

Zbiorniki i pojemniki z tworzyw sztucznych stosowane w budownictwie indywidualnym

Dr inż. Włodzimierz Baranowski, dr inż. Paweł Palutkiewicz, mgr inż. Monika Margol,
Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki,
Instytut Technologii Mechanicznych, Zakład Przetwórstwa Polimerów

1. Wprowadzenie

Wielkogabarytowe zbiorniki i pojemniki z tworzyw sztucznych znajdują szerokie zastosowanie w różnorodnych branżach przemysłu, rolnictwie i gospodarce komunalnej. Najczęściej stosuje się takie tworzywa polimerowe jak polietylen dużej gęstości PE-HD. Szczególne zainteresowanie jest w przypadku wykorzystania ich jako przydomowych oczyszczalni ścieków, a także zbiorników do gromadzenia deszczówki. Polska ma zasoby wody porównywalne z Egiptem i cena wody jest wysoka. Przekłada się to na gospodarkę wodną i racjonalne wykorzystanie zasobów wody w Polsce.

Materiały polimerowe należą obecnie do podstawowych materiałów konstrukcyjnych, stosowanych do produkcji zbiorników i pojemników stosowanych w budownictwie indywidualnym ze względu na właściwości takie jak odporność na czynniki chemiczne w ściekach i odpadach, łatwy montaż.

Znajdują one zastosowanie wszędzie tam, gdzie użycie metali do wytwarzania zbiorników oraz pojemników nie sprawdza się ze względu na koszty, ciężar, łatwość obróbki, odporność chemiczną i odporność na korozję.

2. Rodzaje zbiorników i pojemników polimerowych

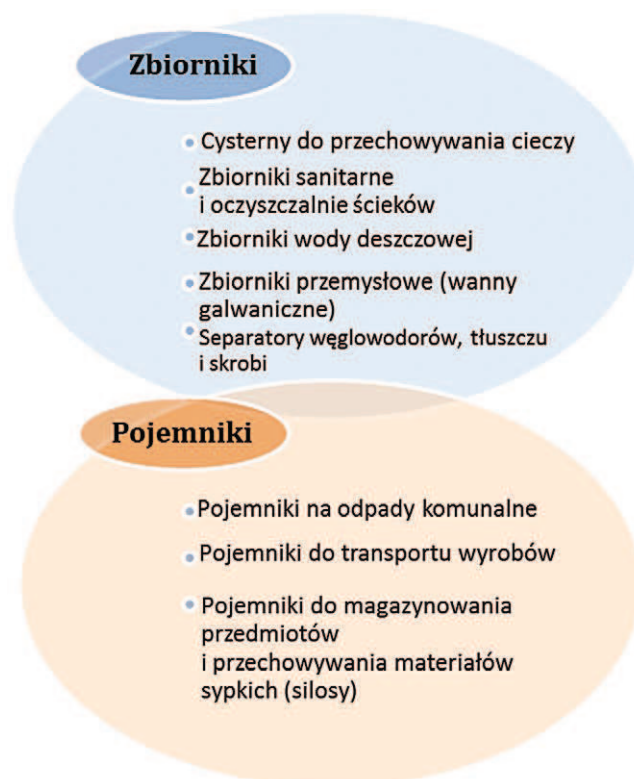
Pojemniki z materiałów polimerowych służą do przechowywania i magazynowania przedmiotów i materiałów sypkich. Zbiorniki natomiast służą do przechowywania cieczy. Podział na zbiorniki i pojemniki jest podziałem umownym [1]. Według autorów należałoby przyjąć, że pojemniki to pojęcie szersze, w skład którego wchodzi pojęcie zbiorników. Klasyfikację zbiorników oraz pojemników wielogabarytowych z materiałów polimerowych ze względu na przeznaczenie przedstawiono na rysunku 1.

Zbiorniki z materiałów polimerowych można podzielić ze względu na [1]:

a) rodzaj utwierdzenia:

- zbiorniki podziemne,
- zbiorniki naziemne i nadziemne (wyniesione).

