



technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ

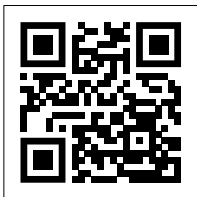
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW

BEZPIECZEŃSTWO

GOSPODARKA WODNA



WYDAWNICTWO



Jakość wód roztopowych oraz mechanizmy i źródła ich powstawania – analiza danych literaturowych

Szczegóły na stronie 10

technologia wody

SYSTEMY ZAOPATRZENIA W WODĘ
ODPROWADZANIE I OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW
BEZPIECZEŃSTWO
GOSPODARKA WODNA

ISSN 2719-3551

kwartalnik

Rok założenia 2009

Czasopismo redaguje i wydaje Wydawnictwo 2K TECHNOLOGIE s.c.

Adres redakcji:

ul. Średzka 58, 62-025 Kostrzyn

Czasopismo jest indeksowane w:

Baztech (baztech.icm.edu.pl)

POL-index (pbn.nauka.gov.pl/polindex)

Index Copernicus (journals.indexcopernicus.com)

Za publikację artykułów w czasopiśmie „Technologia Wody” (od 2009 r.) Autorzy otrzymują 5 punktów – zgodnie z listą czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 23 grudnia 2015 r.

Redakcja

Izabela Kruszelnicka – redakcja, +48 608 021 656

Dobrochna Ginter-Kramarczyk – redakcja, +48 698 978 848

Rada programowa

- prof. dr hab. inż. **Ryszard Błażejowski**, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- prof. dr hab. inż. **Krzysztof Chmielowski**, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- prof. dr hab. inż. **Wojciech Dąbrowski**, Politechnika Krakowska
- prof. dr hab. inż. **Piotr Koszelnik**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Marian Kwietniewski**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Paweł Licznar**, Politechnika Warszawska
- prof. dr hab. inż. **Rafał Miłaszewski**, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
- prof. dr hab. inż. **Elżbieta Niemirycz**, Uniwersytet Gdański
- prof. dr hab. inż. **Marek M. Sozański**, Politechnika Poznańska
- prof. dr hab. inż. **Barbara Tchórzewska-Cieślak**, Politechnika Rzeszowska
- prof. dr hab. inż. **Izabela Zimoch**, Politechnika Śląska w Gliwicach
- dr hab. inż. **Zbysław Dymaczewski**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Anna Głowacka**, prof. ZUT, Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie
- dr hab. inż. **Joanna Jeż-Walkowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Jadwiga Królikowska**, prof. PK, Politechnika Krakowska
- dr hab. inż. **Marek Ochowiak**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Alina Pruss**, prof. PP, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Dawid Szpak**, Politechnika Rzeszowska
- dr hab. inż. **Joanna Zembrzuska**, Politechnika Poznańska
- dr hab. inż. **Monika Żubrowska-Sudoł**, prof. PW, Politechnika Warszawska
- dr inż. **Adam Masłoń**, prof. PRz, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Wiesław Gorączko**, Polskie Towarzystwo Nukleoniczne, Zarząd SIOR
- dr inż. **Krzysztof Boryczko**, Politechnika Rzeszowska
- dr inż. **Marcin Chelkowski**, Wyższa Szkoła Biznesu – National Louis University, Nowy Sącz
- dr inż. **Wojciech Góra**, Politechnika Poznańska
- dr **Eugeniusz Klaczyński**, Envirotech Sp. z o.o.
- dr inż. **Iwona Lasocka-Gomuła**, Aquanet S.A.
- dr inż. **Klara Ramm**, Politechnika Warszawska
- dr inż. **Tadeusz Rzepecki**, prezes Tarnowskich Wodociągów sp. z o.o., przewodniczący Rady IGWP (ekspert)
- dr inż. **Łukasz Weber**, Nentech
- inż. **Ryszard Szambelańczyk**, Nentech
- mgr inż. **Barbara Mulik**, Doradztwo w zakresie bezpieczeństwa i jakości wody
- mgr inż. **Zenon Świgoń**, ekspert RPO, rzeczoznawca PZITS

Czasopismo recenzowane.

Nakład 2 000 egz.

Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania artykułów.

Materiałów niezamówionych nie zwracamy.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i artykułów sponsorowanych.

Wytyczne dla autorów znajdują się na stronie internetowej: 2ktechnologie.pl

Warunki prenumeraty:

Prenumeratę prosimy zamawiać przez biuro@2ktechnologie.pl

WYDARZENIA

- 3 Benchmarking wynagrodzeń jako strategiczne narzędzie zarządzania – 16. edycja Badania Rynku Wynagrodzeń branży wod-kan
- 6 Nie od kryzysu, lecz od wizji: retencja jako strategia przyszłości miast
- 8 Kranówka, sieć i ludzie. Konferencja w Łasku, która nadała branży wod-kan właściwe ciśnienie

NAUKA I TECHNIKA

- 10 Jakość wód roztopowych oraz mechanizmy i źródła ich powstawania – analiza danych literaturowych
- 16 Znaczenie barrancos w systemie hydrologicznym Teneryfy na przykładzie Barranco de San Felipe oraz Barranco Martiánez w Puerto de la Cruz
- 20 Zamknięte systemy odzysku wody w długotrwałych misjach kosmicznych – doświadczenia Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i ich implikacje dla systemów naziemnych
- 24 Biogaz i biometan w Polsce: potencjał i technologie
- 28 Zdarzenia niebezpieczne i zagrożenia w systemach zaopatrzenia w wodę związane z dozowaniem substancji chemicznych i zmianą jakości wody w sieci wodociągowej. Omówienie wybranych przypadków – część I
- 36 Przepływy w rzekach – nowe wyzwania i potrzeby w kontekście zmiany klimatu
- 40 Powrót do przeszłości – lodowce. Część I
- 46 Czy specjacja pierwiastków w wodzie ma sens? Część XII – formy chemiczne cynku w wodzie
- 52 Gospodarka wodna i oczyszczanie ścieków w przemyśle – wyzwania i wsparcie dla przedsiębiorstw
- 55 Polska technologia dwustopniowej deamonifikacji – stabilna alternatywa i wsparcie ciągu ściekowego w miesiącach zimowych

