



# Stabilizacja i zestalanie (imobilizacja) odpadów niebezpiecznych ze spalarni odpadów komunalnych w technologii „Geodur”

**Stabilisation and solidification (immobilisation) of hazardous waste from waste incineration plants using the Geodur technology**

Michał FENGLER

Autor jest prezesem firmy:  
CDF – TECHNOLOGIE DLA  
ŚRODOWISKA s.c.



## W KILKU SŁOWACH

Zestalanie i stabilizacja odpadów jest jednym ze sposobów fizykochemicznego unieszkodliwiania odpadów. Celem procesu jest chemiczne przekształcenie odpadu, tak by nie wymywały się z niego substancje szkodliwe występujące w postaci związków rozpuszczalnych, a także w miarę możliwości zmiana niektórych parametrów fizycznych odpadu aby uzyskać poprawę jego wytrzymałości mechanicznej, zmniejszenie nasiąkliwości, zwiększenie mrozoodporności itp. Temu procesowi poddaje się najczęściej odpady niebezpieczne o charakterze nieorganicznym (lub zawierające niewielkie ilości związków organicznych), z których wymywają się rozpuszczalne związki chemiczne stanowiące substancje szkodliwe zagrażające środowisku. Firma CDF przedstawia jedną z najnowszych technologii tego typu.



## SUMMARY

Solidification and stabilisation of waste is a physico-chemical method of waste disposal. The purpose of the method is to chemically treat waste in such a way as to prevent the washout of any dangerous soluble substances, at the same time aiming to enhance physical properties of solid waste whenever such a possibility exists, thereby increasing its mechanical strength, reducing moisture absorption capacity, and improving freeze-thaw resistance, among others. The most common type of waste treated with this method is hazardous inorganic waste (or waste of low organic content), where soluble compounds being washed out pose risk to the environment. The CDF company presents one of the latest technologies involving the process.

## 1. Wstęp

Fizykochemiczne przetwarzanie odpadów polega na zmianie własności chemicznych i zmianie parametrów fizycznych odpadów, poprzez poddanie ich obróbce z zastosowaniem zdefiniowanych komponentów, które powodują zaistnienie określonych reakcji chemicznych i wykorzystanie niektórych zjawisk fizycznych.

Zestalanie i stabilizacja odpadów (w tym niebezpiecznych), często nazywane imobilizacją (od angielskiego określenia „immobilisation”), jest jednym ze sposobów fizykochemicznego unieszkodliwiania odpadów. Celem procesu imobilizacji odpadów jest przede wszystkim chemiczne przekształcenie odpadu, tak by nie wymywały się z niego substancje szkodliwe występujące w postaci związków rozpuszczalnych a także w miarę możliwości zmiana niektórych parametrów fizycznych odpadu aby uzyskać poprawę jego wytrzymałości mechanicznej, zmniejszenie nasiąkliwości, zwiększenie mrozoodporności itp.

Procesowi imobilizacji poddaje się najczęściej odpady niebezpieczne o charakterze nieorganicznym (lub zawierające niewielkie ilości związków organicznych) z których wymywają się rozpuszczalne związki chemiczne metali stanowiące substancje szkodliwe zagrażające środowisku, takie jak:

- żużle i popioły i pyły z procesów termicznych (w tym z hutnictwa żelaza i stali, hutnictwa metali nieżelaznych, ze spalarni odpadów itp.),
- pyły i szlasy przemysłowe,
- popioły, pyły i szlasy z procesów oczyszczania gazów,
- odpady z procesów galwanicznych,

Niektóre odpady przekształcone poprzez imobilizację można wykorzystać jako kruszywo drogowe, kruszywo do budownictwa przemysłowego i robót inżynierskich a także materiały budowlane w postaci kostki brukowej, chodnikowej czy też w postaci bloczków do budownictwa przemysłowego. Jeżeli nie ma możliwości

poprawy parametrów fizycznych odpadu aby spełniał on po immobilizacji wymagania norm dla różnych rodzajów kruszyw to w rezultacie otrzymamy z odpadu niebezpiecznego odpad nie posiadający cech odpadu niebezpiecznego (tzw. odpad obojętny lub inny niż niebezpieczny) ponieważ substancje szkodliwe występujące w odpadzie w formie związków rozpuszczalnych (siarczany, chlorki) zostają przekształcone chemicznie w związki nierozpuszczalne (siarczki, wodorotlenki, związki kompleksowe).