W projektowaniu zbiorników przeznaczonych



Rys. 1. Klasyfikacja zbiorników i pojemników wielogabarytowych ze względu na przeznaczenie (opracowanie własne)

do przechowywania medium pod powierzchnią ziemi należy rozpatrzyć działające na konstrukcję obciążenia wewnętrzne, wynikające z parcia hydrostatycznego magazynowanej cieczy oraz zainstalowanego osprzętu, np. pomp, zaworów, mieszadeł itp. Należy uwzględnić również naprężenia zewnętrzne – siła wyporu działająca na zbiornik, spowodowana obecnością wód gruntowych (konieczność stosowania w wielu konstrukcjach kotwiczenia) oraz naciski spowodowane zasypaniem gruntem oraz i bezpośrednio obciążenie gruntu nad zbiornikiem.

W przypadku zbiorników instalowanych na powierzchni gruntu lub na przystosowanych do tego celu konstrukcjach występuje zjawisko obciążenia siłami wewnętrznymi

wynikającymi z ciśnienia hydrostatycznego magazynowanej cieczy oraz ewentualne obciążenie wynikające z zainstalowanego wyposażenia technologicznego. Obciążenia zewnętrzne to reakcje podpór lub podłoża, obciążenia wyposażenia technologicznego (mieszadła, pomosty, drabiny itp.) oraz obciążenie wiatrem (dotyczy głównie zbiorników pionowych);

b) kształt:

- zbiorniki cylindryczne,
- zbiorniki prostopadłościenne.

Zbiorniki cylindryczne (np. zbiorniki magazynowo-procesowe), które występują w postaci osi pionowej mogą mieć dno stożkowe lub pochyle. Dodatkowo taki zbiornik można wyposażyć w różne urządzenia mieszające, pomiarowe itp. Zbiorniki te znajdują zastosowanie do produkcji, przetwarzania i konfekcjonowania chemikaliów. Ze względu na specyfikę instalacji zbiorniki te najczęściej są montowane wewnątrz budynków. Żywotność zbiorników cylindrycznych jest ograniczona do 15 lat ze względu na zmienne obciążenia i temperaturę [1].



Rys. 2. Zbiornik polimerowy poziomy jednokomorowy wykorzystywany jako element ekologicznej oczyszczalni ścieków w gospodarstwach domowych (opracowanie własne)

Zbiorniki prostopadłościenne składają się z konstrukcji nośnej (najczęściej stalowej) i wkładu z tworzywa termoplastycznego. Wykorzystywane są one jako wanny trawialnicze w cynkowniach i jako zbiorniki procesowe w galwanizerniach. Ze względu na złożoność konstrukcji i skomplikowany proces produkcji zbiorniki te należą do najdroższych. Z tego względu używane są jedynie tam, gdzie jest wymagane zastosowanie regularnego kształtu prostopadłościenu [1];

c) układ:

- zbiorniki poziome,
- zbiorniki pionowe;

d) przeznaczenie:

- przemysłowe – służą do magazynowania wody przemysłowej, ścieków technologicznych i mediów płynnych nieagresywnych chemicznie. Do przechowywania związków agresywnych chemicznie konieczne jest dopuszczenie zbiornika do eksploatacji przez Urząd Dozoru Technicznego (UDT);
- sanitarne – przeznaczone są do magazynowania wody uzdatnionej, wszelkiego rodzaju ścieków, żywności



Rys. 3. Zbiorniki polimerowe pionowe: a) studnia wodociągowa, b) studzienka kanalizacyjna, c) zbiornik dwukomorowy (opracowanie własne)

płynnej, napojów, produktów i półproduktów gastronomicznych oraz ścieków;

- gospodarcze – służą do magazynowania ścieków, nawozów i wody deszczowej. Stosowane są również jako silosy do magazynowania materiałów budowlanych.