ZAGADNIENIA PRAWNE

- 60 Podejście do bezpieczeństwa i higieny pracy – jak kształtowało się przez lata
- 62 Ochrona danych osobowych – z perspektywy praktyka. Bezpieczny outsourcing danych w sektorze wodociągowo-kanalizacyjnym
- 66 Bezpieczeństwo wody w sytuacjach kryzysowych. Od zaleceń edukacyjnych do wykonalnych standardów i rozwiązań
- 70 Standardy oceny przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych – część 6

PRAKTYKA I EKSPLOATACJA

- 74 Kontrola, bezpieczeństwo i dane w czasie rzeczywistym – przyszłość sieci wodociągowych
- 76 Wpływ materiałów stosowanych do budowy i napraw rur kanalizacyjnych na jakość wody deszczowej – potencjalne zagrożenia dla środowiska
- 82 Innowacyjne rozwiązania Marseplast Sp. z o.o. docenione Złotymi Medalami Grupy MTP
- 84 Materiał pierwszego wyboru – polibutylen
- 91 Efekty hermetyzacji wybranych obiektów na przykładzie oczyszczalni ścieków w Białymstoku w okresie trwałości projektu
- 98 Zarządzanie deszczem – czyli nierównomierność opadów jako kluczowe wyzwanie hydrologiczne
- 104 Wielkopolska oczyszczalnia z naukowym potencjałem
- 106 Nowa rola wody deszczowej w budownictwie komercyjnym i użyteczności publicznej
- 109 Legionella w instalacjach ciepłej wody: jak skutecznie chronić zdrowie publiczne – kolejny etap praktycznej ochrony

Z KART HISTORII

- 112 Filtry Lindleya – o tym, jak Londyńczyk dał Warszawie czystą wodę
- 114 Prestiż, rynsztoki i piwo: hydrologiczna triada wschodniej pierzei
- 116 Zapomniana pionierka biologii morza: Jeanne Villepreux-Power



Strony z reklamami: 5, 14, 15, 27, 35, 44, 45, 51, 54, 58, 59, 61, 65, 72-90, 98-103, 106-108



Zdjęcie na 1. stronie okładkowej: Michał Partyka

Materiał pierwszego wyboru – polibutylen

Wojciech Baryła

1. Wstęp

Polibutylen zajmuje coraz wyższą pozycję w branży sanitarnej. Znaczący poliolefin podkreślają od pewnego czasu, że w wielu regionach świata, polibutylen jest materiałem pierwszego wyboru. Czym jest polibutylen? Dlaczego tak mało go znamy? Jakie są właściwości tego materiału? Kto produkuje i dostarcza systemy polibutylenowe? Jaka jest rola polibutyleny w budownictwie zrównoważonym? Te i podobne pytania nurtują większość osób uczestniczących w realizacji projektów budowlanych [1].

2. Skrócona historia poliolefin

Po II wojnie światowej wystąpił gwałtowny wzrost populacji ludności, gdzie z 2,5 mld osób w 1945 roku, w roku 1987 zamieszkiwało nasza planetę już 5 mld ludzi. Coraz lepsze warunki życia doprowadziły w latach 60-tych do wystąpienia zjawiska eksplozji demograficznej. Gwałtowny przyrost naturalny zwiększył głód mieszkaniowy, a przyrost ludności miejskiej spotęgował postęp urbanizacji. W sukurs ówczesnym wymaganiom rynkowym przyszły tworzywa sztuczne i stały się trwałym elementem współczesnego życia. Dla branży wodociągowej największym osiągnięciem tamtych czasów były prace włoskiego chemika Giulio Natty, który mówiąc w skrócie, opracował metodę wytwarzania poliolefin; polietylenu, polipropylenu i polibutyleny. Tworzywa te bardzo szybko zastąpiły ciężkie i trudne w montażu produkty wykonane z metalu, ceramiki i betonu. Kiedy jednak w latach 70. i 80. trwała już optymalizacja kosztów wciąż rosnącej produkcji polietylenu i polipropylenu, polibutylen przechodził rynkowe perturbacje. Dopiero pod koniec 1977 roku Shell Oil Company rozpoczął duży program inwestycyjny w celu poprawy jakości produktu oraz zwiększenia zdolności produkcyjnej i tak powstał słynny obecnie Polibutylen-1 (rysunek 1) [1,2,5].



Rys. 1. Instalacja polibutylenowa z 1974 roku (Vienna Geothermal)

3. Bariery przy wprowadzaniu PB-1

Chociaż, każdy z instytutów europejskich badających polibutylen podnosi najwyższą odporność PB-1 na większość czynników fizyko-chemicznych, na chlor i gorącą wodę, kierunków



Rys. 2. Instytuty badawcze, które potwierdzają znakomite właściwości polibutyleny

gospodarczych w świecie wielkich grup interesów nie sposób zmienić. To także poprzez fakt, że do tej pory polibutylen to był ściśle europejski biznes (rysunek 2).

Polietylen to silny kapitał amerykański i azjatycki, a PB-1 jest wytwarzany w większości w Europie, więc rozbieżność interesów jest mocno uwidoczniła. Branża PB borykała się z problemami. Energochłonne procesy i wysokie koszty surowców osłabiły konkurencyjność cenową PB-1. Ponadto, w gospodarkach Azji Południowo-Wschodniej i niektórych częściach Ameryki Łacińskiej, gdzie liczyła się tylko cena, dominował polietylen i polipropylen, ponieważ były tańsze, obejmowały większą część rynku. Podziały te w dużym stopniu ograniczyły penetrację PB-1 w gospodarkach wschodzących. Koncerny światowe wówczas nie kwapiły się do produkcji z polibutyleny z uwagi na nieco wyższe koszty i z racji działającego biznesu. Polibutylen pojawił się jako ostatni i koła zamachowego PE nie opłacało się zatrzymywać – nie było w tym interesu. Polietylen jest produkowany obecnie (2025 – wg STATISTA.com) w ilości około 119 mln ton rocznie. Polipropylen to produkcja wielkości około 80 mln ton rocznie i między firmami statystycznymi nie ma zgody bowiem wyniki badań wskazują ilości od 70-108 mln ton produkcji. Polibutyleny produkuje się obecnie tylko około 85 tys. ton rocznie i mogą być to dane niedoszacowane z uwagi na rozbieżności w danych z Azji [2,4,5].

