

Alternatywne pozyskiwanie energii z kanałów sanitarnych za pomocą technologii bezwykopowych

mgr inż. Piotr Kuliczkowski

Gospodarstwa domowe są jednymi z producentów ścieków o wysokiej temperaturze, system kanalizacji odbiera ponadto duże ilości ścieków przemysłowych. Warto zastanowić się nad możliwością odzysku tej bezpowrotnie traconej energii. Skuteczną metodą są wymienniki ciepła umieszczone w kolektorach kanalizacyjnych. Wyróżnić można cztery metody ich montażu.

Technologie bezwykopowe, oprócz korzyści, które niosą jako alternatywa dla tradycyjnych budów, wymagających wykonywania wykopów liniowych, pozwalają również na odzysk dużej ilości energii zawartej w ściekach. Ilość energii zużywanej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej stanowi ok. 10–15% całkowitej ilości energii konsumowanej w gospodarstwach domowych na potrzeby bytowe użytkownika końcowego. Zużyta ciepła woda trafia do systemu kanalizacji i do oczyszczalni, a niesiona przez nią energia cieplna jest rozpraszana w środowisku.

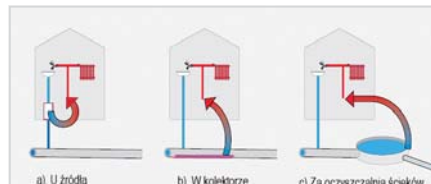
1. Wstęp

Pierwsze badania nad odzyskiem ciepła z kolektorów miejskich rozpoczęto już w latach 80. XX w. w Szwajcarii. Powstało wtedy kilkanaście prototypów urządzeń, jednak nie zyskały one szerszego zainteresowania z uwagi na wysoki koszt inwestycyjny oraz stosunkowo niską sprawność ówczesnych pomp ciepła. Znaczący wzrost cen energii, szersze zainteresowanie alternatywnymi źródłami ciepła oraz szybki rozwój technologii bezwykopowych spowodowały, że opisywane rozwiązania zyskują na popularności i stają się coraz bardziej opłacalne. Skala możliwości wykorzystania ciepła ze ścieków jako dolnego źródła dla pompy ciepła jest spora, o czym świadczą badania szwajcarskiego Bundesamt für Energie (Federalny Urząd ds. Energii). Wynika z nich, że istnieje możliwość wykorzystania tego źródła energii w 5% budynków w całym kraju.

W Szwajcarii, którą można uznawać za prekursora w dziedzinie wykorzystania ścieków jako dolne źródło dla pomp ciepła, działa obecnie 29 takich systemów grzewczych, a kilkanaście innych jest w fazie projektowania. Ponadto ruszają liczne pilotażowe inwestycje w innych krajach Europy. Instalacje te mają zazwyczaj moc cieplną w przedziale od kilkunastu do kilkuset kW, ale istnieją również znacznie większe, np. instalacja na głównym kolektorze miejskim w Oslo z pompą ciepła o mocy prawie 19 MW.

Ciepło ze ścieków można odzyskiwać w trzech punktach systemu odprowadzania ścieków:

- bezpośrednio u źródła – wówczas rozdziela się instalację kanalizacji na dwa typy – ścieki ciepłe (zmywarka, pralka, prysznic) oraz ścieki zimne (zlew, ustęp). Ścieki ciepłe gromadzone są w zbiorniku przepływowym i tam odbiera się od nich ciepło (ryc. 1a);
- w kolektorze – wówczas ciepło odbiera się od strumienia ścieków za pomocą specjalnego wymiennika umieszczonego w kolektorze (ryc. 1b);
- za oczyszczalnią ścieków – ciepło odbiera się od strumienia oczyszczonych ścieków za pomocą wymienników umieszczonych w kolektorze lub kanale odprowadzającym ścieki do odbiornika bądź też strumień oczyszczonych ścieków kierowany jest bezpośrednio na skraplacz pompy ciepła (ryc. 1c).