3. Rodzaje materiałów polimerowych stosowanych do produkcji wielogabarytowych zbiorników i pojemników

Do produkcji zbiorników i pojemników najczęściej stosuje się materiały polimerowe z gamy PE, PP, PVC i PVDF oraz z żywic poliestrowych, winyloestrowych, epoksydowych zbrojonych odpowiednim wzmocnieniami z włókien szklanych [1, 2].

Na właściwości – głównie mechaniczne – zbiorników oraz pojemników z materiałów polimerowych wpływają następujące czynniki [3]:

- ujemne temperatury – dotyczy to nieprzystosowanych specjalnie do użytku zewnętrznego tworzyw takich jak PE i PP,
- promieniowanie ultrafioletowe – bardzo dobrą odporność na czynniki atmosferyczne bez dodatkowych stabilizatorów na promienie UV wykazuje PVDF.

Odporność na chemikalia		Woda zimna	woda ciepła	roztwór chloru	olej silnikowy	olej dieslowy	olej silnikowy	benzyna	aceton	alkohol	ammoniak 30%	kwas solny 35%	kwas siarkowy 40%	kwas azotowy 10%	promieniowanie UV
Skrót	Określenie														
PELD	Polietylen niskiej gęstości	●	●	○	●	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○
PELLD	Polietylen liniowy niskiej gęstości	●	●	○	●	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○
PEHD	Polietylen, wysokiej gęstości	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○
PA 6	Poliamid 6	●	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
PA 6.6	Poliamid 6.6	●	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
PA 6.6 m/15%	Poliamid 6.6 z 15% włóknem szk.	●	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
PS	Polistyren	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PP	Polipropylen	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TPE	Elastomer termoplastyczny	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● odporny ○ częściowo odporny ○ nieodporny

Rys. 4.
Rodzaj materiału polimerowego, z którego wykonano zbiornik bądź pojemnik polimerowy oraz stopień jego odporności na wybrany rodzaj chemikalia [4]

Zbiorniki i pojemniki polimerowe charakteryzują się [1, 2]:

- dużą odpornością chemiczną, umożliwiającą przechowywanie większości kwasów i zasad,
- odpornością na korozję, agresywne oddziaływanie środowiska, promieniowanie UV i przyspieszone starzenie,
- zabezpieczeniem przed infiltracją,
- małą masą (łatwiejszy transport i montaż),
- mniejszymi kosztami wytwarzania niż zbiorniki metalowe,
- brakiem konieczności nakładania warstw środków zabezpieczających przed korozją i oddziaływaniem chemicznym,
- łatwością stosowania obróbki skrawaniem,
- długim czasem eksploatacji, w trakcie którego nie jest wymagane stosowanie dodatkowych zabiegów zabezpieczających, takich jak: laminowanie, gumowanie, malowanie,
- długoterminowym utrzymaniem zadanej kolorystyki,
- brakiem iskrzenia przy otarciach i uderzeniach,
- możliwością łatwej modyfikacji właściwości mechanicznych tworzyw poprzez stosowanie różnorodnych środków modyfikujących, np. środków porujących.

Do wad tych zbiorników i pojemników należą:

- brak możliwości nadawania dowolnych, skomplikowanych kształtów ze względu na specyficzne właściwości mechaniczne tworzyw termoplastycznych,
- brak możliwości stosowania zbiorników z tworzyw termoplastycznych do przechowywania gazów, bowiem zbiorniki z tworzyw termoplastycznych są zbiornikami bezcisnieniowymi,
- niski zakres temperatury pracy, niektóre tworzywa termoplastyczne ulegają zjawisku płynięcia już w temperaturze 60°C,
- słaba odporność na starzenie.

