

## **Doświadczenia Katowickich Wodociągów w zakresie realizacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych z tworzyw sztucznych**

### **Sieć wodociągowa**

Katowickie Wodociągi S.A. nie posiadają własnych ujęć wody, w związku z czym bazują na zakupie wody z sieci tranzytowej Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów, posiadającego ujęcia powierzchniowe w Goczałkowicach, Czańcu, Dzieńkowicach, Maczkach, Kozłowej Górze i ujęcia podziemne w Brzezince – Dzieńkowicach. Wody pozyskane z w/w ujęć tłoczone są do wspólnego systemu rozrządu zwanego rurociągiem grupowym, gdzie następnie poprzez system magistral wodociągowych i przyporządkowanej do nich sieci rozdzielczej zaopatrywane są miasta i gminy GOP-u i ROW-u, obsługiwane przez GPW, w tym miasto Katowice. Punktami granicznymi rozrządu wody są studnie zakupowe, usytuowane w miejscach odgałęzień z sieci GPW.

Miasto Katowice zaopatrywane jest w wodę z następujących rurociągów tranzytowych:

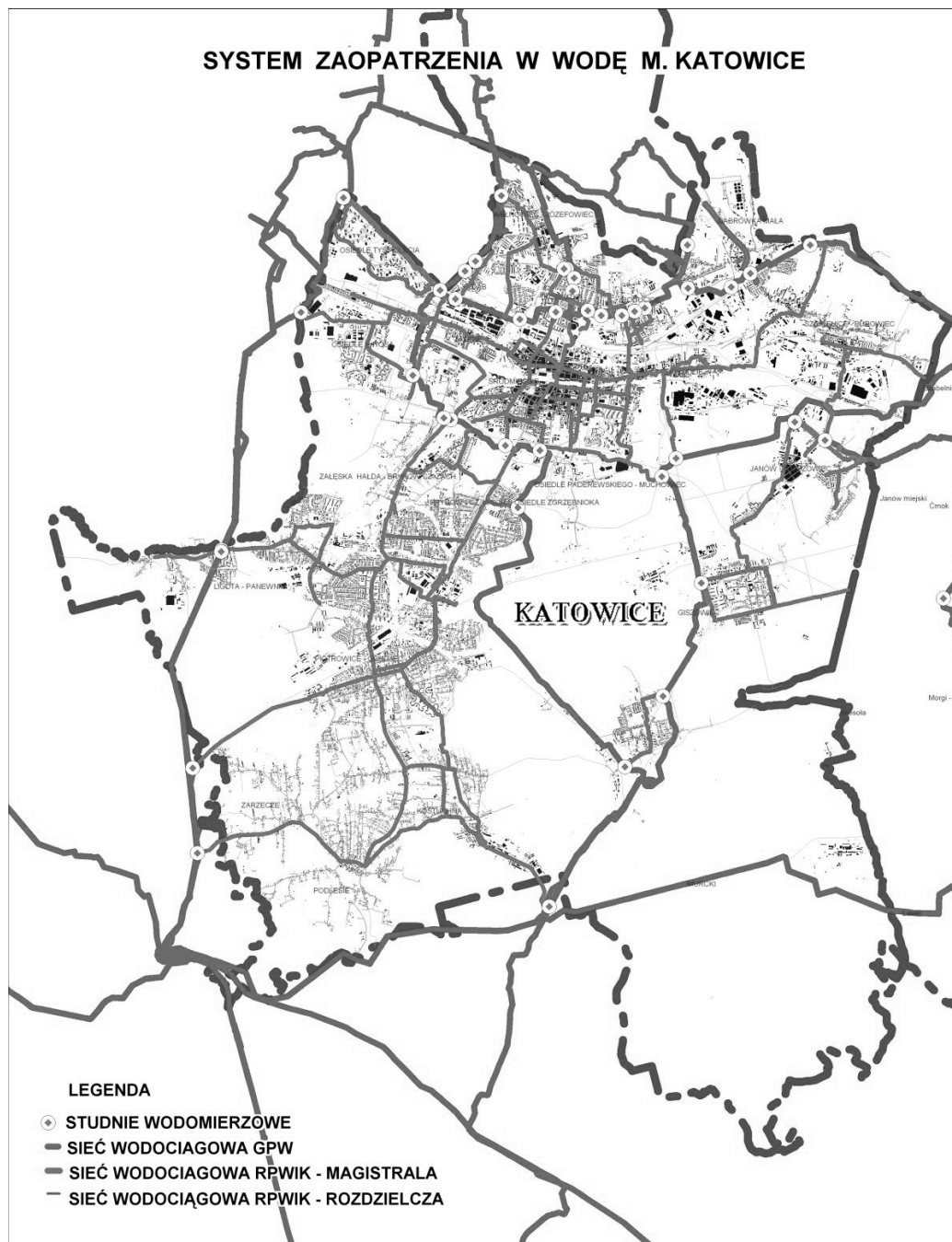
- $\varnothing$  1200 mm Mikołów – Chorzów
- $\varnothing$  1400 mm Mikołów – Chorzów
- $\varnothing$  800 mm Maczki – Katowice gałąź północna
- $\varnothing$  800 mm Maczki – Katowice gałąź południowa
- $\varnothing$  1600 mm Paprocany - Murcki
- $\varnothing$  1400 mm Murcki - Zagórze
- $\varnothing$  1400 mm Murcki - Bytków
- $\varnothing$  1400 mm Czułów - Murcki
- $\varnothing$  600 mm Bytków - Koszutka
- $\varnothing$  1200 mm Mikołów – Chorzów

