

Przeróbka osadów ściekowych w Warszawie – aktualna sytuacja w Polsce

Aleksandra Cyganecka, Ireneusz Majszyk

Wstęp

Traktat Akcesyjny Polski do Unii Europejskiej podpisany w dniu 16 kwietnia 2003 roku, nałożył na Polskę obowiązek wyposażenia aglomeracji do końca 2015 roku w systemy kanalizacyjne i oczyszczalnie ścieków zgodnie z wymaganiami określonymi w dyrektywie 91/271/EWG. W celu realizacji powyższych zobowiązań, w 2003 roku został opracowany Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK), w którym przewidziano:

- w aglomeracjach o Równoważnej Liczbie Mieszkańców (RLM) powyżej 100 000 – budowę 7 oczyszczalni ścieków oraz modernizację lub rozbudowę 90,
- w aglomeracjach o RLM wynoszącej 15 000 ÷ 100 000 – budowę 32 oczyszczalni ścieków oraz modernizację lub rozbudowę 272 obiektów,
- w aglomeracjach o RLM wynoszącej 2 000 ÷ 15 000 – budowę 220 oczyszczalni ścieków oraz modernizację lub rozbudowę 542 obiektów,

W KPOŚK przewidziano również rozbudowę i modernizację sieci kanalizacyjnych umożliwiającą w roku 2015 odbiór ścieków od 98% mieszkańców z aglomeracji o RLM powyżej 100 000 mieszkańców i 80% ÷ 90% w przypadku mniejszych aglomeracji miejskich. Zwiększenie ilości odbieranych i oczyszczanych ścieków to również wzrost ilości zanieczyszczeń usuwanych ze ścieków w procesie oczyszczania. Po zakończeniu budowy lub modernizacji oczyszczalni ścieków przewiduje się, że w roku 2015 wyprodukowanych zostanie ok. 642 tys. Mg s.m. ustabilizowanych osadów ściekowych, co będzie oznaczało wzrost o 62% w stosunku do ilości osadów wyprodukowanej w roku 2001.

Budowa i modernizacja oczyszczalni ścieków w ramach realizacji KPOŚK uwzględnia również budowę obiektów umożliwiających przygotowanie osadów do ich zagospodarowania lub termicznego unieszkodliwienia w miejscu ich powstawania, zgodnie z długookresowymi celami określonymi w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami (KPGO), w którym założono do 2018 roku:

- ograniczenie ilości składowanych osadów ściekowych,
- zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych przetwarzanych przed wprowadzeniem do środowiska,
- zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych przekształcanych metodami termicznymi,
- maksymalizację stopnia wykorzystania substancji biogenych zawartych w osadach, przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów dotyczących bezpieczeństwa sanitarnego i chemicznego.

Aspekty prawne gospodarki komunalnymi osadami ściekowymi

Opisując stan gospodarki komunalnymi osadami ściekowymi należy zwrócić uwagę na aspekty prawne związane z tego typu działalnością. W Polsce podstawowymi aktami prawnymi określającymi zasady postępowania z odpadami w sposób bezpieczny dla środowiska są Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U.2010.185.1243) oraz rozporządzenia wykonawcze do w/w ustawy. Ustawa o odpadach stanowi transpozycję przepisów Dyrektyw Unii Europejskiej dotyczących gospodarki odpadami.

Ustawa definiuje komunalne osady ściekowe jako „*pochodzący z oczyszczalni ścieków osad z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków komunalnych oraz innych ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych*”.

Ustawodawca dopuszcza dwa przypadki postępowania z tego typu odpadami:

- przekazywanie komunalnych osadów ściekowych do zagospodarowania w instalacjach np. termicznego unieszkodliwiania, kompostowniach,
- odzysk komunalnych osadów ściekowych poza instalacjami, polegający na ich stosowaniu w rolnictwie, do rekultywacji terenów oraz do uprawy roślin nie przeznaczonych do spożycia.