Do zalet zbiorników z tworzyw utwardzalnych zaliczyć można [1, 2]:

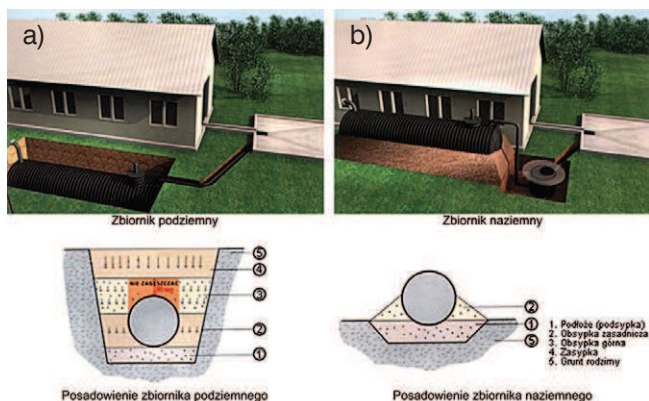
- bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną, przekraczającą wytrzymałość zbiorników z tworzyw termoplastycznych i w niektórych przypadkach zbiorników metalowych,
- możliwość wytwarzania zbiorników ciśnieniowych metodą nawijania,

- małą masę – łatwiejszy transport i montaż,
 - zabezpieczenie przed infiltracją,
 - mniejsze koszty wytwarzania niż zbiorników metalowych,
 - odporność na starzenie – konstrukcje laminatowe tracą po upływie 50 lat jedynie około 20% swojej pierwotnej wytrzymałości,
 - łatwość formowania i uzyskiwania złożonych kształtów,
 - brak konieczności (w większości przypadków) nakładania warstw środków zabezpieczających przed korozją i oddziaływaniem chemicznym,
 - długi czas eksploatacji, w trakcie którego nie jest wymagane stosowanie dodatkowych zabiegów zabezpieczających, takich jak: laminowanie, gumowanie, malowanie,
 - możliwość łatwej modyfikacji właściwości mechanicznych laminatów,
 - brak iskrzenia przy otarciach i uderzeniach,
 - łatwa i ekologiczna utylizacja przez spalanie.
- Wadami zbiorników i pojemników z tworzyw utwardzalnych są:
- niski zakres temperatury pracy – żywice poliestrowe tracą właściwości mechaniczne ulegając degradacji już w 60°C,
 - brak odporności na działanie niektórych związków chemicznych.

4. Lokalizacja zbiorników i pojemników z materiałów polimerowych

Do najczęstszych zastosowań zbiorników i pojemników wykonanych z materiałów polimerowych należą przydomowe oczyszczalnie ścieków. Jest to zespół urządzeń, które służą do neutralizacji ścieków wytwarzanych w gospodarstwach budownictwa indywidualnego. W ich skład wchodzi głównie zbiorniki przeznaczone do pracy bezcisnieniowej (tzw. osadniki gnilne z pokrywą), które ze względu na charakter swojej pracy powinny być zabezpieczone przed możliwością wystąpienia podciśnienia jak i nadciśnienia. Dlatego też, ze względu na ryzyko wystąpienia takiego zjawiska – wydzielania gazu i oparów spowodowanych wzrostem temperatury materiału przechowywanego – w zbiornikach

ciśnieniowych montuje się urządzenia odpowietrzająco-napowietrzające [5]. Osadniki gnilne podłącza się do kanalizacji ścieków bytowych i posadawia w miejscu poza obrębem budynku. Zbiorniki te można usadowić podziemnie lub naziemnie (rys. 5).



Rys. 5. Miejsca posadowienia zbiorników będących częścią przydomowych oczyszczalni ścieków [6]: posadowienie zbiornika podziemnego, b) posadowienie zbiornika naziemnego

W przypadku osadników podziemnych jedynym widocznym ich elementem jest pokrywa zainstalowana na wlocie rewizyjnym (rys. 6). Płyta żelbetowa, na której usadowiony jest zbiornik gnilny, ma ciężar właściwy podobny do ciężaru właściwego wypieranej wody gruntowej o objętości zbiornika. Konieczność kotwiczenia zbiorników gnilnych na przydomowe oczyszczalnie ścieków wynika z ich niskiego ciężaru właściwego – jest on mniejszy niż 1,00 kg/m³.