Proces technologiczny w nowoczesnych zakładach stosujących immobilizację odpadów prowadzony jest w specjalnie wyposażonych i zautomatyzowanych mieszarkach (najczęściej talerzowych). Komponentami zaś niezbędnymi do przeprowadzenia procesu są:

- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu, wapna lub innego materiału reagującego pulcolanowo (np. niektórych popiołów lotnych),
- woda,
- zestaw chemikaliów zapewniających chemiczne przekształcenie związków rozpuszczalnych w związki nierozpuszczalne,
- wypełniacze poprawiające strukturę fizyczną produktu takie jak żwir, piasek, żużel i in.

Nowoczesne technologie immobilizacji odpadów tym różnią się od tradycyjnych, że w oparciu o znajomość składu chemicznego danego odpadu dobiera się zestaw chemikaliów zapewniających pełne unieszkodliwienie odpadu, tzn. przekształcenie związków rozpuszczalnych w nierozpuszczalne.

Podczas gdy w tradycyjnych technologiach stosowane są jedynie spoiwa hydrauliczne (najczęściej cement lub wapno), które wprowadzając do immobilizacji poprzez hydrauliczne związanie związków rozpuszczalnych, ale wiązanie to jest bardzo nietrwałe (w zależności od ilości i jakości użytego cementu oraz warunków atmosferycznych - 2 do 3 lat) ponieważ nie towarzyszą mu określone reakcje chemiczne niezbędne do przekształcenia związków rozpuszczalnych w nierozpuszczalne.

Nowoczesne technologie immobilizacji odpadów prowadzone są w zamkniętej aparaturze, najczęściej w temperaturze otoczenia a wszystkie materiały sypkie są transportowane i magazynowane w hermetycznych urządzeniach. Są to obiekty nie emitujące zanieczysz-

czeń gazowych do atmosfery a emisja pyłów jest niewielka i ogranicza się do emisji powstałej w procesach przeładunku i załadunku materiałów oraz na skutek ruchu pojazdów.

Immobilizacja odpadów prowadzona w oparciu o nowoczesne technologie jest procesem skutecznie unieszkodliwiającym odpady i bezpiecznym dla otoczenia.

Jedną z najnowocześniejszych technologii immobilizacji odpadów jest technologia „Geodur”, szwajcarskiej firmy GEODUR RECYCLING AG z Zug, którą na rynku polskim reprezentuje firma CDF – TECHNOLOGIE DLA ŚRODOWISKA s.c. z Zabrze.

## 2. Opis technologii „Geodur”

Technologia GEODUR posiada patent europejski nr EP 1 200 158 B1 oraz patent polski Nr 192267. Jest kombinacją stechiometrycznie obliczonego przekształcenia chemicznego (inertyzacji) i przetwarzania fizycznego odpadów połączonego z poprawą właściwości fizycznych produktu immobilizacji, opartą na:

### a) produktach GEODUR

Produkty GEODUR są bazowym komponentem receptur mieszanek służących do immobilizacji odpadów. Produkty te używane są w zależności od potrzeb (czyt. koncentracji substancji szkodliwych w odpadzie) jako roztwory o różnych koncentracjach a roztwory uzyskuje się z koncentratu składającego się ze stearyniaków, etanoloamin, środków dyspergujących, związków wapniowo-aminowych, wodorotlenku amonu, środka roztwarzającego i dodatków. W recepturach mieszanek wprowadza się 0,04% związków organicznych, co służy do redukcji napięcia powierzchniowego i homogenizacji różnych komponentów mieszanki.