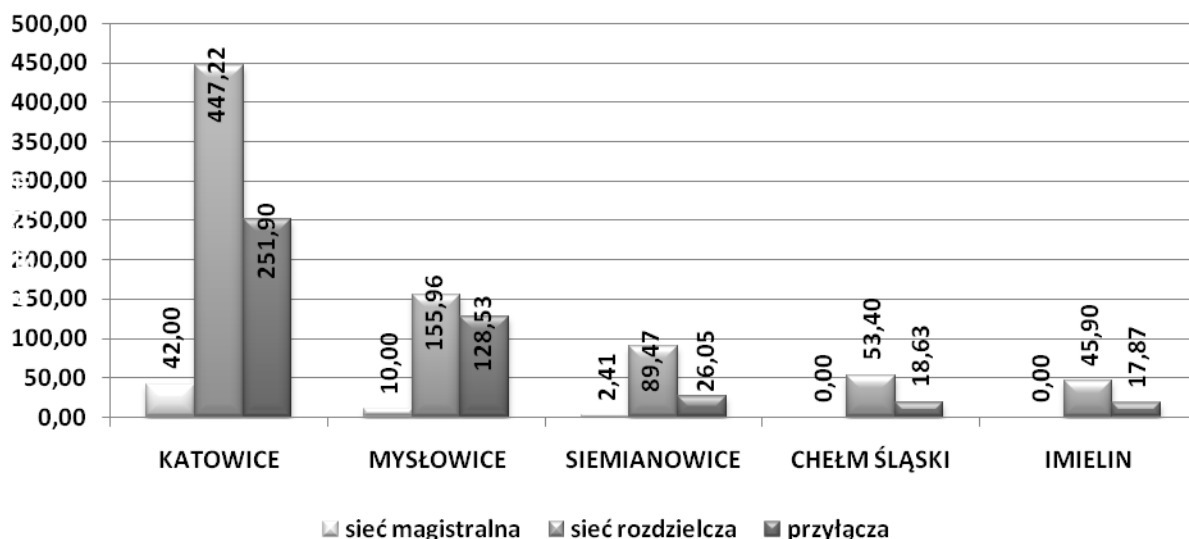
oraz rurociągów magistralnych wewnątrz miasta tj.:

- $\varnothing$  800/600 mm w rejonie Doliny Trzech Stawów – Osiedle Paderewskiego
- $\varnothing$  600 mm Czułów – Kostuchna - Piotrowice
- $\varnothing$  600/400 mm Brynów – Piotrowice
- $\varnothing$  500 mm Kochłowska - Załęska
- $\varnothing$  600/500/400 mm Obroki – Osiedle Załęska Hałda - Załęże
- $\varnothing$  500 mm Panewniki - Ligota
- $\varnothing$  400 mm ul. Wojska Polskiego – Osiedle 1000-lecia
- $\varnothing$  600 mm Al. Korfantego - Centrum
- $\varnothing$  300 mm ul. Wiosny Ludów - Szopienice
- $\varnothing$  500/400 mm Osiedle Staszica – Janów
- $\varnothing$  500 mm Janów - Szopienice
- $\varnothing$  600/400 mm ul. Wita Stwosza - Kościuszki
- $\varnothing$  400 mm ul. Barbary (od  $\varnothing$  1400 mm w ul. Górnośląskiej do ul. Poniatowskiego)
- $\varnothing$  500 mm ul. Murckowska
- $\varnothing$  350 mm Mikołów – Podlesie – Kostuchna
- $\varnothing$  500 mm Kamionka – Piotrowice

Chcąc poprawić wyniki ekonomiczne w zakresie sprzedaży wody szczególną uwagę zwrócono na wymianę najbardziej awaryjnych wodociągów, którymi, jak okazało się w praktyce, są

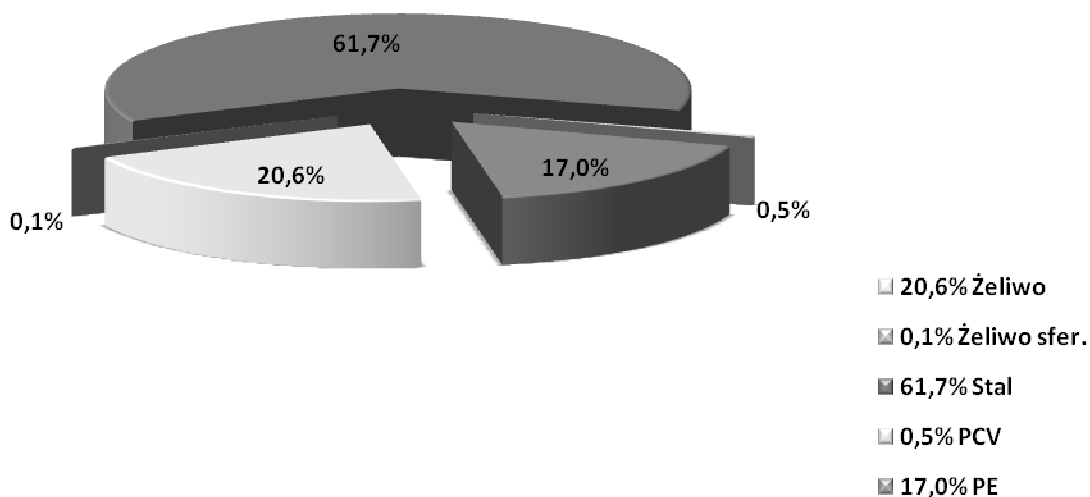
rurociągi stalowe. Proces wymiany sieci najbardziej zintensyfikował się począwszy od roku 1992.