4. Dobra prognoza dla PB-1

Świat źle gospodaruje tworzywami sztucznymi. Rosnące zapotrzebowanie na ekologiczne rozwiązania, takie jak biopochodny i nadający się do recyklingu PB-1, jest zgodne z preferencjami konsumentów, a także z zaostrzającymi się przepisami ochrony środowiska. Głównie chodzi o to, że zbyt dużo produkujemy z tworzyw sztucznych opakowań jednorazowych, które nie są biodegradowalne oraz zbyt dużo przedmiotów, które w założeniu mają być trwałe, a nie są. Sama branża tworzyw sztucznych, źle ocenia gospodarkę tymi materiałami. Organizacje ochrony środowiska pokazują w raportach, że około 80 mln ton plastików rocznie znika. Nie są przekazane do recyklingu, nie są spalane i nie trafiają na wysypiska śmieci, czyli trafiają do środowiska. Jest to więc gospodarka o cyklu zdecydowanie otwartym. Badane są też emisje z wytworzonych, plastikowych produktów do powietrza, gleby i wody, w tym także do wody pitnej i żywności. Wprowadzone dyrektywą 2010/75/UE, normy na lotne związki organiczne (LZO) obowiązują dopiero od 2010 roku z zaostrzonymi limitami,

a w krajach trzeciego świata i Azji, takich obostrzeń nie ma. W konsekwencji dopiero w latach 2010-2025, rynek PB odnotował stabilny wzrost. Ten znaczny wzrost wystąpił szczególnie w branży budowlanej i opakowań. Świetne parametry odpornościowe PB-1 sprawiły, że stał się on w budownictwie bardzo poszukiwanym materiałem do instalacji rurowych ciepłej i zimnej wody. Branża ta odpowiadała za około 42,5% całkowitego zużycia PB-1. Większość miast w Europie i Azji Wschodniej, wdrażała i modernizowała istniejące systemy c.o. c.w.u., co dodatkowo zwiększyło popyt na rury wykonane z PB-1 ze względu na ich długą żywotność i łatwość montażu [2,4].

W tym samym czasie przemysł opakowań odegrał także znaczącą rolę we wzroście rynku. Żywica PB-1 zyskała popularność dzięki wprowadzeniu folii opakowaniowych z funkcją łatwego odklejania i zgrzewania termicznego, stosowanych głównie w opakowaniach żywności. Jej wysoka podatność na recykling i elastyczność, spełniły oczekiwania rządów i konsumentów, dotyczące ekologicznych norm dla opakowań. Firmy spożywcze, zwłaszcza produkujące żywność gotową do spożycia i mrożonki, w 2024 i 2025 roku szeroko stosowały folie PB-1, aby sprostać zarówno wymaganiom wydajnościowym, jak i środowiskowym. W perspektywie roku 2026 i kolejnych lat, branża PB-1 będzie kontynuowała swoją ścieżkę rozwoju napędzana poszukiwaniem coraz trwalszej infrastruktury, zwłaszcza w regionie Azji i Pacyfiku, oraz stopniowym przechodzeniem na materiały o obiegu zamkniętym. Nowe technologie katalizatorów, udoskonalanie procesów oraz biozamienniki PB-1, obniżą koszty produkcji i emisję dwutlenku węgla. Polityka regulacyjna dotycząca recyklingu i produktów o niskiej zawartości

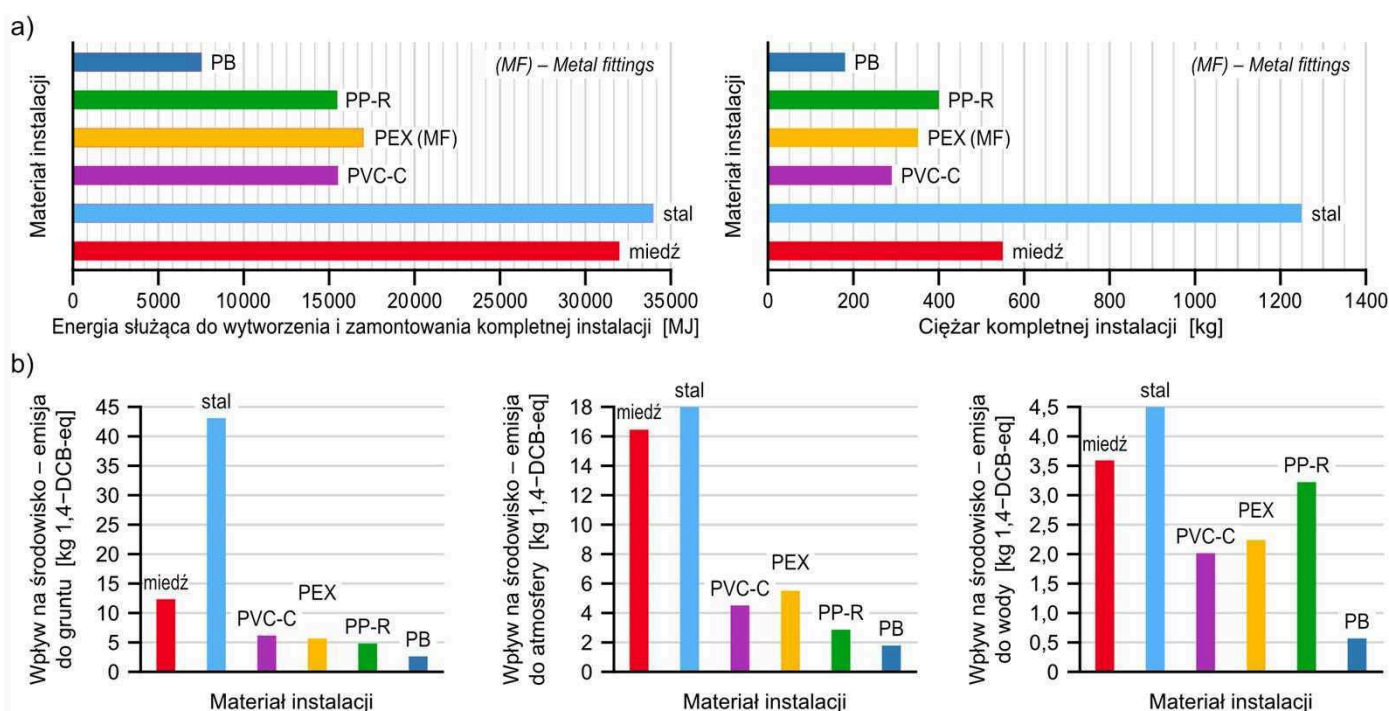
lotnych związków organicznych (LZO) będzie miała na celu przyspieszenie wdrażania PB-1 w przemyśle i sektorze konsumenckim. PBS, PBT, PBA to nowe tworzywa stworzone z udziałem polibutylenu i to jest fakt. Połączone trendy zrównoważonego rozwoju będą głównym motorem rozwoju przemysłu PB-1 (rysune 3) w ciągu dekady i to one będą odpowiadać za dwukrotne zwiększenie światowej produkcji do 2035 roku [2,3,5].