### b) szczegółowych informacjach nt. właściwości odpadów

Informacje nt. składu chemicznego i właściwości fizycznych odpadów są bezwarunkowymi przesłankami dla potrzeb opracowania receptur mieszanek. W tym celu opracowano bazę danych GEODAT®, w której znajdują się informacje o ponad 850 różnych odpadach.

### c) komputerowym opracowaniu i obliczaniu receptur mieszanek

Wymagania w zakresie chemicznych i fizycz-



nych właściwości komponentów mieszanek są bardzo różne. Bazowym komponentem jest produkt GEODUR. Pozostałe komponenty mieszanek są wybranymi odpadami i spoiwami o właściwościach strukturotwórczych i pucolanowych.

Skład receptur mieszanek jest obliczany przez oprogramowanie GEOCALC®. Przy użyciu w/w oprogramowania oblicza się szczegółowy skład mieszanek jak i właściwości przyszłych produktów. Zapotrzebowanie dodatków jest obliczane stosownie do zawartości substancji szkodliwych w odpadzie.

### Charakterystyka technologii „Geodur”

Jakość receptur mieszanek zależy od energii wprowadzonej do mieszanki w jednostce czasu i stopnia homogenizacji różnych składników mieszanek. W pierwszej fazie procesu mieszania (dzięki stosownie dobranym reagentom, kontrolowanemu pH i temperaturze) dochodzi do przekształcenia związków chemicznych. W drugiej fazie dochodzi do zmiany fizycznej struktury mieszanki poprzez dodawanie odpowiednich spoiw.

W wyniku stosowania technologii GEODUR uzyskujemy znaczne zmniejszenie migracji substancji szkodliwych do środowiska oraz zmniejszenie ich toksyczności. W zależności od zastosowanych reagentów i techniki procesu chodzi tu o stabilizację lub/i solidyfikację. Przebieg procesów chemicznych i fizycznych przedstawiono poniżej:



W technologii GEODUR chodzi o rozwiązanie immobilizacji oparte na chemicznym przekształceniu immobilizowanego materiału.

Migracja zanieczyszczeń jest uniemożliwana poprzez tworzenie „wewnętrznych barier”. Po przez odpowiedni – zależny od rodzaju zanieczyszczeń – dobór reagentów powstają – w zdefiniowanym środowisku – produkty wytrącania lub reakcji cząstek stałych. Poszczególne jony zajmują swoje pozycje jako funkcja średnicy i ładunku w strukturze (siatce) krystalicznej.

W czasie zestalania przy użyciu cementu zaś, utworzona jedynie tzw. „bariera zewnętrzna”.

Kryształy poprzez swoją morfologię tworzą fizyczną strukturę. Migracja jest uniemożliwana dzięki związaniu w masie cementowej, zmniejszeniu przepuszczalności i zwiększeniu gęstości mieszanki.

W czasie immobilizacji odpadów z zastosowaniem systemu Geodur dochodzi do kombinacji chemicznego przekształcenia materiału („bariery wewnętrzne”) i fizycznego zasklepienia („bariery zewnętrzne”) oraz osiągnięcia założonych parametrów fizycznych (minimalna odporność na ściskanie, ograniczona wodoprzepuszczalność).