Ograniczono również obszar na jakim komunalne osady ściekowe mogą być zagospodarowywane, do obszaru województwa w jakim zostały wytworzone, chyba że *odległość od miejsca wytwarzania odpadów do instalacji lub miejsca przeznaczonego do odzysku lub unieszkodliwiania jest mniejsza niż odległość do instalacji lub miejsca położonego na obszarze tego samego województwa*” (art. 9 pkt. 4 ustawy od odpadach).

Zagospodarowanie osadów ściekowych w instalacjach jest regulowane poprzez decyzje administracyjne zezwalające na zagospodarowanie odpadów, w których szczegółowo opisane są parametry prowadzenia procesu technologicznego oraz konieczność stosowania niezbędnych zabezpieczeń ograniczających ewentualne niekorzystne oddziaływanie tego typu działalności na środowisko.

Inaczej wygląda sytuacja związana z prowadzeniem zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych poprzez ich stosowanie na gruntach, gdzie uzyskanie decyzji administracyjnej (pozwolenia) na prowadzenie tego typu działalności nie jest konieczne. W związku z tym, aby w wyniku stosowania osadów ściekowych na gruntach nie spowodować zagrożenia dla środowiska, zasady prowadzenia w/w procesu określono w samej ustawie o odpadach oraz w akcie wykonawczym do tej ustawy tj. w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U.2010.137.924).

W roku 2010 wprowadzono kilka istotnych zmian w w/w aktach prawnych, w tym między innymi:

- przeniesiono odpowiedzialność za prowadzenie procesu zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych na ich Wytwórcę,
- wprowadzono zakaz prowadzenia działalności w zakresie zagospodarowania odpadów polegającej na zbieraniu komunalnych osadów ściekowych,
- uproszczono zasady związane z określaniem wielkości dawki stosowanych osadów na gruntach, poprzez rezygnację z określania wielkości dawek metali wprowadzanych wraz z osadami do gruntu.

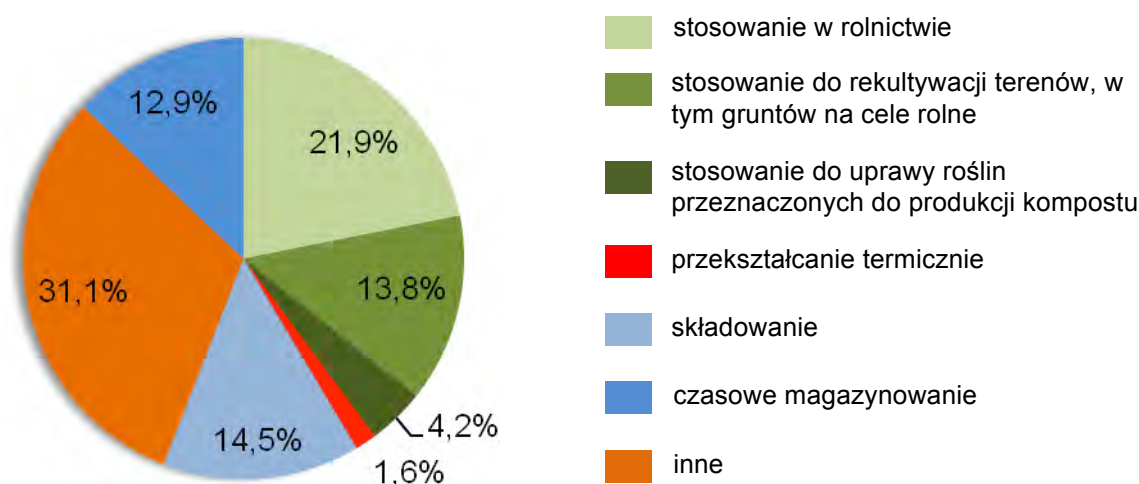
Gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi w Polsce

Komunalne osady ściekowe, przed przekazaniem ich do zagospodarowania są stabilizowane poprzez obróbkę biologiczną (stabilizacja tlenowa lub beztlenowa) lub na drodze chemicznej na terenie oczyszczalni ścieków. Po stabilizacji są one odwadniane i przekazywane do zagospodarowania wyspecjalizowanym firmom. W ostatnich latach coraz większą popularność zdobywa rozszerzenie procesu przeróbki osadów o suszenie oraz termiczne unieszkodliwienie.