Istnieją trzy rodzaje osadników gnilnych: jedno-, dwu- i trzykomorowe (rys. 7).

W przydomowych oczyszczalniach ścieków oczyszczanie następuje w dwóch etapach [10, 11]:

- oczyszczanie mechaniczne i beztlenowe (za pomocą bakterii beztlenowych),
- oczyszczanie tlenowe (za pomocą bakterii tlenowych).

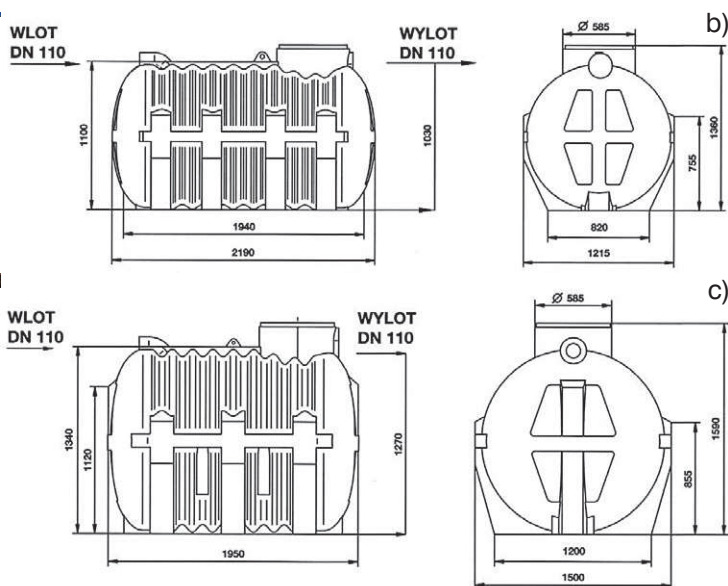
Pierwszy etap oczyszczania zachodzi w osadniku gnilnym zwanym osadnikiem Imhoffa. Proces ten polega na wprowadzeniu do osadnika nieczystości, które najpierw są mechanicznie rozdzielane (za pomocą grawitacji) na osad cięższy od wody oraz zawieszinę lżejszą od wody (najczęściej z tłuszczu). Osad ulega procesowi fermentacji, w której cząstki zanieczyszczeń są rozkładane na substancje rozpuszczalne w wodzie i nierozpuszczalne substancje mineralne, które z kolei odkładają się na dnie osadnika gnilnego. Realizację komór przeprowadza się przez zastosowanie przegród prostopadłych do osi zbiornika. Przegrody uniemożliwiają przedostawanie się dalej osadów oraz zawieszin. Ewentualne przedostanie się zanieczyszczeń stałych powoduje zamulenie i utratę wydajności oczyszczalni. Pierwszy etap powinien trwać co najmniej 72 godziny, co powoduje, że wielkość osadnika gnilnego jest uzależniona od dobowej ilości ścieków.