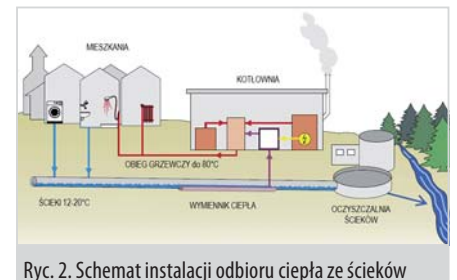


Ryc. 1. Lokalizacja możliwych punktów odbioru ciepła ze ścieków

Proces odzysku ciepła ze ścieków polega na tym, że pompa ciepła pobiera energię cieplną ze środowiska, a następnie podnosi jej temperaturę użyteczną dla celów ogrzewania za pomocą czynnika chłodniczego. Dolnym źródłem ciepła może być woda gruntowa, powietrze zewnętrzne, ale również ścieki. Odbiór ciepła z tego medium jest możliwy dzięki specjalnym wymiennikom umieszczanym w kolektorach kanalizacyjnych albo kanałach odprowadzających oczyszczone ścieki do odbiornika.

Płynące ścieki oddają ciepło do czynnika pośredniczącego, którym może być glikol, solanka lub woda, który to następnie transportowany jest rurociągiem do parowacza pompy ciepła (ryc. 2). Czynnikiem pośredniczącym z uwagi na swoją niewysoką

względem otoczenia temperaturę, może być przesyłany w izolowanych przewodach na znaczne odległości (ponad 1 km). Natomiast pompa ciepła powinna być zlokalizowana jak najbliżej punktu odbioru ciepła, biorąc pod uwagę ograniczone możliwości transportu wody o wyższych parametrach (50–55 °C). Zaleca się, aby odległość ta nie przekraczała 100 m [4].



Ryc. 2. Schemat instalacji odbioru ciepła ze ścieków

Stosowane wymienniki ciepła mogą być wbudowane w konstrukcję rur lub zainstalowane w istniejących kolektorach kanalizacyjnych.

Poniżej opisano cztery metody umieszczenia wymienników ciepła w przewodach kanalizacyjnych. Są to:

- bezwykopowa lub w wykopie budowa przewodów kanalizacyjnych z rur z wbudowanymi wymiennikami ciepła,
- bezwykopowa odnowa przewodów kanalizacyjnych połączona z montażem wymienników ciepła,
- bezwykopowy montaż obudowanych wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych,
- bezwykopowy montaż nieobudowanych wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych.

2. Bezwykopowa lub w wykopie budowa przewodów kanalizacyjnych z rur z wbudowanymi wymiennikami ciepła

W przypadku budowy nowych przewodów kanalizacyjnych metodami bezwykopowymi lub tradycyjnymi w wykopie, bądź też wymiany zużytych na nowe można zastosować rury z wbudowanymi wymiennikami ciepła. Są nimi najczęściej rury z polietylenu lub stali odpornej na korozję, znajdujące się w obszarze specjalnie

wyprofilowanej kinety rur betonowych lub żelbetowych. Warunki wymiany ciepła poprawia stalowy profil dna kinety stosowany przez niektórych producentów.

Na rycinach 3 i 4 przedstawiono przykładowe rozwiązania rur z wbudowanymi wymiennikami ciepła.



Ryc. 3. Rura żelbetowa z wbudowanym wymiennikiem ciepła [5]



Ryc. 4. Rura betonowa z wbudowanym wymiennikiem ciepła [2]

Zaletą tego rozwiązania jest duża trwałość konstrukcyjna oraz bezwładność termiczna. Nowe przewody kanalizacyjne projektuje się na okres co najmniej 50 lat. Tyle też może wynieść trwałość wymiennika ciepła, o ile jest on eksploatowany w odpowiedni sposób. Ponadto wymiennik ten jest mniej podatny na obniżenie intensywności wymiany ciepła spowodowanej powstaniem biofilmu na powierzchni rury, dlatego może on być czyszczony rzadziej niż w przypadku innych rozwiązań.

Wydajności wymienników ciepła wbudowanych w konstrukcję rur są mniejsze w porównaniu z innymi wymiennikami i wynoszą od 1 do 2 kW/m rury.