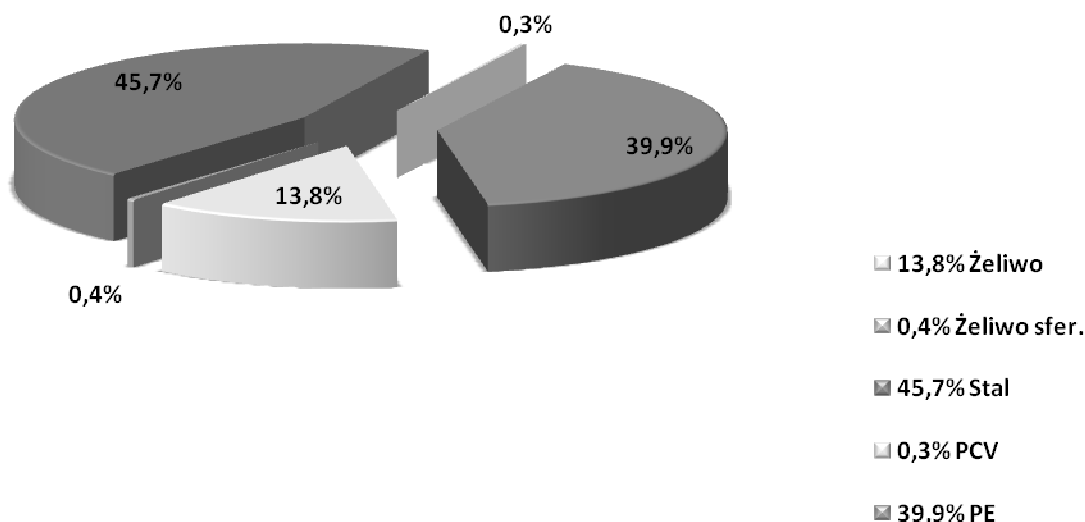


Długość sieci (w km) magistralnej, rozdzielczej i przyłączy dla poszczególnych miast. Stan na 31.12.2006r. Eksploatowanych przez RPWiK w Katowicach, tj. do czasu odłączenia sieci miast ościennych i powstania Katowickich Wodociągów S.A.

**Struktura sieci wodociągowej w zależności od materiału przewodów zastosowanych do budowy sieci wodociągowej w Katowicach. Stan na 2000r.**



**Struktura sieci wodociągowej w zależności  
od materiału przewodów zastosowanych do budowy sieci wodociągowej  
w Katowicach. Stan na 2006r.**



### **Doświadczenia z realizacji polietylenowych sieci wodociągowych**

Zapoczątkowana intensywna wymiana sieci wodociągowych prawie 20 lat temu w Katowicach wymuszona była przede wszystkim specyfiką terenu polegającą na dużej awaryjności spowodowanej eksploatacją górniczą. Podstawowe powody realizacji można usystematyzować następująco według hierarchii ważności:

1. Awaryjność sieci
2. Zła jakość dostarczanej wody spowodowana inkrustacją przewodów żeliwnych i stalowych
3. Profilaktyczna wymiana związana z wiekiem rurociągów szczególnie w pasie drogowym, a wynikająca z koordynacji z robotami remontowymi nawierzchni i zagwarantowaniem bezawaryjnego działania sieci.

Omawiany okres prawie 20 lat to czas wdrażania wodociągów z polietylenu. Podstawowymi powodami wykonywania sieci z PE na terenie działania Katowickich Wodociągów S.A. są:

1. Zabezpieczenie na szkody górnicze
2. Poprawa hydrauliki pracy rurociągu (i związana z tym możliwość redukcji średnic przy zmniejszającej się sprzedaży wody)
3. Ekonomiczne aspekty wymiany sieci. W tym:
  - Ograniczenie pracy sprzętu (dźwigi) na placu budowy z uwagi na ciężar przewodów PE
  - Obniżenie kosztu wykonania w dużej mierze o prace ziemne przy metodach bezwykopowych

- Dla metod bezwykopowych zmniejszenie wartości zadania o koszt dokumentacji
- W przypadku renowacji wodociągów lub ich wymiany metodą bezwykopową- ograniczenie wysokich kosztów zajęcia pasa drogi do minimum oraz wyeliminowanie ponoszonych kosztów za umieszczenie urządzenia w pasie drogi (za istniejące przewody taka opłata nie była pobierana, a nowy wprowadzany jest w istniejący przewód stąd w praktyce takich kosztów przy tej technologii się nie ponosi)
- Przy zastosowaniu odpowiednich rur warstwowych rezygnacja z podsypki i obsypki paskiem
- Na terenach silnie zurbanizowanych metody bezwykopowe pozwalają na prowadzenie robót przy nieznacznie zmienionej organizacji ruchu, która jest kosztowna

#### 4. Przyspieszenie realizacji. W tym:

- W porównaniu z uprzednio realizowanymi sieciami ze stali wyeliminowanie nasuwek kompensacyjnych, spawów, czasu pracy sprzętu transportowego, dźwigowego na placu budowy, łatwość montażu
- W przypadku wykorzystywania istniejących wodociągów do wprowadzania nowych rur PE (renowacja i bezwykopowa wymiana) skrócenie czasu przygotowania budowy o około 1 rok w związku z rezygnacją z opracowania dokumentacji budowlanej i uzyskania pozwolenia na budowę
- Dla metod bezwykopowych ograniczenie do minimum prac ziemnych, w tym w przypadku rur warstwowych (również dla robót wykopowych) skrócenie czasu realizacji o wykonywanie podsypki i obsypki piaskiem
- Łatwość dopasowania budowanej sieci do istniejących warunków, w szczególności przy niepewnej inwentaryzacji geodezyjnej stanu istniejącego (np. lokalizacji przyłączy, węzłów itp.) możliwość skracania rur na placu budowy, dopasowania kształtek, co jest możliwe w ograniczonym zakresie np. w technologii z żeliwa sferoidalnego.

