Reklama

Odporność infrastruktury krytycznej w dobie niestabilności klimatycznej i geopolitycznej – czas na redefinicję podejścia?

Edyta Zalewska

W ostatnich latach bardzo dużo mówi się o zmianach klimatu. Temat ten stanowi przedmiot licznych konferencji i debat. Jednak czy rzeczywiście wypracowaliśmy odpowiednie narzędzia wspierające podejmowanie decyzji przy doborze rozwiązań do budowy infrastruktury krytycznej? Czy przeprowadzamy analizy wielokryterialne z uwzględnieniem odporności kinetycznej, zanim przejdziemy do fazy projektowania?

W poniższym artykule chciałabym zwrócić uwagę na nowe, istotne aspekty, o których powinniśmy pamiętać podejmując decyzje przy wyborze technologii. Postaram się również przyjrzeć doświadczeniom innych krajów oraz narzędziom, które pomagają inwestorom w podejmowaniu decyzji, tak aby projektowane instalacje cechowały się możliwie najwyższą trwałością.

Co warto zrobić, by zminimalizować ryzyko awarii?

W obliczu rosnącej liczby zagrożeń – zarówno naturalnych, jak i wynikających z działalności człowieka – zapewnienie niezawodności nowobudowanej infrastruktury staje się priorytetem. Aby skutecznie minimalizować ryzyko awarii, nie możemy kierować się tylko początkowymi kosztami inwestycji. Kluczowe jest myślenie długoterminowe, oparte na trwałości oraz odporności naszej infrastruktury, również obliczu zmieniającego się klimatu.

Nowelizacja ustawy Prawo zamówień publicznych, poprzez „zasadę efektywności" (Art. 17 ust. 1 Pzp) [1] wprowadziła co prawda obowiązek dążenia przez zamawiających do uzyskania najlepszej jakości finalnego zamówienia, przy jednoczesnym utrzymaniu konkurencyjnego kosztu jego pozyskania, ale nadal potrzebne jest wdrożenie nowych narzędzi pomagających w sposób transparentny przeprowadzać ocenę poszczególnych rozwiązań, tak aby osiągać najlepszy efekt z poniesionych nakładów, uwzględniając cały cykl życia inwestycji.

Przykładem takiego narzędzia jest „Poradnik weryfikacji inwestycji pod względem wpływu na klimat i adaptacji do zmian klimatu w okresie programowania UE 2021-2027", wydany przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska [2]. Dokument zawiera zalecenia dotyczące inwestycji finansowanych z Funduszy Unii Europejskiej, jednak warto korzystać z niego również w szerszym zakresie. W publikacji czytamy między innymi:

„... Przepisy regulujące ich działalność wymagają zatem, aby poszczególne projekty otrzymujące wsparcie – z których wiele obejmuje duże inwestycje infrastrukturalne – zostały poddane weryfikacji pod względem wpływu na klimat i ***adaptacji (odporności na zmiany klimatu) do zmian klimatu*** *w celu ustalenia ich zgodności z celami w zakresie łagodzenia zmian klimatu (redukcji emisji)* ***oraz dostosowania do zmian klimatu, tj. do warunków zmienionego i zmieniającego się klimatu, które wpływają i będą w coraz większym stopniu wpływać na projekty w trakcie ich funkcjonowania (cyklu życia projektu)****".*

„Zgodnie z wytycznymi KE, weryfikacja klimatyczna powinna być przeprowadzana dla całego cyklu życia projektu, od etapu strategicznego planowania do etapu likwidacji i opiera się na dwóch filarach (rysunek 1): weryfikacji neutralności klimatycznej potwierdzającej zgodność projektu z celem neutralności klimatycznej do 2050 r. oraz weryfikacji odporności klimatycznej potwierdzającej odporność infrastruktury na możliwe do przewidzenia zagrożenia klimatyczne w całym okresie eksploatacji infrastruktury, od początkowych etapów do fazy likwidacji".

Autorzy poradnika wskazują, że już na etapie preselekcji powinna nastąpić *„identyfikacja potencjalnego ryzyka zmiany klimatu w drodze analizy wrażliwości, analizy narażenia oraz oceny podatności na zagrożenia"*.