3. Bezwykopowa odnowa przewodów kanalizacyjnych połączona z montażem wymienników ciepła

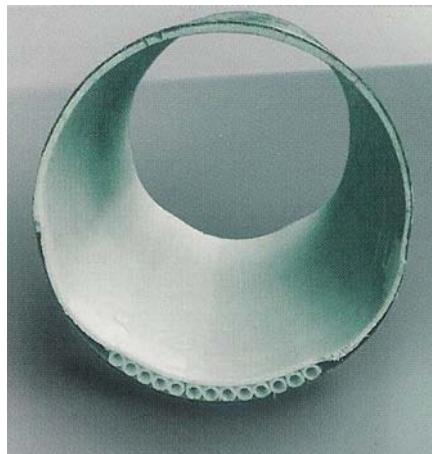
Montaż wymienników ciepła możliwy jest w połączeniu z technologią bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych utwardzanymi powłokami żywicznymi. Technologie renowacji ujęte w tej grupie polegają na wprowadzeniu do kanału powłoki żywicznej, która po wypełnieniu jej gorącą wodą, gorącą parą lub powietrzem jest utwardzana w trakcie dociskania jej do starej konstrukcji kanałowej. Powłoka składa się z dwóch warstw:

- wierzchniej (tworzącej wewnętrzną powłokę nowego przewodu) z gładkiej folii poliuretanowej, PVC lub z poliestru, w zależności od zastosowania,
- warstwy właściwej z kwasoodpornej włókniny poliestrowej, nasączonej termoutwardzalną ciekłą żywicą.

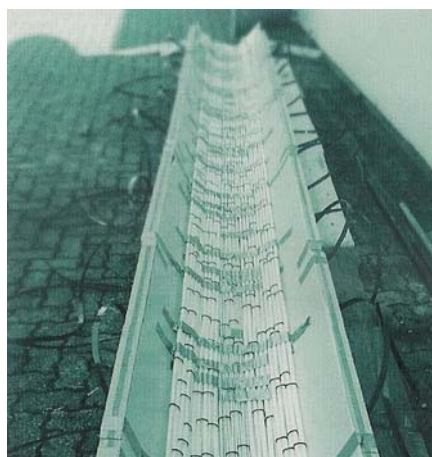
Nowo powstała rura we współpracy ze starą konstrukcją (lub samodzielnie) przenosi działające na nią obciążenia, poprawia parametry hydrauliczne kanału, uszczelnia przewód, eliminuje negatywny wpływ otoczenia, np. agresywne działanie środowiska wód gruntowych, przedostawanie się do wnętrza przewodu korzeni drzew oraz zabezpiecza kanał przed dalszymi uszkodzeniami. W rezultacie zapewnia wieloletnią trwałość eksploatacyjną.

Wymiennik ciepła w postaci cienkich rurek z polietylenu (14 x 2 mm) umieszcza się w dolnej części przewodu, a następnie wprowadza się do jego wnętrza liner żywiczny. Przekrój przez rurę wraz z wymiennikiem i utwardzonym linerem przedstawia rycina 5.

Technologia ta znana jest pod nazwą Branderburger Heatliner i jest obecnie w fa-



Ryc. 5. Utwardzony wewnątrz starej rury liner żywiczny wraz z wymiennikiem ciepła w postaci rurek z PE [1]



Ryc. 6. Prototyp instalacji do odzysku ciepła ze ścieków z wykorzystaniem technologii renowacji przewodu za pomocą linerów z termoutwardzalnych żywic [1]

zie badań. Prototypowa instalacja poddana badaniom składała się z 6,5-metrowego odcinka (gdzie starą rurę stanowiła rura kamionkowa DN 500 mm), powłoki żywicznej DN 500 o grubości 4,9 mm oraz wymiennika złożonego z 30 rurek z polietylenu o wymiarach 14 x 2 mm.

Badania prototypowej instalacji wykazały, że w zależności od przepływu ścieków, ich temperatury oraz prędkości można uzyskać wydajności z przedziału 0,13–0,50 kW/m instalacji. Na rycinie 6 pokazano tego typu instalację.

Opisywana technologia może być zastosowana dla dowolnych typów przekrojów poprzecznych rur. Pozwala ona na wbudowanie wymiennika zarówno w nieprzełazowych przewodach o małej średnicy, przewodach przełazowych, jak również w odcinkach o niewielkim łuku. Wadą tego rozwiązania jest stosunkowo mała wydajność wymiennika oraz skomplikowany, gdyż oparty na dużej liczbie rurek w wymienniku, system rozdzielający czynnik pośredniczący.

