwienia korozyjne można usunąć bez negatywnego wpływu na wygląd powierzchni, to dla powierzchni barwionych nawet lekka korozja może spowodować trwałą zmianę koloru. Usuwanie produktów korozji z powierzchni usunie także jej kolor. Stale nierdzewne przeznaczone do barwienia powierzchni powinny być tak dobrane, aby nie wykazywały korozji w przewidywanym środowisku pracy [3]. Istnieją liczne opracowania opisujące zalecenia w zakresie odpowiedniego doboru stali nierdzewnych do zastosowań architektonicznych [7, 8].

Zgodnie z tablicą 1, krótkotrwałe i umiarkowane oddziaływanie powszechnych produktów żywnościowych i chemii budowlanej nie wpłynie na zmianę wyglądu stali nierdzewnych barwionych elektrochemicznie.

Każde wystąpienie korozji na trwałe usunie kolor z danego obszaru powierzchni, dlatego ze szczególną ostrożnością należy dobierać skład stali nierdzewnej, który zapewni długotrwałą eksploatację bez problemów korozyjnych.



**Tablica 1: Odporność korozyjna barwionej powierzchni stali 1.4301/304 na różne środki chemiczne [2]**

Ośrodek	St . (%)	Temp. (°C)	Czas (h)	Kolor		
				Zielony	Bursztynowy	Czarny
Woda z cementem	-	50 100	50 10	∅ □	∅ □	∅ □
Węglan sodu	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Soda kaustyczna	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Detergent (neutralny)	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Aceton	100	RT	200	∅	∅	∅
Rozpuszczalnik do lakierów	-	RT	200	∅	∅	∅
Trójchloroetylen	-	RT	200	∅	∅	∅
Sos sojowy	-	100	10	∅	∅	∅

∅ Brak zmian w kolorze   □ Nieznaczna zmiana koloru   RT = Temp. pok.



*Elektrolitycznie barwione powierzchnie ze stali nierdzewnej są wyjątkowo odporne na promieniowanie UV.*

*Zdjęcie: Rimex Metals, Enfield (Wielka Brytania)*

*W budynku Reiyuka Shakaden Temple w Japonii barwione elektrochemicznie powierzchnie ze stali nierdzewnej prawidłowo spełniają swoją funkcję od 1975 roku.  
Zdjęcie: Nickel Institute, Toronto (Kanada)*



## 2.2 Starzenie pod wpływem światła i pogody

Barwione stale nierdzewne mają bardzo długą żywotność w warunkach oddziaływania środowiskowego, ponieważ nie zawierają żadnych barwników lub środków barwiących, które mogą płowić lub tracić zabarwienie pod wpływem światła słonecznego lub pogody. Badania wykazały, że zmiany koloru nie wystąpiły na elektrochemicznie barwionej powierzchni dachu na-

wet po 30 latach [1]. Ponadto barwiona powierzchnia nie pęka i nie złuszcza się oraz jest odporna na starzenie [3].

## 2.3 Zastosowania dla barwionych elektrochemicznie stali nierdzewnych

Szczególną zaletą barwionych stali nierdzewnych jest efekt zmiany koloru w różnych warunkach oświetleniowych i kąta patrzenia, zarówno w świetle sztucznym i naturalnym. Niezwykle ważne jest dobre dopasowanie pomiędzy elementami wieloczęściowymi. Do zastosowań barwionych blach i paneli należą zewnętrzne elementy zabudowy architektonicznej (fasady, słupy, dachy, itp.), okładziny wewnętrzne w miejscach o niskim natężeniu ruchu, znaki, panele na wystawach sklepowych i rzeźby.



*Barwiona stal nierdzewna podkreśla trójwymiarową geometrię budynku Banku S. Marino.  
Zdjęcie: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (Włochy)*

Barwiona stal nierdzewna nie może być naprawiona w przypadku zarysowania i dlatego najlepiej nadaje się do zastosowań, gdzie zarysowanie i ścieranie są mało prawdopodobne [9].