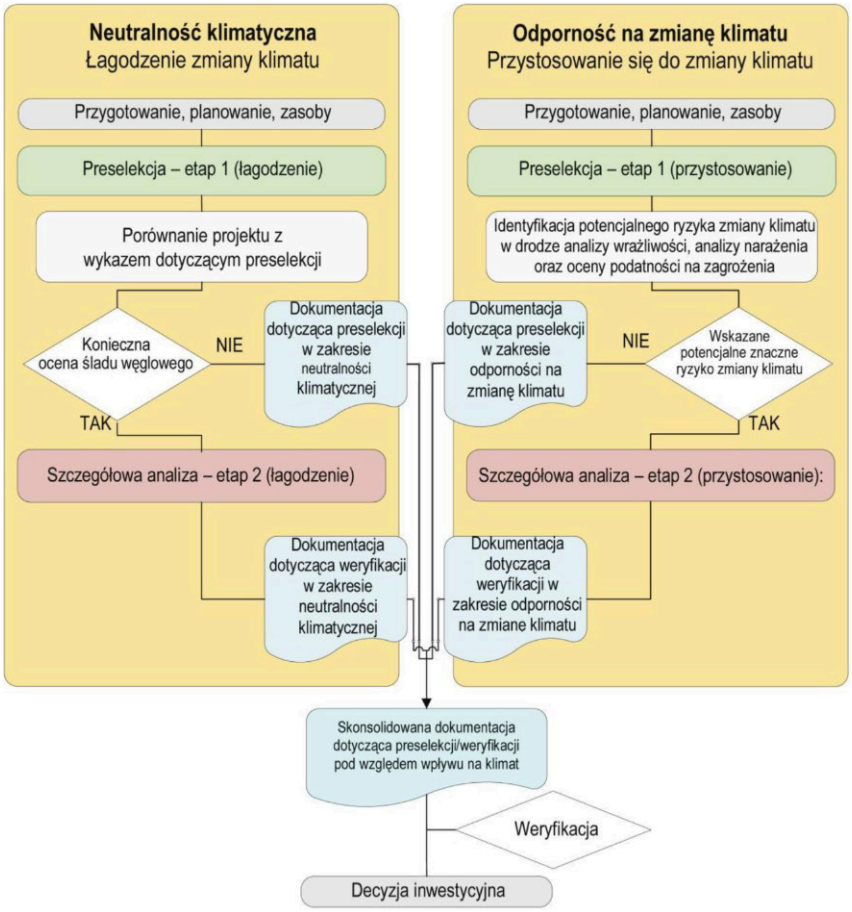
Wdrożenie procedury oceny ekonomicznej wg kryterium LLCA (Long Live Cost Analyse)

W Polsce wciąż zbyt rzadko analizujemy koszty inwestycji w ujęciu pełnego cyklu jej życia. Tymczasem kraje takie jak Stany Zjednoczone czy Wielka Brytania już od lat stosują narzędzia oceny efektywności inwestycji uwzględniające koszty eksploatacji, utrzymania i utylizacji. Państwa te zdecydowały się na modyfikację kryteriów wyboru wykonawców robót budowlanych, ponieważ przetargi oparte wyłącznie na najniższej cenie prowadziły do drastycznego obniżenia jakości zarówno materiałów, jak i wykonania prac [3].

Przykładowo, *„kongres w USA poprawką do ustawy z 1948 r. o przetargach na inwestycje publiczne wprowadził zasady wyboru projektanta oparte na wyborze zespołu projektującego według kryterium jakości QBS – Quality, Based Selection (wybór według jakości). Zasady te udoskonalono i przyjęto metodę uwzględniającą ocenę zarówno jakości, jak i koszty projektu budowlanego: QBC – Quality and Cost – Based Selection QCBS (wybór wg jakości i kosztów). Została ona wprowadzona między innymi przez Bank Światowy"* [3].

„W celu poprawy czasu i bezpieczeństwa użytkowania inwestycji publicznych, określenia przedmiotu zamówienia na roboty budowlane oraz oceny projektów według ich jakości i najniższych kosztów w całym cyklu życia obiektu budowlanego (Long Live Cost – LLC) rząd USA ustanowił szczegółowe regulacje przygotowania i oceny inwestycji publicznych". (...) Dla ujednolicenia zasad przygotowania przetargu publicznego dla robót budowlanych według kryterium LLCA (Long Live Cost Analyse) Departament Handlu w 2007 r. zatwierdził „Podręcznik dla obliczania efektywności inwestycji dla ochrony kapitału" [3].