4. Bezwykopowy montaż obudowanych wymienników ciepła w przełazowych kolektorach kanalizacyjnych

Najczęściej stosowanymi wymiennikami do odbioru ciepła ze ścieków są specjalne stalowe moduły umieszczane w istniejącym kanale. Ich zaletą jest stosunkowo niski koszt inwestycyjny i duża elastyczność polegająca na łączeniu modułów w odcinki o dowolnej długości, według zapotrzebowania.

Rozwiązanie to może być stosowane w kolektorach kanalizacyjnych o dowolnych przekrojach poprzecznych, będących w dobrym stanie technicznym.

Jednym z możliwych rozwiązań jest tzw. system Therm Liner. W systemie tym wymiennik składa się z modułów o różnej długości (w zależności od ich szerokości) i posiada możliwość zamontowania czterech rurek czynnika pośredniczącego (ryc. 7). Wymiennik ciepła zbudowany jest ze stali nierdzewnej 316 L (1.4404), w której zawartość węgla nie przekracza 0,03%, zawartość chromu jest na poziomie 16–18%, a zawartość niklu wynosi 15%, co gwaran-



Ryc. 7. Wymiennik ciepła w systemie Therm Liner [1]

tuje bardzo wysokie parametry odpornościowe tego wymiennika na środowisko korozyjne jakim są ścieki.

Zastosowanie wymienników ciepła w tym systemie wymaga minimalnego przepływu wynoszącego 20 dm³/s, co pozwala na osiągnięcie wydajności cieplnej 2 kW/m². Tak wysoka wydajność przy minimalnym przepływie umożliwia specjalnie wyprofilowaną kineta wymiennika.

Wymienniki te stosuje się w kanałach o przekrojach kołowych, jajowych oraz prostokątnych. Z uwagi na konieczność ręcznego montażu modułów, minimalna średnica kolektora wynosić musi 800 mm. Na rycinie 8 przedstawiono wymiennik ciepła THERM LINER wbudowany w kanał jajowy.



Ryc. 8. Wymiennik ciepła w systemie Therm Liner wbudowany w kanał o przekroju jajowym [2]

Inne możliwości daje system Rabtherm. Wymienniki ciepła w tym systemie składają się ze stalowych modułów o długości 1–3 m, które można układać w kolektorze kanalizacyjnym o dowolnym przekroju poprzecznym, o średnicy przynajmniej 800 mm, a najlepiej powyżej 1000 mm (kolektor musi być przełazowy). Większa zalecana średnica kanału bierze się z faktu, iż wymiennik ten zajmuje więcej powierzchni przekroju poprzecznego niż wymiennik w systemie Therm Liner. Osiąga on dzięki temu większą wydajność, wynoszącą do 4 kW/m. Wymienniki te różnią się jedynie kształtem, gdyż idea pozostaje taka sama – wymiennik tworzy stalowy profil w kształcie łuku (prawie półkola), pod którym znajdują się rurki z PE z krążącym w nich czynnikiem pośredniczącym.

Po zainstalowaniu wymiennika stabilizuje się go, zalewając betonem. Dodatkowo profiluje się również przestrzeń wokół wymiennika, co umożliwia dostosowanie go do

każdego profilu kanału. Dzięki temu można poprawić warunki hydrauliczne panujące w kolektorze nie tylko poprzez zmniejszenie współczynnika chropowatości, ale również zmianę profilu przekroju. Poprawa warunków hydraulicznych może zrekompensować utratę powierzchni przekroju poprzecznego kanału, która jest w przypadku zastosowania tego wymiennika dość znacząca. Na rycinie 9 przedstawiono wymiennik ciepła zamontowany w kanale przed i po ustabilizowaniu go betonem.



Ryc. 9. Wymiennik w systemie Rabtherm przed i po ustabilizowaniu go betonem [2]

Zaletą wymiennika w systemie Rabtherm, oprócz dużej wydajności, jest elastyczność podczas instalacji (dowolny przekrój kanału oraz długość odcinka). Wadą natomiast jest duża redukcja przekroju poprzecznego odcinka kanalizacji, na którym montowany jest wymiennik.