5. Wrażliwość rynku na cenę vs wymagania gospodarki zrównoważonej

Ocena przydatności produktu w gospodarce opartej o zrównoważony rozwój, to ocena wartości i trwałości w cyklu życia oraz określenie stopnia możliwości ponownego użycia, recyklingu lub bezemisyjnej utylizacji. To truizm. W związku z tym coraz mniejszą uwagę przykładana się do tzw. kosztu zakupu. Innymi słowami można stwierdzić, że trwałe i/lub biodegradowalne tworzywa, ograniczają i stabilizują wrażliwość rynków na cenę zakupu. W jednym z niekwestionowanych do tej pory badań, Politechnika Berlińska przedstawiła dowód na rację stosowania PB-1 w budownictwie. Aby móc stworzyć realne porównanie wpływów środowiskowych poszczególnych systemów rurowych, należało użyć metody zdolnej oszacować różne materiały przeznaczone do tego samego celu. Naukowcy wydziału technologii tworzyw sztucznych Politechniki Berlińskiej, przeprowadzili analizę wpływów środowiskowych systemów rurowych do przesyłania wody pitnej, wprowadzając autorską metodę nazwaną VENO. Metodą tą byli w stanie dokonać analizy opartej na faktach naukowych porównując całkowite zużycie energii oraz możliwą emisję do powietrza, wody i gleby. Brano pod uwagę cały proces wytwarzania poczynając od produkcji surowca po końcowy system instalacyjny. Na potrzeby tych badań adaptowano 16-piętrowy budynek z instalacją centralnego ogrzewania pracującą pod ciśnieniem 4 bar. Rozważano sześć różnych instalacji, każda wykonana z innego materiału: miedzi, stali nierdzewnej, PEX, PP-R, PB, PVC-C. Z wynikami, które pokazane są poniżej nikt do tej pory nie polemizował (rysunek 4) [2,5].



Rys. 3. Rury polibutylenowe



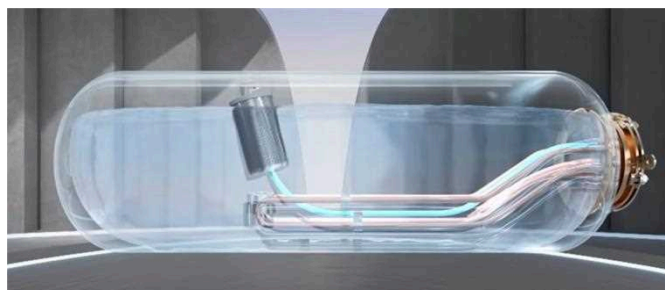
Rys. 4. Porównanie materiałów instalacji ze względu na: a) energię niezbędną do wytworzenia i zamontowania kompletnej instalacji oraz jej ciężaru, b) wpływ na środowisko (wskaźnik ekotoksyczności lądowej wyrażony jako ekwiwalent 1,4-dichlorobenzenu (LCA))

6. Światowy i europejski trend polibutylenowy

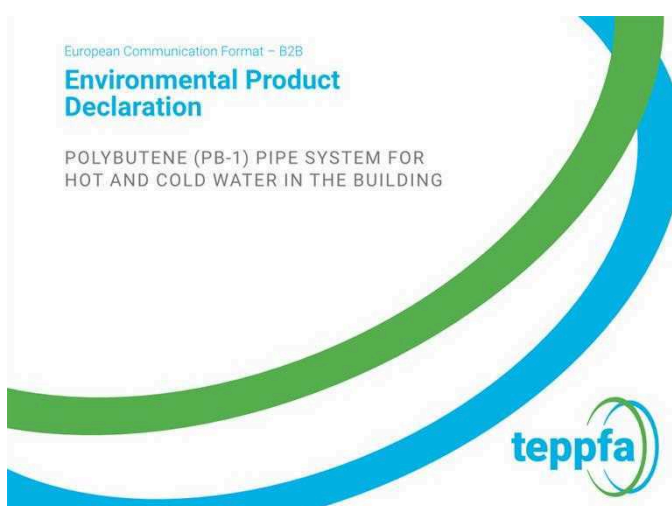
TEPPFA (*European Plastic Pipes and Fittings Association*), czyli największa organizacja producentów rur z tworzyw sztucznych, której członkowie są najbardziej znanymi potentatami w branży, ogłosiła europejski komunikat w formacie B2B i opublikowała deklarację produktu ekologicznego – PB-1. Zdaniem TEPPFA polibutylen w wewnętrznych instalacjach wody ciepłej i zimnej jest ekologiczny. W opracowaniu (rysunek 4), które powstało przy udziale Flamandzkiego Instytutu Badań Technologicznych VITO, możemy przeczytać w założeniach, że badanie powstało przy założeniu 50-letniego funkcjonowania badanego mieszkania. Mówiąc wprost TEPPFA z instytutem VITO nie założyły jakichkolwiek remontów przykładowej instalacji PB-1 w okresie 50-ciu lat. Dokument jest ogólnie dostępny i można go pobrać: <https://www.teppfa.eu/wp-content/uploads/HCO4-PB-1-hot-and-cold-EPD-0220.pdf> [5,7].