Najważniejsze mechanizmy i zasady działania poszczególnych komponentów procesu immobilizacji wyjaśniono poniżej:

- Procesy chemiczne. Składniki produktów GEODUR są łatwo rozpuszczalne. Substancje monomeryczne i polimeryczne aktywizują własności wiążące dodawanych spoiw, takich jak: cement, wapno lub popioły lotne, poprzez zmianę ich napięcia powierzchniowego. Składniki produktów GEODUR tworzą z substancjami szkodliwymi związki kompleksowe lub bezpośrednio molekularne. Produkt GEODUR pełni jednocześnie funkcję rozpuszczalnika dla różnych komponentów mieszanki. W zależności od rodzajów zanieczyszczeń zawartych w immobilizowanym odpadzie, z reguły stosuje się dodatkowe nieorganiczne dodatki i spoiwa. Celem są następujące mechanizmy:
- Zmiana wartości pH. Poprzez dodatek spoiw pucolanowych (np. popiołów lotnych lub wapna) zmienia się pH odpadu (pH 9-11) i dochodzi do wytrącenia metali ciężkich w postaci wodorotlenków.
- Zmiana wartościowości. Dodatki nieorganiczne np.  $\text{FeSO}_4$  redukują wartościowość

zanieczyszczeń a poprzez to ich rozpuszczalność (np.  $\text{Cr}^{+6}$  na  $\text{Cr}^{+3}$ ).

- Tworzenie związków kompleksowych. Rtęć, ołów i cynk mogą być (poprzez związki merkaptanowe) przeprowadzone w nierozpuszczalne związki kompleksowe.
- Związanie w struktury krystaliczne. Organofilne bentonity wbudowują substancje szkodliwe w siatkę krystaliczną. Aniony takie jak chlorki i siarczany wiążą się z glinianami wapnia i związkami wapniowymi w np. ettringity.
- Dodatki chemikaliów są dla każdego pojedynczego przypadku obliczane stechiometrycznie. Odbywa się to przy wykorzystaniu programu komputerowego GEOCALC® i banku danych GEODAT®. W banku danych GEODAT® znajduje się aktualnie ponad 2300 receptur dla ok. 730 różnych odpadów.
- Proces produkcyjny na instalacji może być kompleksowo zarządzany (poprzez łącze internetowe) w systemie GEOSYS® z wykorzystaniem w/w bazy danych i oprogramowania. System sterowania instalacją jest kompatybilny z oprogramowaniem GEOCALC®.
- Procesy fizyczne. Jeżeli produkt immobilizacji odpadu ma być wykorzystany jako materiał budowlany, wykorzystywane są, dodatkowo mechanizmy fizyczne. Obejmuje to w szczególności gęstość, zmianę powierzchni oraz odporność na ściskanie materiału.
- Gęstość. Poprzez dodatek cementu lub popiołów lotnych oraz dodatek energii do mieszaniny zwiększa się gęstość przetwarzanego odpadu i zmniejsza się rozwinięcie jego powierzchni a poprzez to przepuszczalność.
- Odporność na ściskanie. Poprzez zastosowanie cementu lub pucolanowo reagujących odpadów (np. popiołów ze spalania osadów z oczyszczalni ścieków zawierających wapń), zwiększa się odporność na ściskanie przetwarzanych odpadów.
- Konsystencja. W zależności od wilgotności mieszanki i dostarczonej energii powstaje materiał zestalony i ustabilizowany o różnej konsystencji. W zależności od wymaganego sposobu wykorzystania powstają monolity, granulaty a przy najwyższych doprowadzonych energiach materiał peletyzowany.

Podobnie jak przy zmianie gęstości i odporności na ściskanie uzyskuje się zmniejszenie rozpuszczalności zanieczyszczeń.

### 3. Porównanie technologii „Geodur” z tradycyjnymi metodami immobilizacji odpadów

W technologii GEODUR mamy do czynienia z immobilizacją trzeciej generacji, tzn. migracja zanieczyszczeń jest uniemożliwiana przez chemiczne przekształcanie (wytworzenie „wewnętrznych barier”) materiałów. Poprzez odpowiedni (zależny od rodzajów substancji szkodliwych) dobór reagentów powstają w zdefiniowanym środowisku produkty wytrącania lub reakcji cząstek stałych. Poszczególne jony zajmują swoje pozycje jako funkcja średnicy i ładunku w strukturze (siatce) krystalicznej.

W czasie zestalania przy samego użyciu cementu zaś, zostaje utworzona jedynie tzw. „bariera zewnętrzna”.