*Fasada budynku Brand Loyalty, Eindhoven (Holandia) została zbudowana z wykorzystaniem techniki stojących rąbków tradycyjnie stosowanej do pokryć dachowych.  
Zdjęcie: Rimex Metals, Enfield (Wielka Brytania)*



### 3 Barwienie na czarno

Powierzchnie ze stali nierdzewnej mogą być łatwo zabarwione na czarno przez zanurzenie w kąpeli solnej dwuchromianu sodu. Ta metoda, która jest stosunkowo prosta w wykonaniu i obsłudze, jest szeroko stosowana w przemyśle motoryzacyjnym do barwienia na czarno części ze stali nierdzewnej (np. wycieraczek) i przez producentów kolektorów słonecznych ze stali nierdzewnej.



Proces zastosowany do każdego typu stali nierdzewnej tworzy na powierzchni stali bardzo cienką i gładką warstwę czarnych tlenków. Warstwa jest zwykle matowo-czarna, ale może być rozjaśniona przez zastosowanie smarów i wosków. Nie wykazuje tendencji do starzenia lub utraty koloru w trakcie eksploatacji. Jest ciągliwa i nie będzie się kruszyć lub złuszczać oraz jest odporna na nagrzewanie do normalnej temperatury powstawania zgorzeli dla danego gatunku stali nierdzewnej. Barwiona na czarno stal nierdzewna może być umiarkowanie formowana bez uszkodzenia powierzchni, a warstwa wykazuje dobrą odporność na ścieranie. Warstwa może być usunięta z powierzchni przez korozję i szczególnie silne ścieranie.

Kąpiel solna ma temperaturę około 400 °C, a czas zanurzenia waha się od 5 minut do 30 minut, po czym następuje płukanie wodą. Panele słoneczne osiągają idealnie czarny kolor w ciągu 5 minut kąpeli, podczas gdy elementy wykończeniowe samochodów wymagają około 30 minut, co zapewnia większą głębię czerni [16]. Proces ten był również stosowany dla mniejszych elementów architektonicznych i uchwytów sztuców, gdzie jest pożądane otrzymanie bardziej odpornych na zarysowanie czarnych powłok niż można osiągnąć za pomocą barwienia elektrochemicznego.



*Płyty absorberów kolektorów słonecznych ciepłej wody mogą być wykonane z barwionej na czarno stali nierdzewnej.  
Zdjęcia: Energie Solaire, Sierre (Szwajcaria)*



*Barwione na czarno stale nierdzewne są szeroko stosowane na wycieraczki i dekoracyjne elementy motocykli.  
Zdjęcie: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (Włochy)*

## 4 Powłoki PVD



Powłoki PVD tworzą twardą i odporną na zarysowania powierzchnię

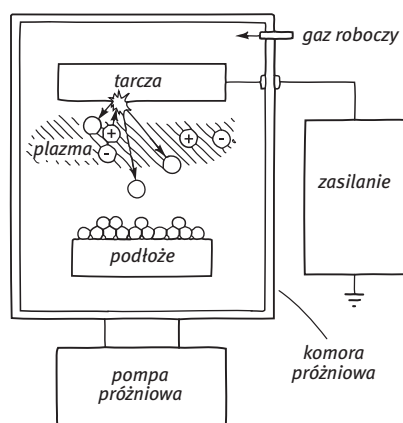
Ze względu na fakt, że powłoki wytwarzane przez fizyczne osadzanie z fazy gazowej (PVD) pozwalają na uzyskanie pełnego spektrum kolorów stanowią popularną opcję dla efektów wizualnych w zastosowaniach takich jak duże stalowe panele, baterie, elementy wyposażenia drzwi, ramy oszklonych drzwi i produkty konsumenckie. Powłoki osadzone z fazy gazowej są również szeroko stosowane do celów przemysłowych. Powierzchnia z powłoką posiada znacznie polepszoną odporność na zużycie, ścieranie i twardość, a ponadto wykazuje bardzo spójny, jednolity i trwały kolor. W przeciwieństwie do procesu elektrochemicznego, kolor powierzchni nie zmienia się wraz z kątem patrzenia. Jest też znacznie bardziej odporny na zarysowania.

Fizyczne osadzanie z fazy gazowej (PVD) to termin ogólnie określający grupę metod wytwarzania, w których cienkie warstwy są osadzone na powierzchniach (takich jak blachy, narzędzia skrawające, elementy złączne, szkła, płytki półprzewodników a nawet opakowania produktów konsumpcyjnych).