Sposób przygotowania osadów ściekowych na terenie oczyszczalni ścieków ma decydujący wpływ na możliwości wyboru metody ich ostatecznego zagospodarowania oraz na koszty z tym związane. W latach 2000 ÷ 2002 dominującą metodą zagospodarowania osadów ściekowych było ich składowanie, w tym składowanie na składowiskach odpadów zlokalizowanych na terenie oczyszczalni ścieków. Alternatywą dla tego typu zagospodarowania odpadów było stosowanie osadów ściekowych na gruntach, w rolnictwie oraz do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne. Z każdym rokiem ilości zagospodarowywanych w ten sposób osadów ściekowych rosły, a w roku 2003 ilość stosowanych osadów ściekowych na gruntach przekroczyła ilość odpadów składowanych. W następnych latach ta tendencja utrzymywała się. Obserwuje się również sukcesywny spadek ilości nagromadzonych osadów ściekowych na składowiskach zlokalizowanych przy

oczyszczalniach ścieków. W roku 2000 na terenie oczyszczalni zgromadzonych było 675 tys. Mg s.m. osadów. W roku 2009 ilość ta spadła do 454 tys. Mg s.m. osadów. Likwidacja składowisk osadów na terenie oczyszczalni, a więc zmiana metody ostatecznego zagospodarowania odpadów, spowodowała kilkukrotne zwiększenie ilości osadów magazynowanych czasowo na terenie oczyszczalni.

W latach 2000 ÷ 2009 tylko ok. 1% osadów ściekowych było przekształcanych termicznie w jedynej spalarni osadów ściekowych należącej do Grupowej Oczyszczalni Ścieków „Dębogórze” koło Gdyni. Na rysunku nr 1 przedstawiono stosowane w Polsce, w roku 2009 metody zagospodarowania osadów ściekowych na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.



Rysunek 1 Udział poszczególnych metod zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce, w roku 2009

W roku 2009 wytworzono w Polsce 563 tys. Mg s.m. osadów ściekowych, przy czym zgodnie z przedstawionym wykresem ok. 40% było stosowanych na gruntach w rolnictwie. Zaprezentowane dane nie przedstawiają jednak faktycznej ilości osadów ściekowych stosowanych na gruntach. W rzeczywistości ilość ta jest dużo większa. Dotyczy to sytuacji, w której osady są stosowane na gruntach w innym celu niż wymienione powyżej np. pod uprawę roślin przeznaczonych do produkcji paliwa (wierzba energetyczna). Na wykresie brakuje również informacji o ilości kompostowanych osadów ściekowych, które po procesie kompostowania także są wprowadzane do gruntu w postaci kompostu. W/w metody zagospodarowania osadów w przedstawionych danych, są zaliczane do kategorii „inne”. Podobna sytuacja dotyczy osadów ściekowych kierowanych na składowiska. Część osadów ściekowych wywożonych na składowisko jest wykorzystywana w procesie rekultywacji składowisk do budowy okrywy rekultywacyjnej. Również tego typu zagospodarowanie osadów ściekowych jest ujęte w kategorii „inne”.