Z kolei, Brytyjska Federacja Tworzyw Sztucznych (BPF) przytacza istotę stosowania PB-1 jako czystej żywicy kosztem metalu, gumy i polimerów technicznych, a także synergicznie jako składnika mieszanek w celu poprawy i zróżnicowania właściwości innych poliolefin. Co istotne, wypowiada się szeroko na temat walorów PB-1 w budownictwie, podkreślając istnienie na rynku brytyjskim dewelopera, który stosuje tylko instalacje polibutylenowe w swoich wszystkich nowych budynkach. Brytyjczycy podnoszą także fakt, że z PB-1 może być

wykorzystywany do produkcji bezszwowych zbiorników formowanych rozdmuchowo, bez konieczności stosowania pręta anodowego, co zapewnia okres użytkowania bez korozji. Taka produkcja zdaniem BPF jest prowadzona w USA. Potwierdzona jest w 100% produkcja firmy jednego z azjatyckich potentatów w produkcji AGD (rysunek 6). Firma ta wprowadziła nową generację podgrzewaczy wody Casarte wyposażonych w zbiorniki wykonane z polibutenu-1 (PB-1), opracowaną we współpracy z producentem granulatu [1,2,3,5,9].



Rys. 6. Kadr z filmu firmy AGD, prezentowany na kanale LinkedIn – PBPSA



Rys. 5. Deklaracja produktu ekologicznego – PB-1 (TEPPFA)

7. Europejskie i światowe referencje dla polibutyleny

Propagowaniem racji stosowania systemów rur polibutylenowych zajmuje się PBPSA (*Polybutene Piping Systems Association*). PBPSA zrzesza największego na świecie producenta żywic olefinowych i światowych liderów w produkcji systemów rurowych (tabela 1) [2,8].

Członkowie PBPSA są zaangażowani w stosowanie polibutenu (PB-1) jako najbardziej zaawansowanego technicznie i wszechstronnego materiału do zastosowań w systemach rurowych, w tym w dużych projektach budowlanych i infrastrukturalnych, systemach ogrzewania i chłodzenia, instalacjach wodno-kanalizacyjnych oraz systemach ciepłowniczych. Na stronach PBPSA można znaleźć znakomite realizacje wykonane w PB-1, ukazujące szeroki zakres stosowania, a także kapitalne właściwości materiału, który niejednokrotnie ma wpływ na racje bytu lub opłacalność danej inwestycji. W sposób bardzo poważany i dużą dozą szczegółów PBPSA odnosi się do racji stosowania instalacji polibutylenowych w budynkach wielkogabarytowych i wysokościowych, a każdy z członków stowarzyszenia ma pokazną listę niepodważalnych referencji (rysunek 7) [8].

Tab. 1. Zastosowania i zakres systemów – porównanie

	+GF+	MARLEY	NUEVA TERRAIN	RWC	THERMAFLEX	wavin
Zastosowania i zakres systemów	GF Piping Systems	Marley	Nueva Terrain	RWC	Termaflex	Wavin
Instalacje wody pitnej – ciepłej i zimnej	✓	✓	✓	✓	–	✓
Ogrzewanie i chłodzenie	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energetyka sieciowa (ciepło systemowe)	–	–	–	–	✓	–
Duże obiekty budynkowe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Budynki wysokościowe	✓	–	✓	–	✓	✓
Przemysł stoczniowy	✓	–	✓	–	✓	✓
Zakres średnic rur	16-315 mm	12-32 mm	15-160 mm	10-28 mm	25-315 mm	10-28 mm
Technologie łączenia	Push-Fit, zgrzewanie mufowe, elektrooporowe, doczołowe	–	Push-Fit, zgrzewanie mufowe, elektrooporowe, doczołowe	Push-Fit	Połączenia mechaniczne, zgrzewanie elektrooporowe, polifuzyjne, doczołowe	–
Zasięg geograficzny	globalny	Nowa Zelandia	globalny	Wielka Brytania	globalny	globalny