Warunkiem właściwego efektu końcowego i bezawaryjnej pracy budowanych polietylenowych sieci wodociągowych jest właściwy dobór technologii planowanych robót oraz rodzaju rur. Obie kwestie są nierozdzielnie ze sobą związane.

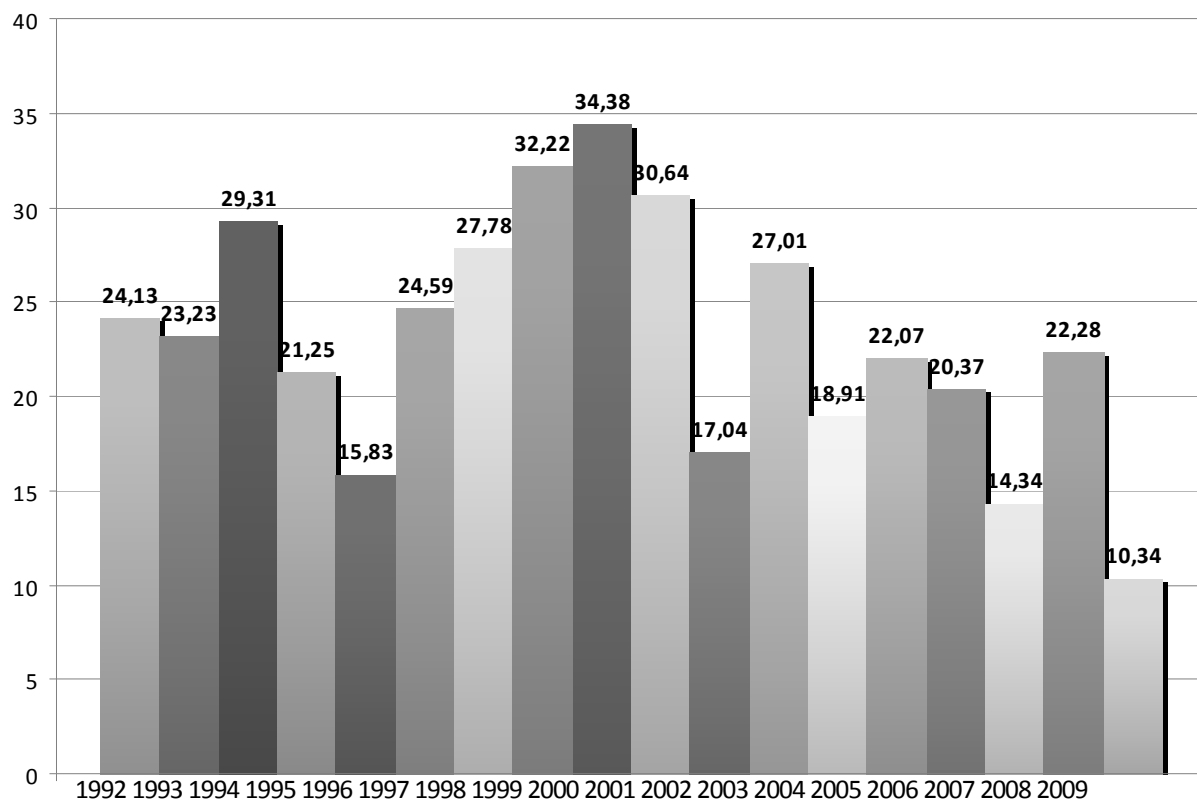
Zwłaszcza metody bezwykopowe wymuszają dobór materiału o podwyższonej wytrzymałości, w którym z założenia się przyjmuje, iż wierzchnia powłoka warstwowej rury przeznaczona jest na zarysowania, a w konsekwencji zniszczenie podczas prowadzonych robót.

Mając na uwadze doświadczenia w tym zakresie jako wiodące należy uznać metody bezwykopowe, których przewaga została wykazana w zestawieniu przyczyn stosowania PE. Decydując się jednak na technologie tej grupy należy rozważyć podstawowe uwarunkowania i spostrzeżenia, które wynikają z doświadczeń realizacyjnych:

- Przy metodzie „rura w rurę” (sliplining) należy liczyć się z dużymi utrudnieniami w miejscach zabudowanych nasuwek kompensacyjnych. W praktyce należy przyjąć konieczność wykonywania w tych miejscach wykopów
- Przy znacznych odkształceniach rurociągu na terenach szkód górniczych mogą występować tak znaczne wybożenia na kompensatorach, które w ogóle mogą uniemożliwić wprowadzenie PE
- Dla „ciasnego pasowania” szczególną uwagę należy zwrócić na realną różnicę średnic (wewnętrznej istniejącego przewodu i zewnętrzną wprowadzanej rury PE) zbyt ciasne pasowanie oznacza nadmierne zarysowania warstwy zewnętrznej PE i w konsekwencji niedopuszczalne uszkodzenie drugiej warstwy.
- W metodzie Compact Pipe podstawową kwestią na równi z reżimem technologicznym jest przeciągnięcie przez istniejący przewód sprawdzianu wymiarowego. Wprowadzane rury PE do bardzo starych żeliwnych przewodów, często o nietypowych przekrojach w miejscach występowania zwężeń przekroju poniżej dopuszczalnej wartości się nie „otworzą”.