Materiał powłoki zostaje odparowany i następnie osadza się na powierzchni podłoża. Do stopienia i odparowania materiału powłoki mogą być stosowane różne metody, w tym łuk katodowy o wysokiej mocy, lasery, wysokie ciśnienie pary i bombardowanie jonowe (rozpylanie). Te cząsteczki materiału pod postacią par przemieszczają się w komorze próżniowej wypełnionej gazem obojętnym, zwykle argonem, a następnie osadzają się na materiale podłoża. Pierwszy raz termin PVD zastosowano w 1966 r., ale Michael Faraday zastosował go do nanoszenia powłok już w 1838 roku.

Rysunek 1 przedstawia schemat procesu rozpylania. W najprostszej formie proces ten przebiega w atmosferze obojętnej (gaz szlachetny) pod niskim ciśnieniem (0,1-10 Pa). Rozpylanie rozpoczyna się w momencie wyładowania elektrycznego i argon staje się zjonizowany. Wyładowanie elektryczne przy niskim ciśnieniu jest znane jako wyładowanie jarzeniowe a zjonizowany gaz nazywa się plazmą.

Jony argonu uderzają stałą tarczę, która jest źródłem materiału powłoki (nie mylić z podłożem, którym jest element do pokrycia). Materiał jest usuwany z powierzchni tarczy przez wymianę energii pędu. Rozpylanie jest najlepszą techniką do nanoszenia cienkich warstw. Osadzanie można ściśle kontrolować a uzyskiwane powłoki mają dobrą przyczepność i jakość struktury oraz są naniesione na powierzchnię w sposób jednolity [10].



Rysunek 1: Schemat procesu rozpylania

Zastosowanie tego procesu umożliwia uzyskanie warstw ceramicznych i szerokiej gamy kolorów w tym złotego, różowo-złotego, brązowego, niebieskiego, czarnego i koloru czerwonego wina. Otrzymywana powłoka jest bardzo cienka (zwykle  $0,3 \mu\text{m}$ ), dlatego tekstura podstawowego wykończenia powierzchni jest zawsze widoczna. Producenci przed pokryciem powierzchni często nioszą na nią wzory wykonywane poprzez trawienie, polerowanie lub grawerowanie. Pomimo, że powłoki są stosowane na elementach narażonych na agresywne ośrodki korozyjne, jak na przykład wyposażenie



drzwi to należy pamiętać, że kolor może być uszkodzony pod wpływem agresywnego oddziaływania. Takie uszkodzenia nie nadają się do naprawy [1].

Powłoki PVD mają tę zaletę, że warstwa (przy wystarczającej grubości) jest zasadniczo pozbawiona porów i w pełni zwarta. Penetracja do podłoża wilgoci i gazów jest więc znacznie zredukowana, jeśli nie całkowicie wyeliminowana [10]. Jeżeli stal nierdzewna ma być gięta lub kształtowana podczas produkcji to

kontrola odbiorcza produktu powinna zakładać próbę zginania po otrzymaniu materiału.

Wykonanie ciasnego zgięcia na fragmencie metalu wystarczy do ustalenia, czy istnieje problem z przyczepnością powierzchni. Jeśli podczas przetwarzania występują problemy to powłoka może rozwarstwić się podczas gięcia lub pod wpływem uderzenia. Nie powinno się to zdarzyć, gdy powłoki są dostarczane przez wysokiej jakości producentów.

Jeżeli projekt uwzględnia spawanie to należy je wykonać przed nanoszeniem powłok ceramicznych [1].

Dekoracyjne blachy z warstwą PVD są często stosowane na elementy wind i okładziny kolumn, gdzie występuje duże natężenie ruchu pieszego [11].



*Przez rozpylanie można wytwarzać powłoki ceramiczne, które są wyjątkowo odporne na zużycie.*

*Zdjęcie: Inox-Color, Wall-dürn (Niemcy)*

*Powłoki PVD są dostępne w różnych kolorach.*

*Zdjęcia: Hans Hollein Atelier, Wiedeń (Austria)*



## 5 Blachy powlekane

Blachy powlekane są wytwarzane znaną techniką ciągłego barwienia blach ze stali nierdzewnej, gdzie powłoka nakładana jest przez walce i jest zwykle wykonywana przez producenta stali. Oferuje szeroką gamę kolorów i pozwala nanosić jasne lakiery (powierzchnie niewrażliwe na odciski palców).