Kryształły poprzez swoją morfologię tworzą fizyczną strukturę. Migracja jest uniemożliwiana dzięki związaniu w masie cementowej, zmniejszeniu przepuszczalności i zwiększeniu gęstości mieszanki.

Mankamentem zestalania samym cementem jest – spowodowany dodawaniem dużych ilości cementu – duży przyrost objętości (i masy) mieszanki oraz ograniczony czas trwałości zestalania.

Tworzenie kryształów podczas dodawania cementu jest wynikiem reakcji czterech istotnych składników cementu. Za hydratazację odpowiedzialne są krzemian trójwapniowy (20 – 60%), krzemian dwuwapniowy (20-30%), glinian trójwapniowy (5-10%) i żelazoglinian czterowapniowy (8-15%).

Po dodaniu wody powstaje wodorotlenek wapnia  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  i w rezultacie kryształły. Z uwagi na szybki przebieg, tworzony materiał jest porowaty i w związku z tym wodoprzepuszczalny. Podczas przenikania wody przez pory i oddziaływania kwaśnych deszczy oraz  $\text{CO}_2$ , zmiana pH powodowana poprzez wolny  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  jest jedynie początkowo powstrzymywana. Po tym dochodzi ponownie do wymywania metali ciężkich i przekroczenia dopuszczalnych stężeń tychże metali w wyciągu wodnym.

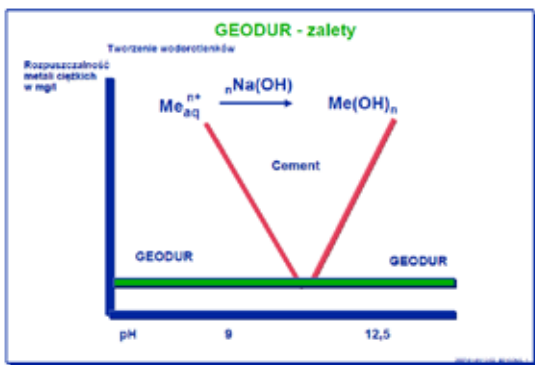
W czasie immobilizacji odpadów z zastosowaniem systemu GEODUR dochodzi do opisanej





powyżej kombinacji chemicznego przekształcenia materiału („bariery wewnętrzne”) i fizycznego zasklepienia („bariery zewnętrzne”), zapewniających dobrą wytrzymałość na ściskanie i małą wodoprzepuszczalność.

Analiza wielu przykładów stosowania technologii GEODUR i samego cementu pozwala na następujące porównanie:



Najistotniejsza różnica polega na tym, że w technologii GEODUR niezależnie od wartości pH dochodzi do immobilizacji zanieczyszczeń. Dodać należy następujące spostrzeżenia:

- GEODUR ułatwia tworzenie kryształów. Przy identycznej ilości użytego cementu uzyskuje się większy stopień hydratyzacji.
- Przy identycznych właściwościach fizycznych i wymywalności, mniejsze zużycie spoiw.
- Mniejsze koszty (mniejsze zużycie cementu) i mniejszy przyrost objętości (masy).
- Wyższe działanie hydrofobowe a co za tym idzie niższa rozpuszczalność w wodzie
- Mniejsza porowatość produktu.
- Wyższa mrozoodporność produktu.
- Mniejsza podatność na spękania produktu. Aktywność powierzchniowa GEODUR-u zwiększa możliwość wykorzystania produktu.