Inwestorzy mają zatem obowiązek przeprowadzać ocenę efektywności inwestycji w kontekście trwałości i jakości infrastruktury od momentu rozpoczęcia budowy do dnia jej likwidacji.



Rys. 1. Weryfikacja klimatyczna i jej dwa filary: "Weryfikacja neutralności klimatycznej" i "Weryfikacja odporności klimatycznej" [2]

Analogiczne rozwiązania wprowadziła też Wielka Brytania, gdzie *„w celu poprawy jakości projektowania i obniżenia kosztów operacyjnych eksploatacji obiektu postanowiono skorzystać z rozwiązań stosowanych przez sektor prywatny podczas realizacji swoich obiektów według zasad PFI (Private Finance Initiative – prywatna inicjatywa finansowa); powyższe zasady eliminują niską jakość, ponieważ partnerzy prywatni unikają ponoszenia wysokich kosztów związanych z bieżącą eksploatacją. Zastosowanie metody PFI oznacza wprowadzenie do sektora publicznego dyscypliny w zarządzaniu projektem inwestycji budowlanej od programu do eksploatacji”* [3].

Sektor wodny w Wielkiej Brytanii dysponuje opracowaniami dotyczącymi modelu kosztów pełnego cyklu życia magistral wodociągowych. Warto zapoznać się z referatem pt. „Development of a whole life costing model for large diameter water mains” [4]. Referat ten został przedstawiony również w Polsce podczas jednej z konferencji Polskiego Stowarzyszenia Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych. Tłumaczenie, zatytułowane „Opracowanie modelu kosztów pełnego cyklu życia magistral wodociągowych” jest dostępne na stronach PRIK [5]. We wnioskach opracowania możemy przeczytać między innymi:

„W artykule wykazano, że przy uwzględnieniu we wstępnej analizie kosztów projektu wszystkich czynników, najbardziej ekonomiczne rozwiązanie może się zmienić i w wielu przypadkach najlepszym rozwiązaniem staje się PE. Jednak docelowo to nie koszt będzie nadrzędnym czynnikiem, ponieważ, gdy woda staje się towarem deficytowym, rolę tą przejmuje trwałość i niezawodność systemu. W tych warunkach odporność na korozję i szczelność połączeń rur PE uczyni je jedynym wyborem niezależnie od średnicy”.

Od deklaracji do faktów – jak ocenić realną trwałość systemów

W dzisiejszych realiach inwestycyjnych istotne jest, aby za przykładem innych krajów wdrożyć ogólnopolskie, transparentne procedury oceny ekonomicznej wg kryterium LLCA – kosztów w pełnym cyklu życia planowanej inwestycji. Jest to proces trudny ale konieczny, szczególnie w dobie zmieniającego się klimatu, gdzie znaczenia nabiera bezpieczeństwo użytkowania i trwałość infrastruktury krytycznej.

Zanim jednak doczekamy się wdrożenia tych narzędzi warto jest rozpocząć działania już teraz, zlecając jeszcze przed etapem projektowania, przeprowadzenie wielokryterialnej analizy alternatywnych rozwiązań, rozpatrując cały cykl życia, z uwzględnieniem różnych stanów pracy naszej instalacji, również w okresach przeciążenia spowodowanych potencjalnymi podtopieniami. I tu kluczowe jest, by nie podchodzić bezkrytycznie do deklaracji producentów. Niestety, wiele z tych zapewnień nie ma pokrycia w rzeczywistych danych ani w doświadczeniu eksploatacyjnym. Warto zatem bazować na wiarygodnych źródłach – szczególnie na tych zawartych w normach branżowych.

Przykładowo, norma PN-C-89224 [6] dotycząca przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych, do których należy polietylen, wskazuje nie tylko na ponad 100-letnią trwałość, ale również na rosnącą sztywność rur PE w czasie. To są realne wskaźniki, które powinny być fundamentem decyzji inwestycyjnych – nie marketingowe hasła. Tylko w ten sposób można skutecznie zarządzać infrastrukturą w długim horyzoncie czasowym.