Spostrzeżenia i uwagi dotyczące podstawowych kwestii na placu budowy sieci z PE:

- Przy rozładunku nie stosować stalowych zawiesi i innych rysujących rury
- Rury PE należy składować na podłożu równym, bez podparć punktowych, które powodują uszkodzenie rury
- Chronić przed zarysowaniem (szczególnie rury jednowarstwowe i kształtki)
- Układany rurociąg w wykopie musi być równomiernie podparty na całej długości rury
- Przy realizacji z rur jednowarstwowych niedopuszczalna jest zasypka z kamieniami itp.
- Rurociąg wykonywany z rur PE o litej ściance należy układać na podsypce piaskowej a obsypkę piaskową zagęszczać warstwami Rury składowane na placu budowy winny mieć założone zatyczki końcówek przeciwdziałając zanieczyszczeniom (bakteriologicznym i fizycznym) tak, a by nie pozostały w rurociągu po zgrzaniu.



Długość wymienionej sieci wodociągowej (w km) na terenie działalności Katowickich Wodociągów S.A w latach 1992 – 2009.



Realizacja wodociągu 225 mm w ulicy Powstańców w Katowicach metodą przewiertu sterowanego.



Uszkodzenia zewnętrznej warstwy rury Wavin TS po przeprowadzeniu przez grunt. Widoczna wielkość zarysowań nie ma wpływu na jej bezawaryjną eksploatację.



Niewłaściwa realizacja metodą wykopową. Rura jednowarstwowa ułożona w gruncie rodzimym bez podsypki piaskowej. Na krawędzi wykopu widoczne ostre kamienie, które zniszczą strukturę rury PE.

### **Sieć kanalizacyjna**

Rozwój budownictwa i przemysłu w latach 60 miał zasadniczy wpływ na rozbudowę sieci kanalizacyjnej. Sieć i kolektory budowane były z rur betonowych, początkowo łączonych na styk, a w połowie lat 60 – tych z rur kielichowych uszczelnianych na sztywno za pomocą sznura smołowego i zaprawy cementowej. Technologia układania i połączeń tworzyła sztywne układy, praktycznie niedostosowane do pracy w warunkach ruchów górotworu powodowanych eksploatacją Zakładów Górniczych – Kopalń Węgla Kamiennego. Poza samymi przyłączeniami dla obiektów i zabudowy (do średnicy  $\varnothing$  200 mm) nie budowano ciągów kanalizacyjnych z rur kamionkowych ze względu na ich deficyt oraz ze względów materiałowo



– konstrukcyjnych niedostosowania rur na wpływy szkód górniczych (kruchosc materiału). Do budowy kolektorów zbiorczych od średnicy  $\varnothing$  400 mm i wyżej w tym okresie stosowane były rury żelbetowe kielichowe z Fabryki Prefabrykatów Betonowych w Czyżynach koło Krakowa. Wyżej wymienione rury do chwili obecnej są bardzo dobre jakościowo i funkcjonują poprawnie mimo wpływów eksploatacji górniczej i upływu czasu.

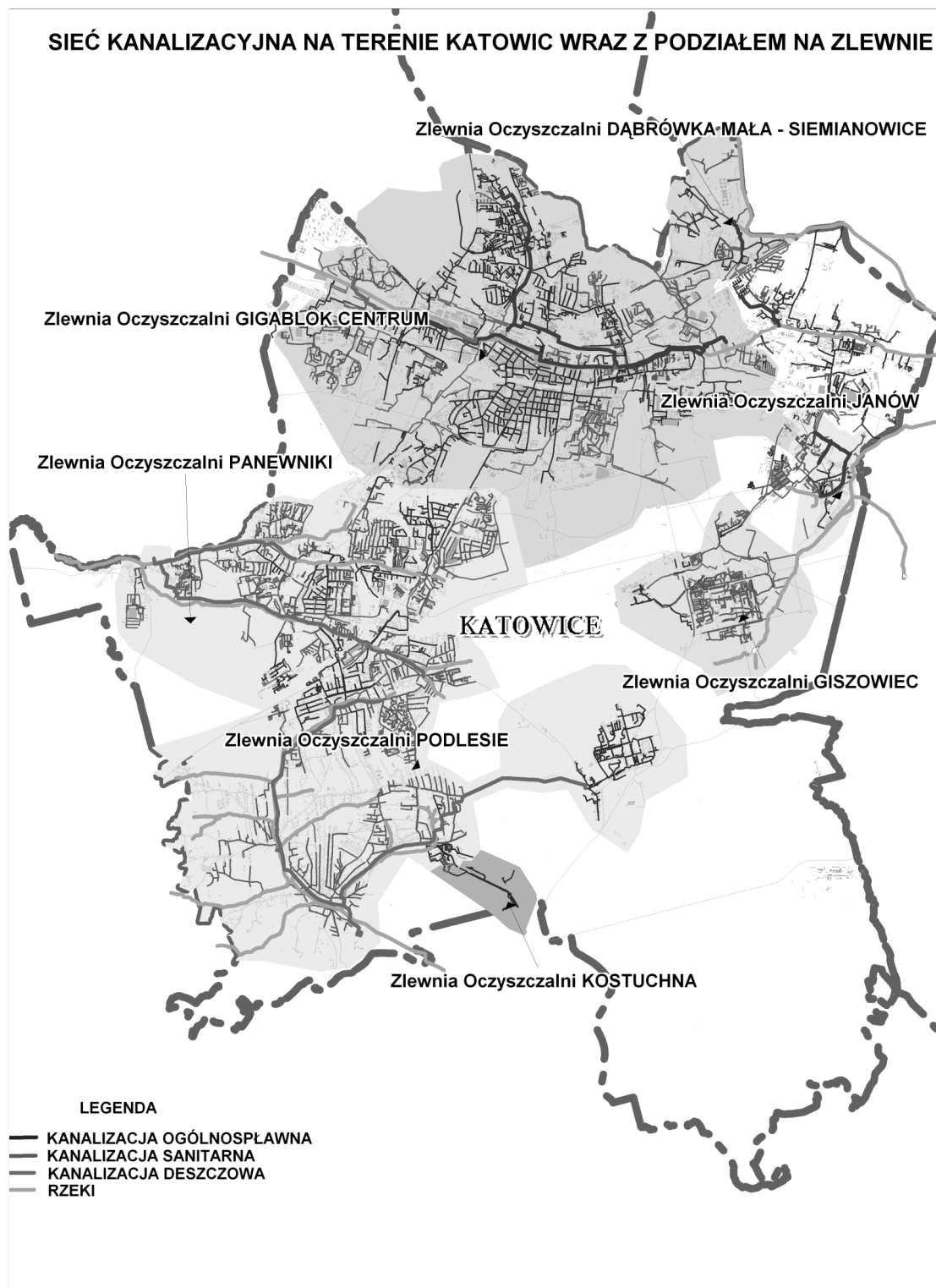
Z początkiem lat 90 zaczęto stosować do budowy sieci kanalizacyjnych rury z tworzyw sztucznych, konstrukcyjnie dostosowane do pracy w warunkach eksploatacji górniczej (m. in. wydłużony kielich i uszczelka gumowa, podsypka i obsypka piaskowa, elastyczne połączenie rur ze studniami rewizyjnymi).