Kolejnym produktem oferowanym na rynku są żelbetowe prefabrykowane profile kanalizacyjne z wbudowanymi wymiennikami. System ten jest bardzo podobny do opisanych wyżej, gdyż posiada stalowy wymiennik, polietylenowe rury czynnika pośredniczącego oraz wypełniony jest na zewnątrz betonem. Różnica polega na tym, że segmenty wymiennika są prefabrykami. Największą firmą oferującą tego typu rozwiązanie jest niemiecka firma Rabtherm GmbH. Na rycinie 10 przedstawiono przykładowe profile żelbetowe posiadające wymiennik ciepła.



Ryc. 10. Żelbetowe profile z wymiennikiem ciepła firmy Rabtherm GmbH [5]

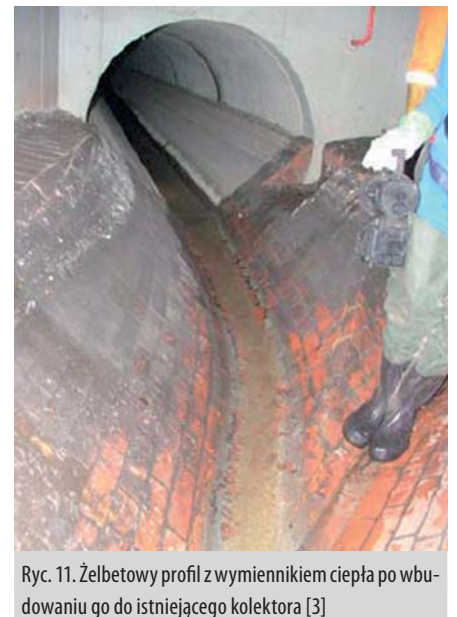
Firma Rabtherm oferuje wykonanie profili dla każdego rodzaju przekroju poprzecznego, nawet przekrojów nietypowych. Do-

wolnie można również kształtować profil kinety stanowiącej wymiennik ciepła.

Jest to rozwiązanie bardzo trwałe oraz korzystne pod względem wymiany ciepła, gdyż gwarantuje wydajność do ok. 4 kW/m instalacji. Warunkiem koniecznym do jego zastosowania jest jednolity przekrój poprzeczny na planowanym odcinku oraz dobry stan techniczny istniejącego kolektora.

Rozwiązanie to polecane jest szczególnie przy renowacji starych kanałów ceglanych. W tego typu kolektorach bardzo często dokonuje się renowacji ich dolnej części profilu w celu polepszenia warunków hydraulicznych. Są to zazwyczaj kolektory o dużych rozmiarach, transportujące znaczne ilości ścieków i wówczas zastosowanie żelbetowych prefabrykowanych profili posiadających wymiennik ciepła jest rozwiązaniem bardzo korzystnym.

Na rycinie 11 pokazano żelbetowy profil z wymiennikiem ciepła po zainstalowaniu go w istniejącym kolektorze kanalizacyjnym.



Ryc. 11. Żelbetowy profil z wymiennikiem ciepła po wbudowaniu go do istniejącego kolektora [3]

Zaletą tego rozwiązania jest trwałość konstrukcji oraz duża wydajność cieplna, wadą natomiast konieczność indywidualnego przygotowania profilu stosownie do przekroju poprzecznego na rozpatrywanym odcinku oraz kłopot związany z transportem oraz wbudowywaniem wymiennika (duży ciężar segmentów żelbetowych).

5. Bezwykopowy montaż nieobudowanych wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych

Bezwykopowy montaż nieobudowanych wymienników ciepła w kolektorach kanalizacyjnych dotyczy najczęściej wymienników złożonych z rur PE, umieszczanych bezpośrednio w głównym kolektorze lub

w kanale odprowadzającym oczyszczone ścieki do odbiornika. Wymiennik złożony z rur PE jest omywany bezpośrednio przez strumień ścieków. Jest on montowany przeważnie na ścianie kanału, gdyż rozwiązanie takie stwarza mniejsze problemy podczas jego eksploatacji w porównaniu z ewentualnym montażem w kinecie.