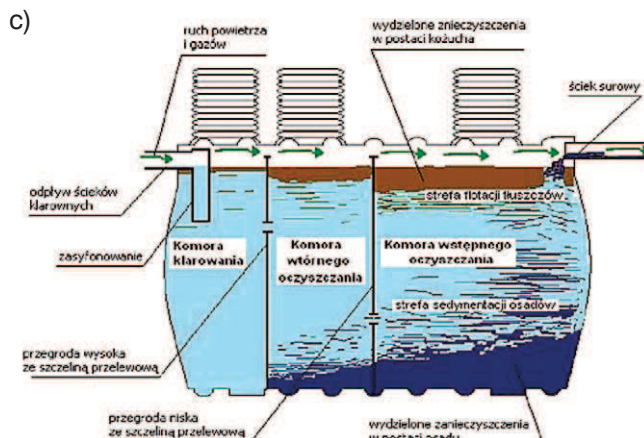
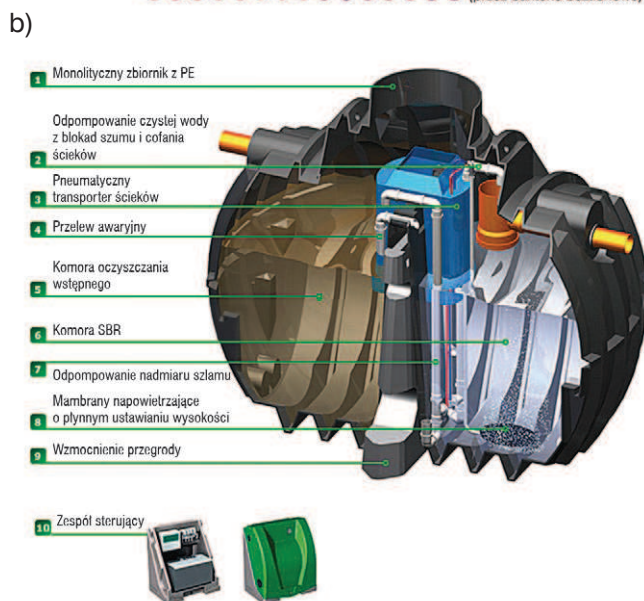
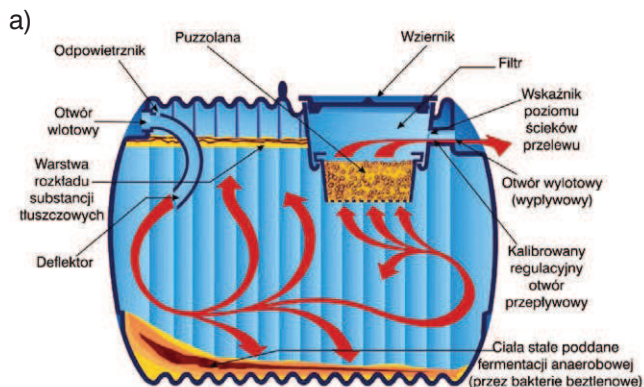
Drugim etapem jest oczyszczanie tlenowe, które może być przeprowadzone z użyciem urządzeń napowietrzających lub z udziałem drenażu. Pierwszy wariant wymaga zastosowania kompresora, co wiąże się z kosztami energii. Jednocześnie zwiększa się dobową sprawność oczyszczalni i oczyszczoną wodę można odprowadzić do studni chłonnej lub wód powierzchniowych, co powoduje, że wymiary całej instalacji są stosunkowo niewielkie. Drugi wariant nie potrzebuje energii, jednak wymaga znacznej powierzchni na drenaż rozsączający, a sprawność dobową jest mniejsza w porównaniu z wariantem pierwszym.

Po pierwszym etapie oczyszczania uzyskuje się 60% redukcję zanieczyszczeń, natomiast po drugim etapie 90% redukcję zanieczyszczeń.



Rys. 6. Osadniki gnilne podziemne [4]: a) posadowienie, b), c) schemat w rzucie głównym i z boku wraz z wymiarami – osadnik gnilny o pojemności 2000 litrów – b) i o pojemności 3000 litrów c)





Rys. 7. Rodzaje zbiorników będących częścią przydomowych oczyszczalni ścieków [7–9]: a) zbiornik jednokomorowy, b) zbiornik dwukomorowy, c) zbiornik trzycorowy

Osadniki gnilne muszą być instalowane blisko źródła powstawania zanieczyszczeń. Wszystkie elementy wymagające konserwacji muszą być w każdej chwili łatwo dostępne. Musi być umożliwiony łatwy dostęp dla pojazdów oczyszczających. Zbiorniki powinny być tak instalowane, by uniknąć ich uszkodzeń spowodowanych ujemną temperaturą. Pokrywy włazów zbiorników podziemnych powinny być tak zamontowane,



Rys. 8. Zbiornik (osadnik gnilny) z wklęsłymi ściankami ułatwiającymi zakotwiczenie w gruncie [14]

aby ich obciążenie nie przekroczyło wartości projektowej. W przypadku zbiorników podziemnych konieczne może być niekiedy ich zakotwiczenie w celu zabezpieczenia przed przemieszczeniem spowodowanym wyporem wód gruntowych (rys. 8) [12, 13].