Do rekonstrukcji zniszczonych ciągów kanalizacyjnych wykonanych głównie z rur betonowych (warunek – zachowane odpowiednie spadki) stosowane są wewnętrzne wykładziny (rękawy) z żywic epoksydowych, poliestrowych, gdzie zachowany konstrukcyjnie zostaje warunek zabezpieczenia zrekonstruowanych rur na wpływy szkód górniczych. Rekonstrukcja ciągów odbywa się bezwykopowo i jest znacznie tańsza niż klasyczna metoda ich wymiany.

Stosując, począwszy od 1991r. do budowy, wymiany i rekonstrukcji sieci kanalizacyjnej materiałów z tworzyw sztucznych tj. rur PCV, PE, z żywic epoksydowych i innych tworzyw, systematycznie zmniejszane są tym samym ilości sieci wybudowanej z rur betonowych oraz kamionkowych, co gwarantuje długotrwałą i bezawaryjną eksploatację sieci i przyłączy kanalizacyjnych.

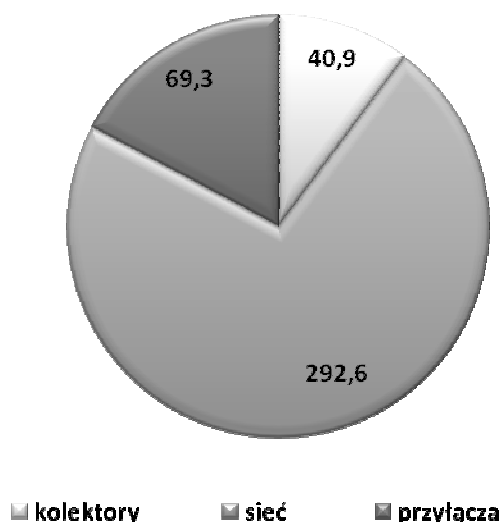
Niezależnie od powyższego dodatkowy przyrost sieci kanalizacyjnej związany jest z budową nowych sieci, głównie w dzielnicach nieposiadających zorganizowanego systemu kanalizacji lub jej braku. Sieci te realizowane są w ramach zadań własnych poszczególnych gmin.

## SIEĆ KANALIZACYJNA NA TERENIE KATOWIC WRAZ Z PODZIAŁEM NA ZLEWNIE

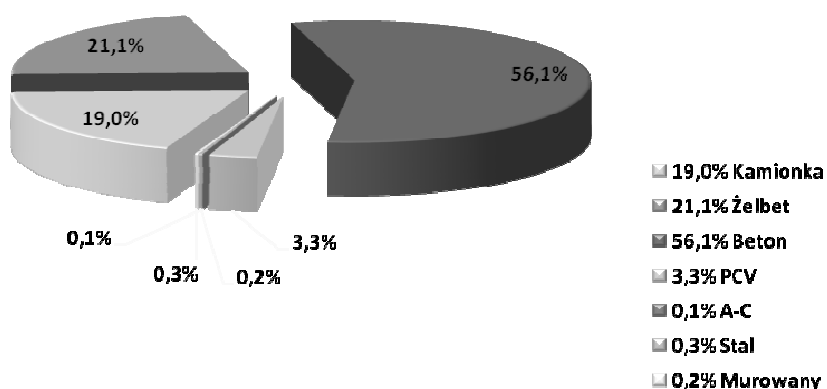


Ścieki odprowadzane są do oczyszczalni poprzez system kolektorów zbiorczych, sieć kanalizacji rozdzielczej i ogólnospławnej. Sieć kanalizacyjna wraz z rzekami i naturalnymi ciekami powierzchniowymi tworzy układ zlewni.