Technologia PE Uponor sprawdzona w warunkach powodzi

Podejmując decyzje przy wyborze technologii bardzo ważne są referencje potwierdzone przez innych inwestorów z wieloletniej, bezawaryjnej pracy, również w trudnych warunkach. Przykładem świadectwa, że systemy PE Uponor są w stanie przetrwać powódź jest wystąpienie Sądeckich Wodociągów podczas konferencji IGWP zorganizowanej podczas targów WOD-KAN w 2022 roku [7].

W 2010 roku przez Nowy Sącz przeszły dwie fale powodziowe, które spowodowały szereg zniszczeń. Między innymi doszło do zerwania mostu stalowego, a woda wymyła denne zabezpieczenie głównego kolektora DN1400 PE doprowadzającego ścieki do oczyszczalni, co spowodowało jego wyniesienie ponad lustro wody. Z relacji pracowników wodociągów wynika, że byli przekonani, iż dojdzie do przerwania ciągłości pracy kolektora, co skutkowałoby wyciekiem ścieków do środowiska. Okazało się jednak, że kolektor PE Weholite, połączony metodą spawania ekstruzyjnego, nie uległ rozszczelnieniu. Po ustąpieniu powodzi **został ponownie posadowiony (rysunek 2) i pracuje nieprzerwanie do dziś – obecnie trwa jego 30. rok eksploatacji**.

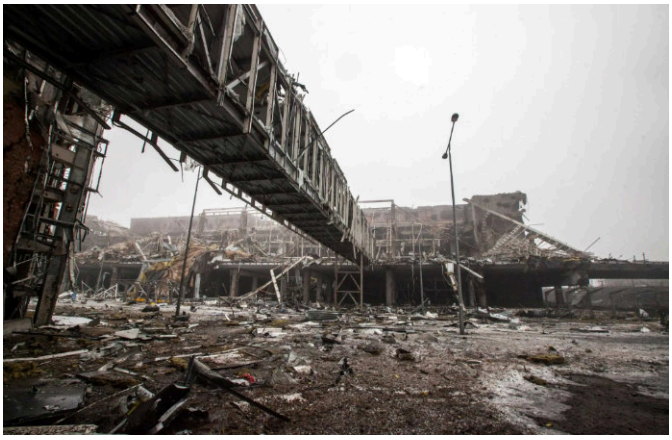


Rys. 2. Ponowne posadowienie kolektora PE DN1400 w Nowym Sączu po ustąpieniu powodzi (fot. Kazimierz Kudlik) [7]

Odporność kinetyczna – infrastruktura krytyczna a działania wojenne i sabotażowe

W świetle sytuacji za wschodnią granicą coraz większą uwagę zwracamy na tzw. odporność kinetyczną infrastruktury. Przykład z Doniecka, gdzie w 2014 roku kanały burzowe z rur PE Uponor przetrwały bombardowania lotniska i stanowiły ukrycia dla żołnierzy ukraińskich [8] dowodzi ich niezwykłej odporności kinetycznej tj. odporności na wybuchy. Rysunek 3 przedstawia zdjęcie zbombardowanego lotniska w Doniecku.

Powyższe doświadczenia zapoczątkowały prace nad rozwojem schronów na bazie rur polietylenowych [9]. Schron wykonany z rury PE Weholite został poddany serii prób wybuchowych, odpowiadających oddziaływaniu ładunków o masie 10 kg TNT, detonowanych zarówno na powierzchni, jak i w gruncie bezpośrednio przy konstrukcji (rysunek 4). Instalacja schronu na głębokości ponad 1,0 m poniżej poziomu terenu umożliwiła ocenę jego odporności na złożone oddziaływanie fal uderzeniowych w gruncie (ang. *shockwave loading*), dynamiczne parcie gruntu oraz odpowiedź wewnątrz np. przyspieszenia,



Rys. 3. Zniszczony port lotniczy, Donieck 21.01.2015 r. (fot. Igor Ivanov/AP Images/East News)