Zbiorniki z żywic polimerowych należą do materiałów kruchych i dlatego należy zachować szczególne środki ostrożności zabezpieczające przed jakimikolwiek uderzeniami. Uszkodzenia ścianek uzewnętrzniają się najczęściej w postaci białych plam, pęknięć gwiazdzystych i rys na skutek zniszczenia laminatu, a to z kolei prowadzi przede wszystkim do utraty szczelności.

W budownictwie zbiorniki i pojemniki, podobnie jak sieci rurociągów, powinny być eksploatowane przez co najmniej 50 lat. Warunki eksploatacyjne zbiorników i pojemników z materiałów polimerowych zależne są od zastosowania, intensywności eksploatacji i miejsca ich posadowienia. Firmy wytwarzające zbiorniki podają na swoich stronach internetowych gotowe aplikacje do obliczania warunków posadowienia zbiorników [12].

Warunkiem prawidłowej eksploatacji przydomowej oczyszczalni jest jej umiejętna obsługa, polegająca na następujących czynnościach: okresowa kontrola składu odpływu, ewentualnie indeksu osadu czynnego, odpowiednia regulacja natlenienia i uzupełnianie kultur mikroorganizmów, usuwanie osadu i kożucha z osadnika raz w roku lub po wypełnieniu osadnika osadem do połowy.

Problem unieszkodliwiania ścieków odprowadzanych z gospodarstw budownictwa indywidualnego regulowany jest Rozporządzeniem ministra środowiska z 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. z 2006 r. nr 137, poz. 984) [15].

Istnieją także obszary, na których budowa oczyszczalni ścieków jest zabroniona. Są to m.in.:

- obszary objęte ochroną (parki krajobrazowe, strefy ochronnych ujęć wody),

- obszary zagrożone powodzią,
 - obszary narażone na zalewanie wodami opadowymi.
- Normy oraz przepisy prawne obowiązujące w Polsce i innych krajach unijnych stawiają producentom urządzeń sanitarnych duże wymagania dotyczące ochrony wód gruntowych. Warunki eksploatacyjne zbiorników sanitarnych są determinowane przez rozporządzenia Ministerstwa Ochrony Środowiska oraz Normy Polskie [16].

5. Podsumowanie

Postęp w produkcji zbiorników i pojemników, głównie do zastosowań na przydomowe oczyszczalnie ścieków spowodował, że stały się one tańsze i bardziej funkcjonalne, a zatem dostępne dla klienta.

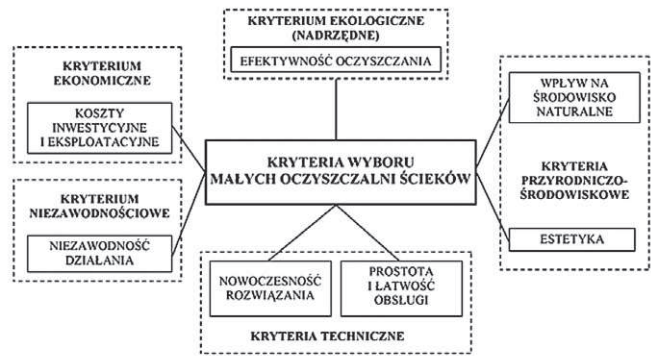
Rozwój technologii przetwórstwa polimerów sprawił, że zbiorniki i pojemniki dzięki innowacyjnej jakości użytkowej wypierają z eksploatacji tradycyjne zbiorniki metalowe oraz żelbetonowe.