Zaletą tego sposobu są niewielkie koszty inwestycyjne oraz możliwość montażu i wymiany wymiennika bez konieczności wstrzymywania przepływu ścieków oraz większa wydajność wymiennika. Wadą natomiast jest wymagany duży przepływ ścieków (z uwagi na wspomnianą lokalizację montażu wymiennika) oraz bardziej skomplikowane obliczenia wydajności wymienników.

6. Przykładowe instalacje odzyskujące ciepło ze ścieków

6.1. Instalacja w Wintherthur

W szwajcarskim mieście Wintherthur zbudowano instalację wykorzystującą ciepło ze ścieków do ogrzewania 400 mieszkań na nowoczesnym osiedlu [3]. Instalacja składa się z kolektora o średnicy 1000 mm, wykonanego z rur żelbetowych firmy Rabtherm AG, z wbudowanym wymiennikiem ciepła (ryc. 12).

Osiedle znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie głównego kolektora ściekowego prowadzącego do oczyszczalni ścieków. Zdecydowano się na wykonanie bypassu wzdłuż głównego kolektora o długości 78 m. Rozwiązanie to znacznie uprościło inwestycję, gdyż instalacja bypassu nie zakłócała pracy głównego kolektora i trwała zaledwie trzy tygodnie. Tym zespoleciem kierowane jest ok. 40% średniego dobowego przepływu ścieków przez główny kolektor, co pozwala na pokrycie zapotrzebowania na ciepło.

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło wyniosło 1150 kW. Dobrano pompę ciepła o mocy 820 kW, która dostarcza w rocznym cyklu pracy 70% energii potrzebnej do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Oszczędność roczna w stosunku do konwencjonalnego rozwiązania wyniosła 12% przy uwzględnieniu dotacji kantonu Zürich, wspierającego nowatorskie pomysły związane z dostarczaniem energii cieplnej. W kantonie przyjęto przepisy stanowiące, iż pokrycie zapotrzebowania na ogrzewanie nowo powstałych budynków energią z paliw kopalnych może wynosić najwyżej 80%, co zmusza inwestorów do poszukiwania nowych rozwiązań.

6.2. Centrum Zdrowia W Leverkusen

Ciekawą instalację odzyskującą ciepło ze ścieków na potrzeby grzania oraz chł-



Ryc. 12. Rury żelbetowe z wbudowanym wymiennikiem ciepła zastosowane w Winterthur [3]

denia posiada Miejski Ośrodek Zdrowia w Leverkusen w Niemczech. Budynek ten, o powierzchni wynoszącej ponad 12 tys. m², użytkowany jest zarówno przez Ośrodek Zdrowia, posiada również zaplecze usługowo-rekreacyjno-gastronomiczne nastawione na promocję zdrowego trybu życia. Z uwagi na przeznaczenie oraz charakter tego budynku inwestor zdecydował się na zastosowanie ekologicznego źródła energii i postanowił oprzeć go na pompie ciepła, której dolnym źródłem są ścieki.

Pompa ciepła skonstruowana jest w taki sposób, że umożliwia odwrócenie obiegu i wytwarzanie chłodu na potrzeby klimatyzacji. Wówczas nadmiar ciepła przekazywany jest do ścieków, które charakteryzują się zdecydowanie lepszymi parametrami (niższą temperaturą) niż powietrze zewnętrzne, a dzięki temu układ chłodniczy może pracować ze stałą wysoką wydajnością.

Łączne zapotrzebowanie na ciepło dla Centrum Zdrowia wyniosło 1030 kW, natomiast wymagana wydajność chłodnicza 470 kW. Wymiennik ciepła składający się z 40 prefabrykowanych elementów (ryc. 13) o długości 3 m, dostarczonych przez firmę Rabtherm AG z Zurychu, zainstalowany jest na kolektorze miejskim znajdującym się w odległości 40 m od budynku. Rozwiązanie takie pozwoliło na znaczne obniżenie kosztów inwestycyjnych w porównaniu z drugim rozważanym wariantem – budową bypassu jak w instalacji w Winterthur.