Przed naniesieniem powłoki stal nierdzewna jest chemicznie czyszczona i płukana. Podłożem może być zarówno stal austenityczna lub ferrytyczna, a powłoki mogą być zoptymalizowane dla określonych funkcji i środowiska eksploatacji. Podkład i końcowa powłoka są наносzone na powierzchnię stali nierdzewnej przez rolkę w ciągłej linii powlekania. Przygotowana powierzchnia otrzymuje podkład, który utwardza się przez wygrzewanie w piecu przed nałożeniem powłoki końcowej. Dla różnych zastosowań, środowisk lub warunków pracy są dostępne różne powłoki. Materiały powlekane mogą być z powodzeniem stosowane w bardzo wymagających środowiskach, takich jak tunele drogowe o dużym nasileniu ruchu, na przykład takie, które są często słabo wen-



*Atrakcyjne, barwione na czerwono wykończenie na stali nierdzewnej na stacji metra Piazzale Carlo Maciachini w Mediolanie.*

*Zdjęcie: Centro Inox, Mediolan (Włochy)*

tylowane i charakteryzują się wysoką wilgotnością i stężeniem zanieczyszczeń od gazów spalinowych.

Zastosowany kolor nie zwiększa odporności korozyjnej stali nierdzewnej jako materiału podłoża. Wewnętrzna odporność korozyjna stali nierdzewnej jest jednak w pełni wykorzystana, szczególnie na niebarwionym odwrocie powierzchni, w przypadku zarysowania i uszkodzenia lakieru na brzegach. W przeciwieństwie do tradycyjnych materiałów (np. lakierowanej stali ocynkowanej) powlekana stal nierdzewna jest odporna na powstawanie pęcherzy i rozwarstwienia na krawędzi cięcia [12]. Farba nie jest stosowana do ochrony przed korozją, ale ze względów estetycznych lub ze względu na jej niebłyszczący wygląd i niewrażliwość na odciski palców.



*Na stali nierdzewnej można stosować zarówno powłoki przezroczyste jak i nieprzezroczyste.*  
*Zdjęcie: Replasa, Astrain, Navarra (Hiszpania)*



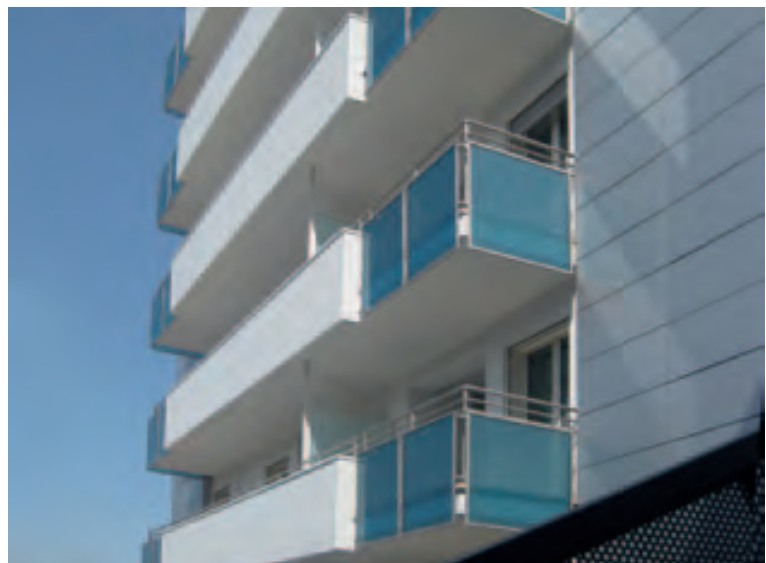
*Powlekana stal nierdzewna jest stosowana na odporne na korozję okładziny tuneli w celu uniknięcia odbłasków światła od powierzchni. Zdjęcie: ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, Terni (Włochy)*

Materiały powlekane nie są spawalne, ale z powodzeniem można dla nich stosować klejenie [13]. Gdy krawędzie blachy nie są malowane, można dla nich stosować metody spawania podobnie jak dla niemalowanych powierzchni stali nierdzewnych. W przeciwnym przypadku należy przestrzegać prostych zasady [12]:

- Bez szczególnych środków ostrożności można stosować spawanie laserowe i plazmowe. Nie jest konieczne pozostawienie niepomalowanych brzegów.
- Zaleca się mechaniczne struganie farby wokół strefy łączenia podczas zgrzewania punktowego.