Dzięki zastosowaniu tworzyw kompozytowych istnieje coraz więcej możliwości uzyskiwania pożądaných wytrzymałości wytrzymałościowych i antykorozyjnych tych wyrobów. Wskazane jest także wykonanie starannej analizy dostępnych systemów, które uwzględniają kryteria zrównoważonego rozwoju (rys. 9) [17].

Istotne znaczenie ma łatwa obróbka skrawaniem tworzyw sztucznych nawet za pomocą narzędzi ręcznych. Ponadto metody łączenia zbiorników, pojemników i studzienek z rurami z polietylenu nie są kłopotliwe, stosuje się wtedy metody zgrzewania doczołowego. Trwałość i łatwość montażu sprawiają, że tego typu zbiorniki, pojemniki i studzienki są bardzo często stosowane w budownictwie indywidualnych gospodarstw.

BIBLIOGRAFIA

- [1] http://www.zbiorniki.com.pl/index.php?go=aktualnosci&&id_aktualnosci=45 J. Jarawka: Zastosowanie termoplastów do produkcji zbiorników i innych aparatów
- [2] D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002
- [3] A. Labocha, T. Świerczyński, Zastosowanie termoplastów do produkcji zbiorników, Rynek Chemiczny 2003, nr 11



Rys. 9. Kryteria wyboru przydomowych oczyszczalni ścieków zgodne z podstawowymi zasadami zrównoważonego rozwoju [18]

- [4] Materiały informacyjne firmy KESSEL
- [5] <http://www.trokotex.pl/glowna.html>
- [6] <http://www.kwh.pl/Default.aspx?id=367233> – Zbiorniki dla rolnictwa Weho Agro
- [7] http://www.ekozet.pl/sklep/product_info.php?products_id=3601
- [8] <http://www.artbud.pl/pl/p/Przydomowa-biologiczna-oczyszczalnia-ścieków-SBR-SOLID-CLAIR-4000I.-4-6-osob.-Dwukomorowa-zlszt/33188>
- [9] http://www.sedyment.com.pl/zasada_dzialania.html
- [10] Grzegorz Stańko, Zbigniew Heidrich, Leksykon przydomowych oczyszczalni ścieków. Warszawa: Seidel – Przywecki, 2007. ISBN 978-83-919449-9-8
- [11] Norbert Brzostowski i in., Przydomowe oczyszczalnie ścieków – poradnik. Białystok: Polska Stacja Przyrodnicza Narew, 2008
- [12] <http://www.proxpl.pl/zbiorniki.htm> Zbiorniki z tworzyw sztucznych
- [13] http://www.imfitex.com/?go=_le_2 Zbiorniki i wanny trawialnicze z tworzyw sztucznych
- [14] <http://www.rototank.pl/zdjecia>
- [15] Dz. U. z 2006 r. Nr 137, poz. 984
- [16] Norma PN-EN 858-1:2005 – Instalacje oddzielaczy lekkich płynów (np. olej i benzyna) – Część 1: Zasady projektowania wyrobu, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością
- [17] http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_tehnologie,artykul,przydomowe_oczyszczalnie_ścieków_na_terenach_wiejskich_-_cz_i,5927
- [18] Z. Mucha, J. Mikosz, Racjonalne stosowanie małych oczyszczalni ścieków z uwzględnieniem kryteriów zrównoważonego rozwoju, „Czasopismo Techniczne. Środowisko,” Wyd. Politechniki Krakowskiej, zeszyt 2-Ś, 2009

Uwaga!

Członkowie PZITB i PIIB prenumeratę na rok 2015 mogą zamówić także przez Okręgowe Izby Inżynierów Budownictwa.

Prenumerata – 252 zł

Studencka – 126 zł

Ulgowa – 126 zł

Elektroniczna – 75 zł

Zapraszamy do zakupu prenumeraty „Przeglądu Budowlanego”