Rys. 4. Detonacja ładunku w odległości 2 m od schronu DN3000 z rury PE Weholite (fot. Pelter)

deformacje konstrukcji oraz poziom hermetyzacji w czasie rzeczywistym. Badania te wykonane zgodnie z normą obronną NO-02-A116:2012 (kategoria C5) oraz międzynarodowymi standardami NATO, w tym STANAG 2280, 4549, 2288, 2895 i AEP-55 wykazały, że konstrukcje z rur PE Uponor zachowują integralność nawet w ekstremalnych warunkach. Nie zaobserwowano trwałych odkształceń (powyżej 0,005 m, przy bazie 3,0 m) po serii detonacji, a konstrukcje wykazały odporność na wybuchy ładunków odpalanych w odległości 2 m od obiektu. Uzyskane wyniki potwierdzają, że tego typu rozwiązania można z powodzeniem stosować nie tylko w infrastrukturze krytycznej, ale również w obszarach obrony cywilnej i wojskowej.

Odporność rurociągów PE na trzęsienia ziemi i inne obciążenia dynamiczne

Polska coraz częściej doświadcza ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak powodzie błyskawiczne. Dlatego tak istotne jest, by nowoprojektowana infrastruktura była odporna na obciążenia dynamiczne. Przykładem skrajnych obciążeń, jakie mogą oddziaływać na infrastrukturę, są trzęsienia ziemi. Odporność rurociągów PE na obciążenia i ruchy gruntu została potwierdzona w 1995 roku, podczas dramatycznego trzęsienia ziemi w Kobe w Japonii. Po tym kataklizmie, w wyniku którego zginęło 6000 osób, a 440000 domów zostało zniszczonych, firma Osaka Gas przeprowadziła analizę stanu sieci gazowej [10]. Stwierdzono wówczas liczne uszkodzenia rurociągów żeliwnych i stalowych, natomiast nie odnotowano żadnych awarii w części sieci wykonanej z PE. Po tej analizie rury PE

zyskały ogromną popularność w Japonii i innych obszarach, na których występują trzęsienia ziemi. Również podczas kolejnych ośmiu trzęsień ziemi nie zaobserwowano żadnych uszkodzeń rurociągów PE, co zostało zaprezentowane podczas jednej z konferencji w Las Vegas [11].

Trwałość, kontrola, gwarancja – klucz do niezawodnej infrastruktury

W dobie gwałtownych zmian klimatycznych oraz rosnącego ryzyka konfliktów, odpowiedzialne planowanie i dobór technologii to nie tylko kwestia efektywności, lecz przede wszystkim bezpieczeństwa – zarówno ludzi, jak i zasobów. Dlatego powinniśmy dążyć do wypracowania transparentnych narzędzi opartych na analizie kosztów pełnego cyklu życia (LLCA), uwzględniających również pracę systemów w warunkach przeciążenia wynikających np. ze skutków zmian klimatycznych. Zanim jednak takie narzędzia staną się standardem, pomocna może być wielokryterialna analiza rozwiązań, przeprowadzana jeszcze na etapie preselekcji rozwiązań, uwzględniająca trwałość materiałów w różnych warunkach pracy. Dobrym rozwiązaniem byłoby również wprowadzenie obowiązku wydłużonego, np. 10-letniego okresu gwarancji zarówno na materiały, jak i prace budowlane. Nie można też zapominać o parametryzowaniu i skutecznej kontroli jakości materiałów – w tym zakresie sytuacja w Polsce pozostawia wiele do życzenia (to zagadnienie zasługuje na osobny artykuł). Wszystkie te działania mogą znacząco zwiększyć niezawodność inwestycji, również w kontekście postępujących zmian klimatycznych.

Literatura

[1] Ustawa z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych Dz.U.2019 poz. 2019. https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/prawo-zamowien-publicznych-18903829.

[2] Poradnik weryfikacji inwestycji pod względem wpływu na klimat i adaptacji do zmian klimatu w okresie programowania UE 2021-2027, Ministerstwo Klimatu i Środowiska. www.gov.pl/web/klimat/poradnik-weryfikacji-inwestycji-pod-wzgledem-wplywu-na-klimat-i-adaptacji-do-zmian-klimatu-w-okresie-programowania-ue-2021-2028.

[3] Efektywność Inwestycji a postępowanie przetargowe, Jerzy Kubiszewski, Inżynier Budownictwa, 03.2010. https://inzynierbudownictwa.pl/efektywnosc-inwestycji-a-postepowanie-przetargowe/.