#### 4. Przykłady zastosowań technologii „Geodur” do immobilizacji popiołów i pyłów ze spalarni odpadów

##### 4.1. Zestalenie i stabilizacja odpadów wtórnych ze spalarni odpadów niebezpiecznych EKOKEM (Finlandia)

**Zadanie:** Uzyskanie materiału obojętnego przeznaczonego do wykorzystania na składowisku odpadów komunalnych jako przesyпка

**Odpady:** Popiół z oczyszczania spalin (19 01 13\*)

**Główne zanieczyszczenia:** Cd, Cu, Ni, Pb, Zn.

##### Własności chemiczne po immobilizacji:

Parametr	Zawartość w odpadzie mg/kg	Zawartość w wyciągu wodnym mg/l	Wartości dopuszczalne mg/l
Cd	14	0,051	0,1
Cu	2 203	<0,01	0,5
Ni	11 407	<0,01	2
Pb	3 540	0,52	1
Zn	6 687	3,7	10

##### 4.2. Zestalenie i stabilizacja odpadów wtórnych ze spalarni odpadów komunalnych SPIT-TELAU w Wiedniu (Austria)

- **Zadanie:** Uzyskanie materiału obojętnego przeznaczonego do wykorzystania na składowisku odpadów komunalnych jako przesyпка
- **Odpady:** Żużle (19 01 11\*) i popiół z elektrofiltra (19 01 13\*)
- **Główne zanieczyszczenia:** Cd, Cr(og.), Hg, Ni, Pb, Zn
- **Własności chemiczne po immobilizacji:**

Parametr	Zawartość w odpadzie mg/kg	Zawartość w wyciągu wodnym mg/l	Wartości dopuszczalne mg/l
Cd	31	<0,005	1
Cr (og.)	96	0,09	20
Hg	3	<0,01	0,1
Ni	35	<0,1	10
Pb	1 439	0,27	10
Zn	2 682	0,19	100

##### 4.3. Immobilizacja odpadów wtórnych ze spalarni ZUSOK w Warszawie

- **Zadanie:** Uzyskanie odpadu innego niż niebezpieczne
- **Odpady:** żużel (19 01 11\*), popiół i pył z oczyszczania spalin (19 01 13\*)
- **Główne zanieczyszczenia:** Pb, Cd, Zn
- **Własności fizyczne po immobilizacji:** Granulat o wytrzymałości na ściskanie 3 – 4 N/mm<sup>2</sup>



- Własności chemiczne po immobilizacji:

Parametr	Zawartość w odpadzie mg/kg	Zawartość w wyciągu wodnym mg/l	Wartości dopuszczalne mg/l
Zn	29 980	<0,020	5
Cu	14 770	<0,010	5
Pb	5 000	0,149	1

#### 4.5. Zestalenie i stabilizacja popiołów z elektrofiltrów spalarni odpadów komunalnych w Zurychu (Szwajcaria)

- Zadanie: Zestalenie i stabilizacja popiołów z elektrofiltrów i odpadów wtórnych z oczyszczania spalin, tak by spełniły wymagania przepisów (TVA) Szwajcarskiego Urzędu Ochrony Lasów i Środowiska w Bernie (BUWAL). Składowanie zestalonych odpadów na składowisku regionalnym w Kantonie Zug.
- Odpady: Odpady z oczyszczania spalin metodą pól suchą, popioły z elektrofiltrów, szlasy z oczyszczania ścieków (19 01 13\*).
- Główne zanieczyszczenia: Pb, Cd, Zn
- Ilość odpadów: 15000 do 20000 ton/rok
- Własności fizyczne: Pól suchy peletyzowany materiał o odporności na ściskanie 6 - 7 N/mm<sup>2</sup>.
- Własności chemiczne:

Parametr	Zawartość w odpadzie mg/kg	Zawartość w wyciągu wodnym po zestaleniu mg/l	Wartości dopuszczalne mg/l
Pb	5550	0,307	1,0
Cd	478	0,0098	0,10
Zn	12900	0,037	10

#### 5. Przykłady zastosowań technologii „Geodur” w Polsce

W Polsce istnieje kilka nowoczesnych zakładów stosujących immobilizację odpadów niebezpiecznych z zastosowaniem technologii „Geodur”, są to:

- instalacja unieszkodliwiania żużli, pyłów i popiołów ze spalarni odpadów komunalnych w ZUSOK w Warszawie - Województwo Mazowieckie (rok uruchomienia 2000),
- Zakład Produkcji Granulatów i Kruszyw firmy

EKRO w Bolechowie – Województwo Wielkopolskie (rok uruchomienia 2003),

- Zakład Produkcji Granulatów i Kruszyw firmy EKO-SERW w Bytomiu - Województwo Śląskie (rok uruchomienia 2005),
  - Instalacja popiołów i pyłów ze spalarni osadów ściekowych przy oczyszczalni ścieków „Czajka” w Warszawie (w trakcie rozruchu).
- Poniżej przedstawiono kilka zdjęć z w/w zakładów.

Zakład Produkcji Granulatów i Kruszyw EKO-SERW w Bytomiu:





## Branża stalowo – metalowa w pigułce w sosnowieckim Expo Silesia

W sosnowieckim Expo Silesia 7 listopada br. zakończyły się trzy imprezy o charakterze przemysłowym: Międzynarodowe Targi Stali, Metali Nieżelaznych, Technologii i Produktów SteelMET, Międzynarodowe Targi Zabezpieczeń Powierzchni SURFPROTECT oraz Targi Produkcji i Zastosowania Elementów Złącznych TEZ Expo, które połączyły pokrewne sektory dając możliwość szerokiej prezentacji ofert. Podczas dwóch dni 2500 odwiedzających wystawę mogło zapoznać się z propozycją ponad 70 firm.

Tematyka targów SteelMET już po raz piąty skoncentrowała się wokół hutnictwa stali, metali nieżelaznych, ich produkcji, obróbki i dystrybucji. Poza prezentacją innowacyjnych wózków Combilift łączących trzy urządzenia w jednym: wózek czołowy, boczny oraz wózek typu reach truck, można było się zapoznać z ofertą stalowych centrów serwisowych, dystrybucji wyrobów hutniczych, urządzeniami i najnowszymi rozwiązaniami dla przemysłu hutniczego jak również z aparaturą kontrolno-pomiarową.

Po raz drugi w ramach wydarzenia można było obejrzeć Salon Recyklingu Metali Scrap EXPO, będący odpowiedzią na wciąż wzrastające zainteresowanie problematyką przetwarzania i ponownego wykorzystania surowców. Nowym tematem poszerzającym zakres wystawy był Salon Odlewnictwa Metali Foundry Expo.

Dedykowana branży zabezpieczeń powierzchni wystawa SURFPROTECT skupiła specjalistów z zakresu przygotowania i obróbki powierzchni, antykorozji, galwanotechniki, farb i lakierów. Zainteresowani mogli poszerzyć swoją wiedzę w kwestiach nowych technologii służących ochronie powierzchni metalowych, drewnianych czy też betonowych.

Debiutujące w tym roku Targi TEZ Expo to nowa propozycja Organizatora i jednocześnie jedyne tego typu wydarzenie w Polsce. Podczas targów wystawcy zaprezentowali gotowe rozwiązania z zakresu elementów złącznych oraz narzędzi służących do montażu tego typu elementów. Zaprezentowane zostały maszyny dedykowane produkcji w branży, surowce oraz zabezpieczenia i powlekanie antykorozyjne w tej branży.



ZUSOK Warszawa:



Instalacja stabilizacji i zestalania popiołów i pozostałości poreakcyjnych ze spalarni osadów ściekowych „Czajka” w Warszawie:



Wyłączny przedstawiciel firmy GEODUR RECYCLING AG na Polskę:  
 Michał Fengler  
 CDF - TECHNOLOGIE DLA ŚRODOWISKA s.c.  
 41-800 Zabrze ul. Wolności 262  
 Phone: +48 032/7761362 Fax: +48 032/7761363  
 Mobile: +48 503014077  
 Mail: mf@cdfmf.pl www.cdfmf.pl  
 NIP: 648-22-89-113 REGON: 276218564