Powłoki są dostępne w szerokiej gamie kolorów i są stosowane w aplikacjach, takich jak sprzęt AGD, meble, panele architektoniczne, panele dekoracyjne, okładziny chłodni, klimatyzacja, metalowe drzwi i oświetlenie [14, 15]. W tym procesie można osiągnąć dokładne dopasowanie kolorów ze względu na bardzo ścisłą kontrolę parametrów procesu produkcji. Dostawcy generalnie od ręki dostarczają najbardziej popularne kolory, ale istnieje możliwość zamówienia praktycznie każdego koloru pod warunkiem spełnienia minimalnej ilości wymaganej przy zamawianiu.

*Powlekana stal nierdzewna może być gięta - na przykład na elementy elewacji. Zdjęcie: Centro Inox, Mediolan (Włochy)*



## 6 Powłoki malarskie



*Most ze stali nierdzewnej w Wenecji został pomalowany na czarno, aby dopasować jego wygląd do zabytkowego otoczenia.*

*Zdjęcia: IMOA, London (Wielka Brytania)*

Malowanie stali nierdzewnej jest podobne do malowania innych metali z tym wyjątkiem, że jest ono wykonywane ze względów estetycznych a nie dla ochrony przed korozją. Gdy rozważa się zastosowanie powłoki malarskiej dla nowych elementów należy pamiętać, że podłoże ze stali nierdzewnej jest znacznie bardziej odporne na czynniki środowiskowe niż sama powłoka malarska. Decydenci powinni, więc rozważyć, co stanie się po ewentualnym uszkodzeniu farby. Niektóre projekty są ponownie malowane a w niektórych przypadkach właściciele zdecydowali się na usunięcie pozostałości farby i odświeżenie powierzchni stali nierdzewnej.

Najczęstszą przyczyną uszkodzeń powłok malarskich jest utrata ich przyczepności, co prowadzi do nieatrakcyjnego złuszczenia się i ewentualnie korozji, co jest wynikiem niewłaściwego przygotowania podłoża, gdy powierzchnia nie jest prawidłowo oczyszczona i wstępnie obrobiona. Należy zwrócić szczegól-

ną uwagę przed każdą operacją malowania, aby powierzchnia była wolna od soli, zanieczyszczeń, pozostałości smarów, gleby, rdzy, produktów korozji i innych cząstek stałych. Podłoże musi być wystarczająco chropowate, aby umożliwić dobrą przyczepność farby. Dla stali nierdzewnej występuje dodatkowy wymóg związany z warstwą pasywną, która uniemożliwia prawidłową przyczepność, dlatego należy ją usunąć z powierzchni na krótko przed malowaniem. Powierzchnie ze stali nierdzewnej są twarde i gładkie zwłaszcza, gdy są walcowane na zimno lub są wyjątkowo gładkie. Gdy wymaga się zwiększenia chropowatości powierzchni stosuje się trawienie, czyszczenie strumieniowo-ścierne lub szczotką drucianą. Zaraz po obróbce powierzchni, przed tym jak warstwa pasywna zdąży się odbudować, należy zastosować odpowiednią powłokę gruntową (podkład trawiący) i system powłok malarskich.

*Kolor sprawia, że poręcze ze stali nierdzewnej są łatwiejsze do zauważenia dla osób ze słabym wzrokiem.*

*Zdjęcie: Rimex Metals, Enfield (Wielka Brytania)*





Stosuje się różne metody obróbki strumieniowo-ściernej. Śrutowanie zwiększa chropowatość powierzchni, ale powinno być stosowane dla grubszych sekcji, takich jak elementy konstrukcyjne i blachy, które nie będą się odkształcać pod wpływem obróbki. Wykonuje się je za pomocą czystych, twardych, cząstek nieżelaznych o stosunkowo małej wielkości ziarna, napędzanych strumieniem czystego powietrza całkowicie wolnego od oleju ze sprężarki. Szklane kulki są także czasem stosowane. Odkształceń cienkościennych elementów można uniknąć stosując podkład pod materiał śrutowany, ale wymaga to doświadczenia ze strony producenta.