Zaprojektowano pompę ciepła o mocy grzewczej 242 kW oraz 200 kW mocy chłodniczej. Dostarcza ona w rocznym cyklu pracy 68% energii używanej do grzania oraz chłodzenia budynku.

Założony przez inwestora efekt został uzyskany – instalacja, pracując na bazie pompy ciepła, emituje o 22% mniej dwutlenku węgla w trybie grzania oraz o 11% mniej niż tradycyjne układy grzewcze i chłodnicze.



Ryc. 13. Prefabrykaty betonowe z wbudowanym wymiennikiem ciepła zastosowane w Leverkusen

7. Podsumowanie

W Polsce kwestionuje się możliwość odzysku ciepła ze ścieków w kolektorach przed oczyszczalnią, ze względu na zachowanie minimalnej temperatury ścieków pozwalającej na prawidłowy przebieg procesów biologicznego oczyszczania. Nic natomiast nie stoi na przeszkodzie, aby ciepło odzyskiwać po oczyszczeniu ścieków na potrzeby własne oczyszczalni lub do ogrzewania pobliskich budynków.

Warto zainteresować się tą technologią, gdyż wraz ze ściekami tracona jest olbrzymia ilość energii, która z uwagi na dość wysokie względem otoczenia parametry, stanowi doskonałe dolne źródło dla pomp ciepła i pozwala na ich stabilniejszą i bardziej wydajną pracę.

Dodatkowym argumentem przemawiającym za takimi rozwiązaniami jest już 25-letnie doświadczenie w stosowaniu tej technologii przez kraje Europy Zachodniej. Instalacje są stale projektowane, a liczba realizowanych inwestycji systematycznie wzrasta, co świadczy o coraz większym zainteresowaniu tą formą pozyskania energii.

Literatura

1. Brandenburger Heatliner – Zukunftsenergie Abwasser, prospekt reklamowy firmy Brandenburger Liner GmbH & Co. KG.
2. Brickwedde F.: Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer.
3. Heizen und Kühlen mit Abwasser, praca zbiorowa, Bundesamt für Energie.
4. Schmid F.: Sewage water: interesting heat source for heat pumps and chillers. Swiss Energy Agency for Infrastructure Plants, Switzerland.
5. Waste Water – A Source of Thermal Energy for Heating, prospekt reklamowy firmy UHRIG Strassen – Tiefbau GmbH.

MASZYNY I OSPRZĘT DO WIERCEŃ HORYZONTALNYCH I MIKROTUNELOWANIA



Maszynty i urządzenia HDD

- nowe (Drillto Trenchless)
- używane (Vermeer, Ditch Witch, TT)

Części do wiertnic

Systemy płuczkowe-mieszalniki

Pompy płuczkowe i części zamienne

Bentonity i polimery

Osprzęt wiertniczy

Systemy lokalizacji

Naprawy systemów lokalizacji

www.dcspoland.com

Dział Sprzedaży:

tel.: 12 269 80 90,

fax: 12 269 80 91

e-mail: sprzedaz@dcspoland.com

DCS Poland

Drilling Chemicals Service

ul. Zakopiańska 9, 30-418 Kraków



EMUNDS+STAUDINGER
Division of ThyssenKrupp Bauservice



Original - Since 1949

Systemy szalunków do wykopów – systemy dróg tymczasowych – produkty uzupełniające

Wynajem – sprzedaż - doradztwo



Obudowy do wykopów o głębokości do 14 m

Poszukujecie ekonomicznych rozwiązań do prowadzenia prac ziemnych?

My proponujemy odpowiedni system!

Dla Polski północnej osobą do kontaktu jest:

Piotr Szukała

Tel.: +48 (0)61 8164699

Fax: +48 (0)61 8164699

Mobil: +48 668 348 818

E-Mail: piotr.szukala@thyssenkrupp.com

Dla Polski południowej osobą do kontaktu jest:

Łukasz Ossowski

Tel.: +48 68 3275186

Fax: +48 68 3275186

Mobil: +48 691 855 795

E-Mail: lukasz.ossowski@thyssenkrupp.com

www.es-verbau.com

ThyssenKrupp Bauservice



ThyssenKrupp