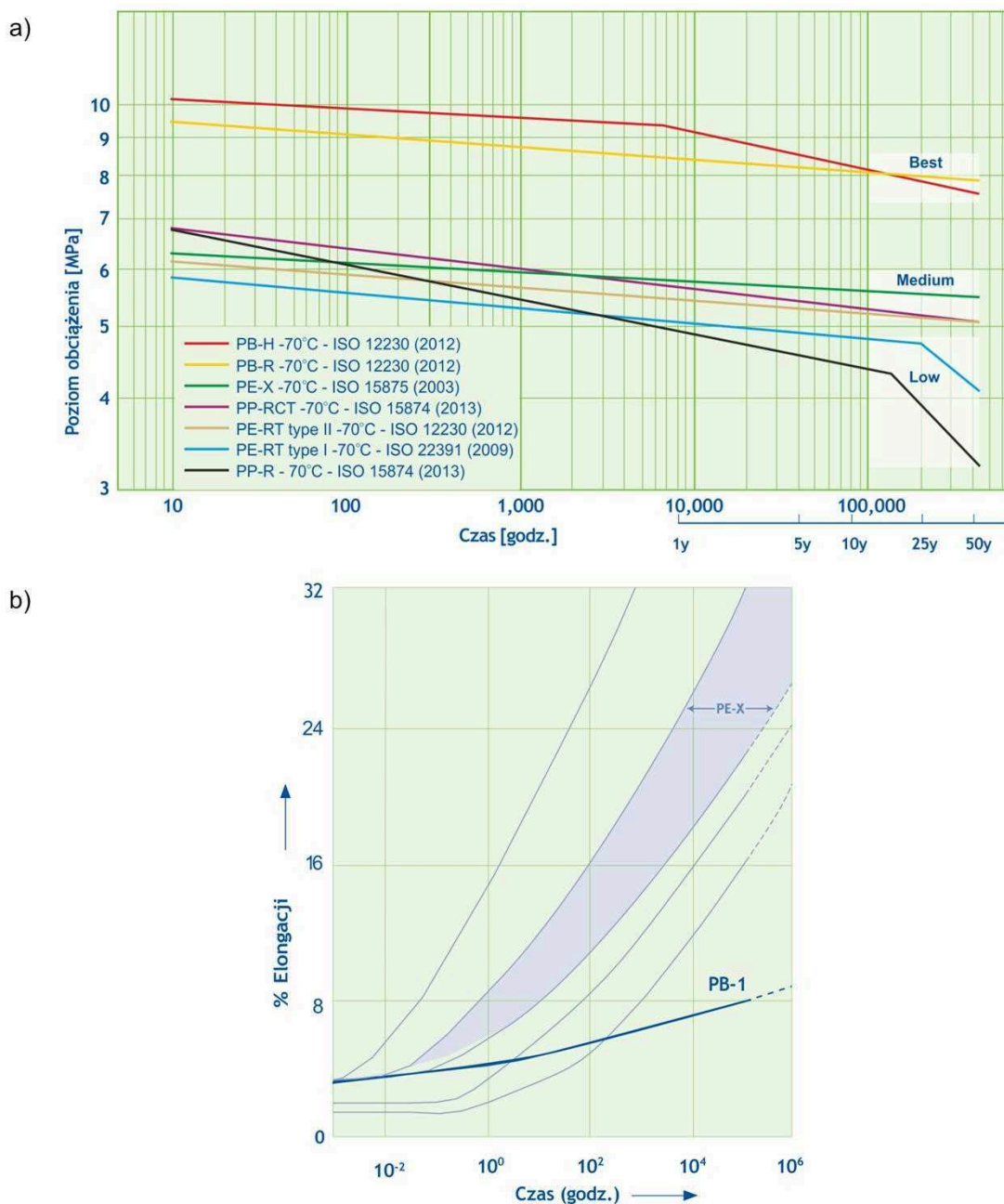


Rys. 7. Wymiana instalacji w The Royal Hall polegała na zastąpieniu 1 000 m.b. rur stalowych rurami z polibutylenu

8. Polibutylen w budynkach wysokościowych

Największe wyzwanie dla projektantów stanowią wysokie i bardzo wysokie budynki o potężnych gabarytach. Podkreśla to także w swoich opracowaniach PBPSA. „Projektując systemy rurowe dla budynków wysokościowych, inżynierowie instalacji sanitarnych powinni brać pod uwagę podwyższone wymagania nie tylko dla systemów kanalizacyjnych i wentylacyjnych, ale także dla systemów dostarczania i rozprowadzenia wody. Wysokość budynku znacznie wpływa na siły działające na systemy rurowe. Tradycyjne rozwiązania i materiały często są nieodpowiednie dla takich zastosowań. W wysokich budynkach dobrze zaprojektowany system zaopatrzenia w wodę powinien działać bezawaryjnie i bezserwisowo” [8].

Stowarzyszenie Producentów Polibutylenowych Systemów Rurowych podkreśla znakomite walory polibutyleny, takie jak: odporności na ciśnienie, udarowości, odporności na uderzenia hydrauliczne oraz elastyczności. Podnosi także jeden z ewenementów tego materiału, który mając wysoką udarowość jest jednocześnie odporny na pęcznienie (rysunek 8).



Rys. 8. Wytrzymałość mechaniczna polibutyleny: a) przy ciągłym poddawaniu obciążeniom, b) na odkształcenia (pęcznienie)

9. Polibutylen w Polsce

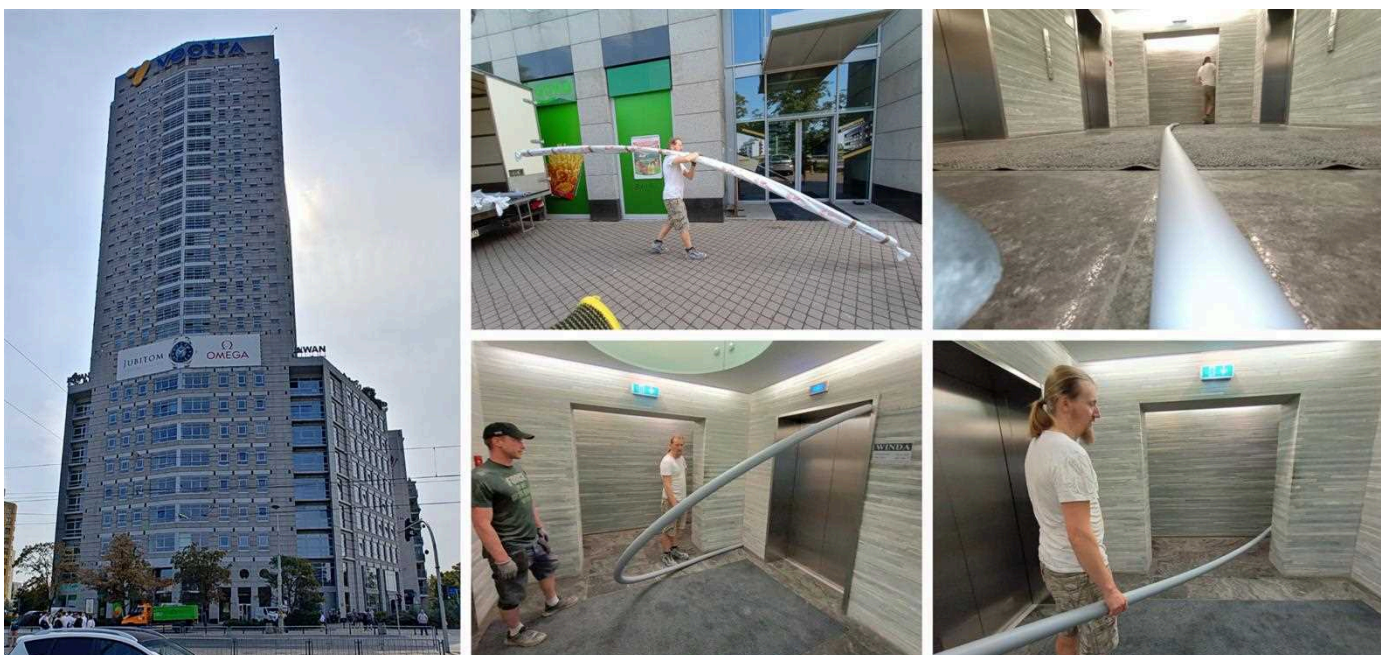
Z uwagi na rosnącą popularność w Polsce tego trwałego materiału, PBPSA zaczęło publikować w języku polskim: <https://www.pbpsa.com/pl>. To bardzo istotna wiadomość. Rury z tworzyw sztucznych popularzowały się na świecie już w latach 70-tych ubiegłego wieku. W Polsce pojawiły się w szerszej ofercie dopiero w latach 90-tych, ale polibutylen nie zaistniał w świadomości Polaków. Praktycznie od początku ery tworzyw sztucznych w budownictwie, nie uczono w Polsce o polibutylenie. Dzięki staraniom firmy Nueva Terrain Polska, coraz więcej uczelni technicznych w kraju decyduje się na wprowadzenie tego materiału do programów nauczania. Referencje z realizacji na polskim rynku są obecne w mediach i każda z firm dostarczy je na życzenie. O to przykład realizacji w południowo-zachodniej Polsce w najpopularniejszym w tej chwili w Polsce, systemie TERRAIN SDP, który produkowany jest w Hiszpanii od 1982 roku (rysunek 9) [8].