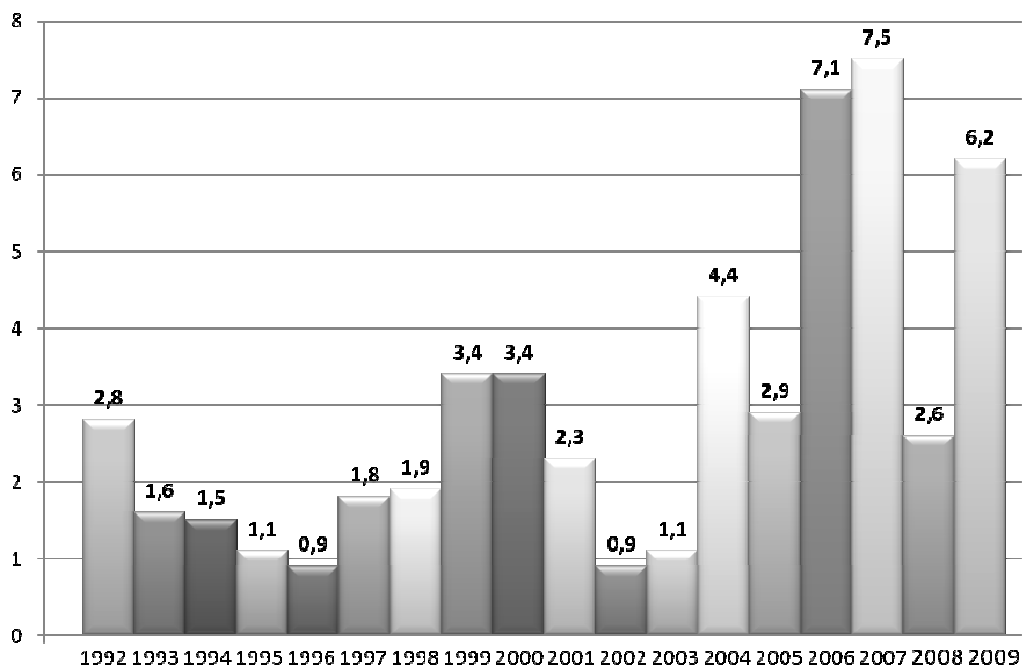
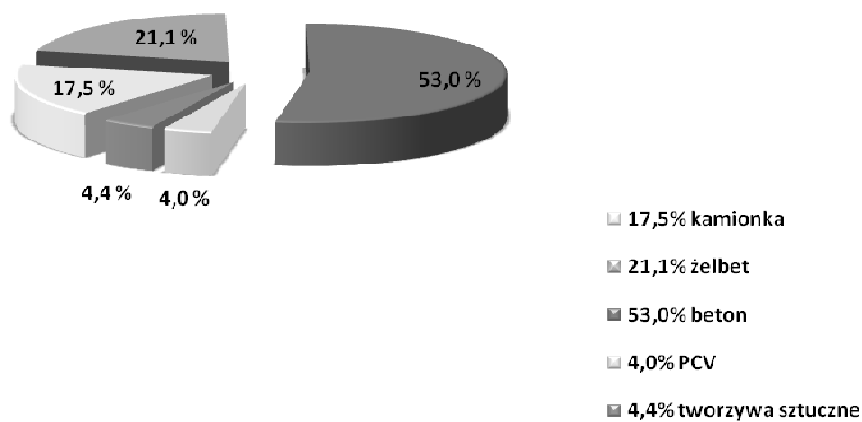
**Długość sieci kanalizacyjnej, będącej własnością Katowickich Wodociągów S.A. z podziałem na kolektory, sieć i przyłącza kanalizacyjne - stan na 31.12.2006r. [w km]**



**Struktura sieci kanalizacyjnej w zależności od materiału przewodów zastosowanych do budowy sieci kanalizacyjnej w Katowicach - udział procentowy. Stan na 2000r.**



**Struktura sieci kanalizacyjnej w zależności  
od materiału przewodów zastosowanych do budowy sieci kanalizacyjnej  
w Katowicach Stan na 2006r.**



Długość wymienionej sieci kanalizacyjnej na terenie działalności Katowickich Wodociągów S.A.(w km) w latach 1992 – 2009. Razem w okresie 17 lat wymieniono 53,4 km.

## Realizacja i uszkodzenia rur sieci kanalizacyjnej

Struktura i procentowy udział poszczególnych uszkodzeń kanałów wykonanych z PCV, betonu i kamionki w okresie eksploatacji do 5 lat od zakończenia budowy na podstawie badań przeprowadzonych w Krakowie.

Rodzaj uszkodzenia / materiał	PCV	beton	kamionka
uszkodzenia spoiny	-	3%	15%
wadliwe połączenie	39%	-	7%
połączenie wystające	-	13%	22%
szczelina	-	21%	27%
zapadnięcie, przerwanie	-	28%	4%
deformacja	5%	-	-
infiltracja	-	3%	-
przemieszczone złącze	17%	3%	18%
odłożone osady	39%	29%	7%

**Uszkodzenia ogółem na 1 km kanału: PCV – 34,1 szt., beton – 31,7 szt., kamionka – 45,8 szt.**

Źródło: dr inż. Grzegorz Kaczor, mgr inż. Anna Przebinda „Analiza uszkodzeń kanałów sanitarnych po krótkim okresie eksploatacji”

Przytoczone powyżej opracowanie badań przeprowadzonych w Krakowie może posłużyć jako porównanie różnych warunków eksploatacyjnych i wniosków dotyczących wyboru rodzaju materiału do realizacji. Nie obejmuje ono jednak szerszego spektrum materiałów do budowy kanalizacji. Badaniom poddano kanały nowe, o czasie eksploatacji nie przekraczającym 5 lat od daty zakończenia budowy. Z przedstawionego zestawienia wynika, że najmniejsza awaryjność występuje na kanałach betonowych, jednak w rzeczywistości nie zawiera podstawowej informacji o korozji siarczanowej betonu, z którą poza zniszczoną niweletą kanału w wyniku szkód górniczych, mamy najczęściej do czynienia w Katowicach, a czas ujawnienia się jej skutków wykracza poza okres pięcioletni. Warto zwrócić uwagę na fakt, że najmniejsza różnorodność uszkodzeń występuje w kanalizacji wykonanej z PCV – 4 rodzaje (beton i kamionka po 7). Warto przeanalizować rodzaje tych uszkodzeń oraz przyczyny ich powstawania.