Producenci farb są najlepiej wykwalifikowani do udzielenia sugestii odnośnie typu farby i procedury nanoszenia podkładu i powłoki malarskiej. Warstwa podkładowa (podkład trawiący) nadaje się dla stali nierdzewnych do usunięcia warstwy pasywnej na wykończeniach o wystarczającej chropowatości powierzchni. Z powodzeniem można malować wykończenia walcowane na gorąco, wykończenia 2B i 2D i wykończenia polerowane, takie jak 2G lub 2J (Nr 4). Jednak zawsze należy usunąć warstwę pasywną. Czystość jest zawsze kluczowym elementem w malowaniu stali nierdzewnych. Podłoże musi być czyste a dobrą praktyką jest malowanie w czystej atmosferze pozbawionej kurzu. Zaleca się stosowanie cienkich warstw i zapewnienie długiego czasu schnięcia między kolejnymi warstwami [16].

*Malowanie jest często stosowane w celu zwiększenia widoczności elementów.  
Zdjęcia: Centro Inox, Mediolan (Włochy)*



## 7 Powłoki metaliczne

Powłoki metaliczne są stosowane przede wszystkim do pokryć dachowych i systemów odprowadzania deszczówki, ale znalazły także zastosowanie do zewnętrznych paneli ściennych [17].

Stal nierdzewna pokrywana cyną jest dostępna w kolorach od średniej szarości do ciemno-szarego lub w wersji z patyną. Takie warstwy mogą być także uszkodzone przez zadrapanie i ścieranie, ale nie ma to wpływu na odporność korozyjną podłoża. Ostateczny kolor zależy od środowiska pracy. W przeciwieństwie do stali węglowych, powłoki metaliczne na stali nierdzewnej nie są stosowane do poprawy odporności na korozję.

Warstwa cyny znacznie poprawia podatność na malowanie powierzchni. W przypadku dachów i systemów odprowadzania deszczówki może występować środowisko architektoniczne, w którym wymagana jest trwałość zastosowanej stali nierdzewnej, ale powłoka metaliczna może do nich nie pasować. W takich przypadkach, stal nierdzewna pokryta cyną może być malowana bez wcześniejszego przygotowania powierzchni za pomocą zalecanych przez producenta warstw gruntujących i farby [17, 18]. Jest to łatwiejszy proces do wykonania bezpośrednio na miejscu montażu niż malowanie czystej powierzchni stali nierdzewnej, ponieważ nie ma potrzeby usuwania ze stali warstwy pasywnej.

*Pokryte cyną stale nierdzewne od dziesięcioleci z powodzeniem są stosowane na pokrycia dachowe i systemy odprowadzania deszczówki. Zdjęcie: Aperam, Luksemburg (Luksemburg)*

*Proces galwanizacji może być także stosowany do pokrywania stali cienką warstwą miedzi. Zdjęcie: Roofinox, Schaan (Liechtenstein)*



## 8 Czyszczenie barwionych i malowanych stali nierdzewnych

Materiał podłoża posiada wrodzoną trwałość stali nierdzewnej, natomiast powierzchnia barwiona jest zawsze bardziej delikatna. Techniki czyszczenia przez ścieranie, czasem używane dla zwykłych stali nierdzewnych, nie nadają się dla powierzchni barwionych lub malowanych.

Dla konserwacji i czyszczenia barwionych stali nierdzewnych można podać jedynie ogólne zalecenia. Szczegółowe informacje należy uzyskać od dostawców materiałów lub właściwych firm sprzątających z doświadczeniem w czyszczeniu powierzchni barwionych elektrochemicznie. Niektórzy producenci zalecają stosowanie łagodnych detergentów i środków odtłuszczających używanych do mycia samochodów. Producenci farb oferują własne środki czyszczące do ich systemów malarskich.

Ze względu na fakt, że własności barwionych powierzchni na stali nierdzewnej zależą od grubości warstwy tlenków, warstwy PVD lub czarnej warstwy tlenków, należy zwrócić szczególną ostrożność podczas czyszczenia, aby ich nie uszkodzić. „Naprawa” może być uzyskana jedynie poprzez wymianę danego panelu (19).