10. Perspektywy rozwoju branży polibutylenowej w Polsce

Podobnie jak w Europie i na świecie, rozwój nowych technologii zależy w Polsce od tych samych czynników. Jesteśmy aktualnie w nowym nurcie gospodarki. Era budownictwa zrównoważonego jest faktem. Na drodze upowszechnienia się nowych technologii stoją tylko: niewiedza, uprzedzenia i konstruktywizm społeczny, więc zmiany wymagają tylko czasu. Nowe technologie idą w sukurs aktualnym potrzebom i odwrotnie, te potrzeby napędzają wdrażanie nowych technologii. Brak fachowych kadr, rosnące ceny energii i surowców, paląca potrzeba ochrony środowiska i zatrzymania zmian klimatycznych oraz utrzymania i zabezpieczenia infrastruktury krytycznej, to wyzwania którym staramy się sprostać na co dzień. Szczególnie odczuwalny jest brak wykwalifikowanych pracowników, który przekłada się bezpośrednio na brak fachowości. Wzrasta odsetek usterek, awarii, zniszczeń substancji budowlanej i w konsekwencji wydłużają się terminy realizacji. To są



Rys. 9. Przykłady instalacji z polibutylenem



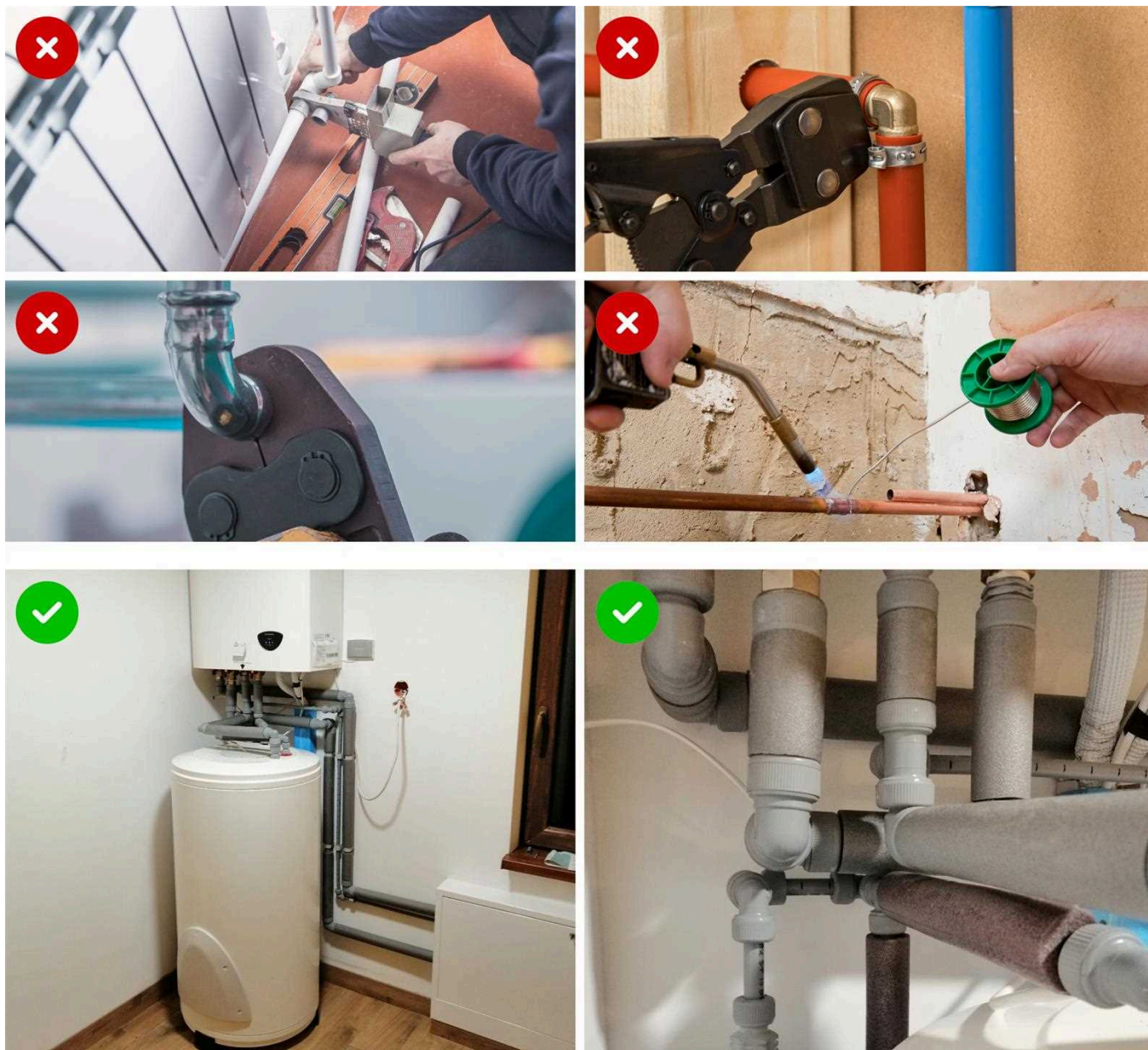
Rys.10. Instalacje z polibutylenem w wieżowcu Babka Tower – transport ręczny rur PB o średnicy 63 mm

dodatkowe, wysokie koszty. Dość powiedzieć, że sama precyzja montażu w wielu branżach budowlanych jest podstawą do uzyskania efektu. Dziś już widać progres. Pompy ciepła, wymiana powietrza z odzyskiem energii, magazyny energii to już norma. Ponad wszystkim, najbardziej widoczny jest potężny wzrost budownictwa prefabrykowanego, betonowego oraz na szkieletie stalowym i drewnianym [5,6].