[4] Development of a whole life costing model for large diameter water mains, Mike Shepherd - Thames Water, Alan Headford - GPS, Richard Jordan -TRL Ltd., Sarah Reeves - TRL Ltd. & David Walton - Borealis AB, Plastics Pipes XIII, Washington DC, 2-5th October 2006. https://conduitcalc.plasticpipe.org/pdf/whole-life-system-cost-2-12-16.pdf.

[5] Opracowanie modelu kosztów pełnego cyklu życia magistral wodociągowych, Mike Shepherd - Thames Water, Alan Headford - GPS, Richard Jordan -TRL Ltd., Sarah Reeves - TRL Ltd. & David Walton - Borealis AB, I Konferencja Techniczna pt. „Sieci wodociągowe z tworzyw sztucznych. Nowe rozwiązania z polipropylenu i polietylenu", 6-7 grudnia 2007, Bielsko-Biała. www.prik.pl/images/pdf/konferencje/konf1/M.-Shepherd-A.-Headford-R.-Jordan-S.-Reeves-D.-WaltonOpracowanie-modelu-kosztów-pełnego-cyklu-życia-magistral-wodociągowych.pdf.

[6] PN-C-89224:2018-03 Systemy przewodów rurowych z termoplastycznych tworzyw sztucznych – Zewnętrzne systemy bezciśnieniowe i ciśnieniowe do przesyłania wody, odwadniania i kanalizacji z nieplastyfikowanego polichlorku winylu (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE) – Warunki techniczne wykonania i odbioru.

[7] Infrastruktura wodociągowo-kanalizacyjna a skutki zmian klimatycznych, Kazimierz Kudlik, kierownik Działu Badań i Rozwoju, Sądeckie Wodociągi Sp. z o.o. Nagranie z Konferencji #must have branży wod-kan: Wodociągowcy Wodociągowcom: Technologie dla małych, średnich i dużych przedsiębiorstw wod-kan, 11.05.2022. www.youtube.com/watch?v=yeEM31cRt0s&t=109s.

[8] Донецкий аэропорт защищают киборги! Donieckie lotnisko bronią cyborgi!, (Архив) Политика / Мнения, 26.09.2014 13:24. www.obozrevatel.com/blogs/60943-donetskij-aeroport-zaschischayut-kiborgi.htm.

[9] Nowoczesne i innowacyjne schrony dla ludności cywilnej, Pelter. https://pelter.pl/.

[10] Performance of Pipes During Earthquakes Conference Plastic Pipes XV, Vancouver 2010, Autor: Camille George Rubeiz, Plastics Pipe Institute, USA. www.pe100plus.com/PPCA/2010-Vancouver-Conference-15.html.

[11] Polyethylene pipeline performance against earthquake, H. Omuro, T. Himono, Proceedings of the 19th Plastic Pipes Conference PPXIX September 24-26, 2018, Las Vegas, Nevada. www.plasticpipe.org/common/Uploaded%20files/1-PPI/Divisions/Municipal%20and%20Industrial/Division%20Publications/Potable%20Water/Earthquake/HidekiOmuroTomokazuHimono2018PolyethylenePipeline-PerformanceAgainstEarthquakePPXIXLA.pdf.

Edyta Zalewska
Uponor Infra Sp. z o.o.

Więcej na:

www.uponor.com
www.gfps.com
www.linkedin.com/company/18361201/
www.facebook.com/profile.php?id=61558651270591&locale=pl_PL
www.youtube.com/channel/UCAAc3O7OYFb9gaQXuCYBTyQ

Dane kontaktowe:

Uponor Infra Sp. z o.o.
ul. Kolejowa 5/7, 01-217 Warszawa
Edyta Zalewska
+48 604 421 777
infra.pl@uponor.com

uponor a +GF+ brand
www.uponor.com/pl-pl/infra

Uponor Infra jest częścią grupy Georg Fischer, dywizji GF Piping Systems, globalnego lidera w dziedzinie bezpiecznego i niezawodnego przesyłania wody, substancji chemicznych i gazu. Uponor Infra zajmuje się produkcją systemów rur i kształtek z tworzyw sztucznych (**PE** i **PP**), które wykorzystywane są do budowy i renowacji wodociągów i kanalizacji na potrzeby gospodarki komunalnej, drogownictwa i przemysłu.