### 8.1 Czyszczenie wstępne

Zakłada się, że powierzchnie są zabezpieczone w trakcie dostawy, składowania na miejscu budowy i montażu.

Często stosuje się zdzieralną folię z tworzywa sztucznego do ochrony barwionych i malowanych powierzchni stali. W takich przypadkach nie należy przekroczyć zalecanego czasu użycia takiej warstwy przed ze-



*Czyszczenie ścian bocznych tunelu nie ujawniło korozji powierzchni, mimo bardzo niekorzystnych warunków eksploatacji. Zdjęcie: Centro Inox, Mediolan (Włochy)*

rwaniem. Jeżeli nie dopilnuje się tego może wystąpić problem z retencją kleju. Jeżeli klej pozostanie na powierzchni i musi być z niej usunięty należy zasięgnąć porady zarówno od dostawcy stali nierdzewnej lub specjalistycznej firmy sprzątającej [19]. Generalnie kleje wodne są usuwane bez uszkodzenia powierzchni barwionych, ale niektóre wymagają zastosowania rozpuszczalników, które mogą uszkodzić farbę.

### 8.2 Czyszczenie rutynowe

Reżim czyszczenia zalecany przy rutynowym czyszczeniu niebarwionych stali nierdzewnych należy zaadaptować dla powierzchni barwionych ze szczególną starannością, aby nie uszkodzić powierzchni. Jest to szczególnie ważne dla bardzo silnie zanieczyszczonych powierzchni. Na przykład wysokociśnieniowe myjki wodne mogą spowodować uszkodzenie powierzchni barwionych. Preferowane jest płukanie wodą z detergentem pod niskim ciśnieniem. Jeśli zabrudzenia nadal pozostają na powierzchni to delikatne pocieranie miękką szmatką lub miękką szczotką z tworzywa sztucznego naruszy zaległy osad. Generalnie dobrze jest poprosić o pomoc producenta powłok malarskich, wytwórcę barwionej stali nierdzewnej lub specjalistyczną firmę sprzątającą [19].

### 8.3 Wandalizm, wypadki i czyszczenie naprawcze

Istnieje szereg technik usuwania farb i znaków z barwionych i malowanych powierzchni stali nierdzewnych, podczas gdy usuwanie graffiti należy pozostawić specjalistycznej firmie sprzątającej, inaczej powierzchnia może zostać nieodwracalnie uszkodzona.

Rysy od graffiti na malowanej stali nierdzewnej mają ten sam efekt wizualny jak na malowanej stali węglowej z tą przewagą, że rysy nie są następnie powiększane przez korozję. Czy będzie możliwe przemaalowanie powierzchni zarysowania i odnowienie barwionej powierzchni stali nierdzewnej zależy od możliwości dopasowywania kolorów i rodzaju zastosowanego systemu malarskiego. W przypadku barwienia elektrochemicznego stali nierdzewnej naprawa w miejscu montażu jest możliwa tylko poprzez wymianę danego panelu.

Plamy z cementu i zaprawy tynkarskiej powinny być zmywane natychmiast, ponieważ zasadowy odczyn tych substancji może spowodować odbarwienie koloru wykończe-

nia. Jeżeli cement lub zaprawa nie zostaną zauważone od razu to po całkowitym wyschnięciu o wiele twardszy materiał może sam odpaść od gładkiej powierzchni, a jego pozostałości można usunąć za pomocą mycia wodą pod niskim ciśnieniem i szczotki z miękkim włosiem. Należy jednak uważać, aby nie ścierać powierzchni. Po tym jak plamy zostały usunięte należy sprawdzić panele pod względem obecności zasadowych przebarwień. Jeżeli takie wystąpiły to prawdopodobnie kolorowe panele będą musiały być wymienione. Dla malowanych stali nierdzewnych należy rozważyć usunięcie i ponowne nałożenie farby w takich miejscach.

Oczywiście trzeba unikać zarysowania powierzchni, dlatego nie należy stosować metalowych szczotek lub środków ściernych. Najlepiej jak cząstki żelaza zostaną usunięte z powierzchni przez delikatne starcie szmatką, zanim zaczną korodować i tworzyć rdzę.

Czyszczenie naprawcze na dużą skalę powinna wykonać właściwa firma specjalizująca się w czyszczeniu stali (19), przy doradztwie dostawcy wykończonej powierzchni.