Branża sanitarna w Polsce reaguje na polibutylen podobnie jak na inne nowości. Zalety technologiczne polibutyenu wykorzystywane są losowo, z racji braku innych możliwości (np. logistycznych) lub w przypadku bardzo drogiej alternatywy. Bardzo ciekawym przykładem jest montaż instalacji klimakonwektorów na kilku piętrach warszawskiego wieżowca Babka Tower (rysunek 10). Niska waga i elastyczność instalacji wykonanej z PB-1, pozwoliły na transport rur długości 5,80 m o średnicach \varnothing z 63mm / \varnothing w 51,40 mm, ręcznie, kłatkami schodowymi. W przypadku każdego innego materiału, rury o takiej średnicy wewnętrznej musiałyby być transportowane dźwigiem. Najwięcej zyskują firmy, które świadome trwałości i odporności polibutyenu, planują jego wykorzystanie w podstawach projektu lub tworzą projekt z wykorzystaniem walorów PB-1.

11. Podsumowanie

Pomimo ogromnych dysproporcji kapitałowych w sektorach, występuje pewna lekkość w procesie wdrażania polibutyenu i w rozmowach o polibutylenie, bowiem materiał ten faktycznie góruje właściwościami nad innymi poliolefinami. Racje gospodarcze, ekonomiczne i środowiskowe stosowania polibutyenu są w pełni uzasadnione. Systemy rurowe wykonane z polibutyenu nie już mają barier cenowych, ani żadnych innych. Materiał jest już powszechnie dostępny. Dodatkowych pozytywów dostarcza nowoczesna technologia połączeń gwarantowanych, które są określone jako „push fit” czyli na wcisk. W dobie gwałtownego rozwoju budownictwa, przy znacznym braku kadr, poszukiwane są wszelkie, nowe formy optymalizacji czasu pracy. Poszukiwana jest także potwierdzona gwarancja. W czasie około 1 minuty wykwalifikowany monter jest w stanie wykonać kilka gwarantowanych połączeń i to bez pomocy specjalistycznych narzędzi typu: zgrzewarka, zaciskarka, prasa czy lutownica (rysunek 11). Podkreślić należy przy tym, że połączenie push fit ma ruchome złącza, które znacznie ułatwiają montaż. Tego typu prosta



Rys. 11. Montaż jednostki wewnętrznej PC, w zakresie jak na zdjęciu, wykonany przez wykwalifikowanego instalatora w czasie 2,5 h

technologia montażu ułatwia także przyuczenie nowego pracownika oraz obniża znacznie koszt wyposażenia nowego stanowiska pracy. Metoda łączenia typu push fit w zakresie aż do 50 mm (DN 1 ½ cala) i trwałość polibutyleny, inspiruje też rozważania na temat możliwości szybkiego odtwarzania zniszczonej infrastruktury krytycznej – SDR11, doskonały przepływ z uwagi na brak przewężeń w złączkach i znikomy opór wewnętrzny rur ($K=0,0015$), szybki i prosty montaż, z potwierdzoną gwarancją podłączenia sprawiły, że polibutylen w Polsce zagrościł na stałe w branży instalacji pomp ciepła [1,5].

Wybitne cechy materiału powodują także, że polibutylen zyskuje na znaczeniu jako materiał wszechstronnego zastosowania. Z systemów polibutylenowych można wykonać każdą instalację wodną i grzewczą. Można wykonać także instalacje wody lodowej i instalacje sprężonego powietrza w zakresie do 20 bar. To bardzo dobra logistyka i poszukiwana odpowiedzialność w zakresie: jeden sprawdzony materiał do wszystkich instalacji, jeden wykonawca, jedna gwarancja na całość. Fakt, że polibutylen wytrzymuje najwyższe temperatury, wskazuje, że można z niego wykonywać instalacje cyrkulacji gorącej wody użytkowej działającej w cyklu 24/7.

Chociaż wprowadzanie nowych technologii wymaga czasu potrzebnego do zaistnienia powszechnej akceptacji społecznej, w przypadku budownictwa zrównoważonego sprawy mają się zupełnie inaczej. Ten sektor jest pod dużą presją i względu

ekonomiczne i środowiskowe wskazują jasno, że branża jest gotowa na przyjęcie takiej zmiany. Wszystkie normy, dyrektywy i plany, szczególnie plany termomodernizacji (rysunek 12) uwiadamiają fakt, że branża taknie gwarancji trwałości każdego elementu substancji budowlanej i optymalizacji wszystkich procesów realizacji projektów budowlanych. To oznacza, że polibutylen pojawił się w odpowiednim czasie i zajmie właściwą pozycję na rynku.

Literatura

- [1] Czaja, Krystyna. Poliolefiny. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 2019.
- [2] Custom Market Insights (CMI). Global Polybutene-1 Market Size, Trends, Share 2025-2034.
- [3] AlMa'adeed, Mariam A. A.; Krupa, Igor (red.). Polyolefin Compounds and Materials: Fundamentals and Industrial Applications. Springer International Publishing, 2018.
- [4] BPIE (Buildings Performance Institute Europe). Industrial prefabrication solutions for building renovation.
- [5] European Parliament. Rising housing costs in the EU: the facts (infographics), 2024.
- [6] OECD. Plastics.
- [7] TEPPFA (The European Plastic Pipes and Fittings Association). Environmental Product Declaration (EPD): Typical European Polybutene (PB-1) pipe system for hot and cold water.
- [8] PBPSA (Polybutene Piping Systems Association). PBPSA – Polybutene (PB-1) pressure pipe systems.
- [9] BPF Pipes Group (British Plastics Federation - Pipes Group). Environmental Bulletin 4: Evaluating the environmental impacts of hot and cold water supply systems.

Wojciech Baryła

Dyrektor sprzedaży Nueva Terrain Polska Sp. z o.o.

Więcej na:

- www.nuevaterrain.pl
- polibutylen.pl

Dane kontaktowe:

- Nueva Terrain Polska Sp. z o.o.**
- ul. Poprzeczna 1A, 61-315 Poznań
- Dyrektor sprzedaży **Wojciech Baryła**
- +48 602 421 425
- biuro@nuevaterrain.pl



Rys. 12. Certyfikaty budownictwa ekologicznego