Największy udział procentowy uszkodzeń w kanalizacji PCV stanowią odłożone osady oraz wadliwe połączenie (po 39%). Przyczyną obu rodzajów uszkodzeń jest niewłaściwa realizacja kanału. Odkładanie osadu w rurach PCV o bardzo dobrej hydrauliczności z założenia może wystąpić jedynie w wyniku utworzenia się niecki niwelety jako konsekwencja zaniedbań w trakcie wykonywania podsypki i jej zagęszczenia. Związany z tym typ drugiego również częstego uszkodzenia to wady połączeń, które wynikają z tych samych przyczyn zaniedbań. Pozostałe dwa rodzaje należy również przypisać tej samej przyczynie, a są to przemieszczone złącze (17% uszkodzeń) i deformacja (5%). Jeśli nie następuje właściwe przygotowanie dna wykopu i precyzyjne umieszczenie rury, to wszystkie wykazane uszkodzenia są ze sobą powiązane i muszą wystąpić. Należy tutaj zwrócić uwagę na ogólnie rzecz biorąc kulturę techniczną łączenia rur PCV i dbałość umieszczenia uszczelki oraz dokładne „ustawienie” gry dylatacyjnej połączenia kielichowego. Kwestia gry dylatacyjnej jest szczególnie istotna na terenie działania Katowickich Wodociągów S.A., gdzie szkody górnicze powodują wysuwanie się zbyt płytko wprowadzonej rury w kielich lub też zagniecenie przy braku pozostawienia odległości na grę przy siłach osiowo ściskających kanał. Warto zwrócić uwagę na potrzebę zapisu projektanta w dokumentacji o odległości w kielichu pozostawionej na grę dylatacyjną i właściwy nadzór na placu budowy.

Próbując podsumować wykazane rodzaje uszkodzeń kanałów z różnych materiałów należy wskazać na przewagę PCV w porównaniu do betonu i kamionki ze względu na mniejsze prawdopodobieństwo eksfiltracji ścieków. Zagadnienie jest szczególnie ważne na terenie Katowic z uwagi na udział kanałów ogólnospławnych, które w czasie coraz częstszych nawałnych stanowią duże zagrożenie dla nawierzchni dróg.

Wykazane inne uszkodzenia kamionki i betonu wynikają wprost z właściwości zastosowanego materiału ponieważ dla przewodów sztywnych wzrost obciążeń zewnętrznych zwiększa obciążenia konstrukcji przewodu. Natomiast dla przewodów termoplastycznych wzrost obciążeń zewnętrznych jest przenoszony na grunt po obu stronach przewodu, powodując zmniejszenie obciążenia nad przewodem. Oddziaływanie tych sił powoduje w konsekwencji uszkodzenia rur z materiałów sztywnych na terenach szkód górniczych. Należy nadmienić iż wykazane doświadczenia eksploatacyjne odnoszą się realizacji głównie z II połowy XX wieku i wcześniejszych



10 grudnia 2008, Katowice ulica Graniczna zapadlisko powstałe w wyniku podmywania asfaltu przez eksfiltrację ścieków z kanału ogólnospławnego.

## **Wnioski**

1. Dobór technologii jest kluczowym elementem procesu inwestycyjnego i z tego powodu winien być wynikiem konsultacji służb eksploatacyjnych i inwestycyjnych firm wodociągowych.
2. Specyfikacja techniczna zamówienia powinna w sposób szczegółowy określać parametry materiału do budowy sieci, a w sytuacji dopuszczania ofert wariantowych, które nie odpowiadają wprost specyfikacji technicznej powinny być one przedmiotem szczegółowej analizy służb technicznych inwestora, które winny stanowić istotną część składu osobowego komisji zamawiającego.
3. Doświadczenia w zakresie zrealizowanych budów wykazują opłacalność stosowania technologii bezwykopowych zarówno w zakresie ekonomicznym jak i z punktu widzenia sprawności i czasu trwania całego procesu inwestycyjnego, który jest zdecydowanie krótszy niż tradycyjne metody wykopowe i zwiększa mobilność zamawiającego w stanach awaryjnych.

4. Stosowanie właściwych rur warstwowych PE do budowy sieci wodociągowych eliminuje ryzyko niedotrzymania reżimu podsypki i obsypki piaskowej i wpływa na obniżenie kosztu realizacji.
5. Właściwie dobrane rury PCV do budowy kanalizacji gwarantują bezawaryjną eksploatację jednak pod warunkiem starannej realizacji na budowie w celu wyeliminowania uszkodzeń, które zostały przedstawione na przykładach.
6. Dobrze zorganizowany proces inwestycyjny budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych to taki, który jest prawidłowo przygotowany od specyfikacji po odbiór końcowy przy czynnym współudziale wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego.

#### **Literatura**

Grzegorz Kaczor, Anna Przebinda „Analiza uszkodzeń kanałów sanitarnych po krótkim okresie eksploatacji”

Andrzej Kuliczkowski, Emilia Kuliczowska, „Katastrofy kanalizacyjne i ich przyczyny”, „Inżynieria Bezwykopowa” nr 1/2008 (21), s. 32–36

Andrzej Kuliczkowski, Andrzej Kolonko „ Zastosowanie tworzyw sztucznych w budowie sieci infrastruktury technicznej miasta. Materiały konferencyjne: Infrastruktura miast”, PZITB, Wrocław 1981, s. 55-56

Karol Marzejon „Różnice w projektowaniu sieci z tworzyw sztucznych w porównaniu z sieciami z materiałów tradycyjnych”

Jan Psiuk red. „Katowickie Wodociągi” 2010