*Środki czyszczące bezpieczne dla zwykłych wykończeń stali nierdzewnej mogą być także zwykle stosowane dla barwionych elektrolitycznie stali nierdzewnych.*



## 9 Zamawianie kolorowych produktów ze stali nierdzewnej

Tablica 6 w normie EN 10088 - 2 [20] dla barwionych wyrobów płaskich stosuje oznaczenie 2L (wykończenia specjalne). Ogranicza to materiał wejściowy tylko do walcowanych na zimno. Jakość powierzchni i uzgodniony odcień koloru dotyczy tylko jednej strony produktu. Norma nie określa konkretnych kolorów, a sam kolor powinien być uzgodniony między wytwórcą i nabywcą.

W praktyce dostawcy produktów stalowych udostępniają próbki wzorcowe na poręcznych wycinkach blachy, co wspomaga proces wyboru wykończenia powierzchni stali [9]. Dostępne są także większe próbki przedstawiające typowy zakres barw danej powierzchni przydatne do budowy makiety projektu, które powinny być obejrzone w każdych warunkach oświetleniowych. Mogą one służyć jako standard wyglądu powierzchni dla projektu po uzgodnieniu między wytwórcą i nabywcą.



*Próbki powinny być obejrzone na miejscu budowy w rzeczywistych warunkach oświetleniowych. Zdjęcie: Inox-Color, Walldürn (Niemcy)*



## 10 Literatura

- [1] Houska, C., "Coloured stainless offers a rainbow of possibilities", Part 1, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 12, No. 1, 2005
- [2] Yoshino, M., *Application of INCO coloured stainless steel in Japan*, Nickel Development Institute, Technical series, No. 13005, 1992
- [3] Wiener, M., "Coloring Stainless Steel", *Products Finishing*, July, 1991, pp.68-70
- [4] Cochrane, D., *Poradnik dla robót wykończeniowych z zastosowaniem stali nierdzewnych*, Euro Inox, Seria budowlana, księga 1, 2003, [http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02\\_PL.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02_PL.pdf)
- [5] Rabelo Junqueira, R. M., de Oliveira Loureiro, C. R., Spangler Andrade, M., Lopes Buone, V. T., *Materials Research*, Vol. 11, No. 4, pp. 421-426
- [6] Kikuti, E., Conrado, R., Bocchi, N., Biaggio, S. R., Rocha-Filho, R. C., *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 472-480
- [7] Houska, C., *Stainless Steels in architecture, building and construction*, Nickel Development Institute, Publication No. 11024, 2001
- [8] *Which Stainless Steel Should be Specified for Exterior Applications*, IMO, [http://www.imoa.info/\\_files/stainless\\_steel\\_selection\\_sw.html](http://www.imoa.info/_files/stainless_steel_selection_sw.html)
- [9] *Specifying coloured stainless steel finishes and their applications*, BSSA, <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=187>
- [10] *Metals Handbook, Ninth Edition: Volume 13 – Corrosion*, ASM International, pp. 456-458
- [11] <http://www.metalresources.net/pdfs/DecorativeSheetMetalFinishes.pdf>
- [12] *Vernest – Coloured Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VERNEST.pdf>
- [13] *Inossidabile 161*, Centro Inox, 2005, [http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss\\_161.pdf](http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss_161.pdf)
- [14] <http://www.replasa.es/index.php?id=122&L=9>
- [15] *Vivinox – Painted Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VIVINOX.pdf>
- [16] *ASM Specialty Handbook, Stainless Steels*, ed. J.R. Davis, ASM International, 1996
- [17] Houska, C., "Colored Stainless Possibilities", *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 11, No. 4, 2005
- [18] *Special Finishes for Stainless Steel*, SSINA, [http://www.ssina.com/publications/spe\\_fin.html](http://www.ssina.com/publications/spe_fin.html)
- [19] *Stainless steel in architecture, building and construction, Guidelines for maintenance and cleaning*, Nickel Development Institute, Reference book, No. 11014, 1994
- [20] PN-EN 10088-2:2007, *Stale odporne na korozję - Część 2: Warunki techniczne dostawy blach i taśm ze stali nierdzewnych ogólnego przeznaczenia*



ISBN 978-2-87997-359-3