W kolejnych latach należy spodziewać się znacznego wzrostu ilości osadów przekształcanych termicznie. Spowodowane będzie to głównie trzema czynnikami:

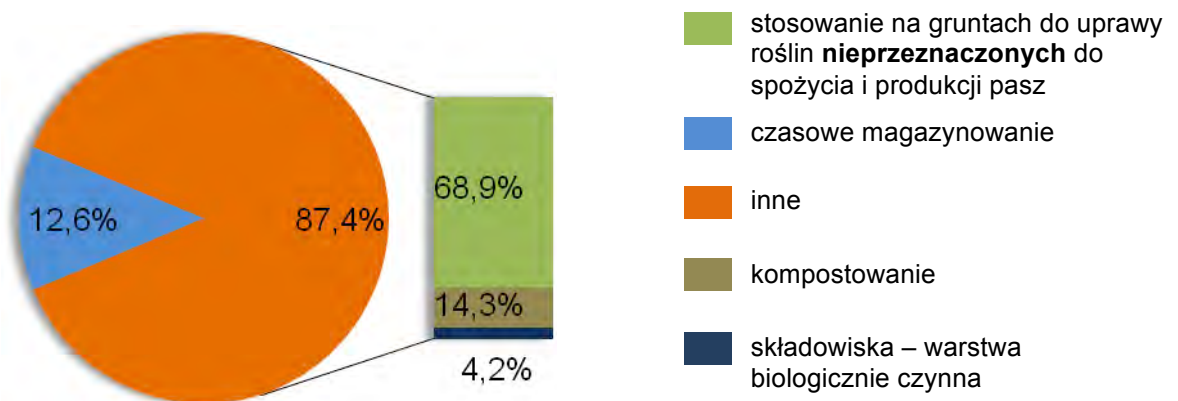
- zakończeniem budowy dziewięciu instalacji termicznego unieszkodliwiania osadów ściekowych,
- wzrostem ilości wykorzystywanych wysuszonych osadów ściekowych, jako paliwa przy produkcji cementu,
- wprowadzeniem zakazu składowania osadów ściekowych od 01.01.2013r.

Gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi w Warszawie

Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawie Spółka Akcyjna eksploatuje cztery oczyszczalnie ścieków:

- Oczyszczalnię Ścieków „Czajka”, zlokalizowaną w północnej części prawobrzeżnej Warszawy,
- Oczyszczalnię Ścieków „Południe”, położoną w południowej części lewobrzeżnej Warszawy,
- Oczyszczalnię Ścieków w Pruszkowie leżącą w rejonie aglomeracji warszawskiej,
- Oczyszczalnię Ścieków w Orzechowie odbierającą ścieki z gmin zlokalizowanych w okolicy Jeziora Zegrzyńskiego. Ze względu na położenie i obsługiwany obszar dane z tej oczyszczalni nie zostały uwzględnione w dalszej części opracowania.

W roku 2009 w trzech w/w oczyszczalniach wyprodukowano 25 tys. Mg s.m. komunalnych osadów ściekowych, z czego ok. 70% zostało zastosowanych na gruntach, ok. 15% skierowano do kompostowni, a 4,2% osadów skierowano na składowiska jako warstwę biologicznie czynną.



Rysunek 2 Udział poszczególnych metod zagospodarowania osadów ściekowych wyprodukowanych w Warszawie, w roku 2009

W Oczyszczalni Ścieków „Czajka” oraz w Pruszkowie osady były stabilizowane w procesie fermentacji mezofilowej a następnie odwadniane na wirówkach dekantacyjnych. W przypadku stwierdzenia obecności żywych jaj pasożytów w osadach były one dodatkowo higienizowane wapnem częściowo gaszonym o zawartości tlenu wapnia powyżej 60%. Głównymi metodami wykorzystywanymi do zagospodarowania osadów z obydwu oczyszczalni było ich stosowanie na gruntach w celu uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do uprawy wierzby energetycznej wykorzystywanej w instalacjach energetycznych.

W Oczyszczalni Ścieków „Południe” osady ściekowe dodatkowo były suszone do ok. 85% suchej masy. Większość osadów ściekowych powstających w tej oczyszczalni była przekazywana do kompostowni.

Projekt „Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie”

Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawie Spółka Akcyjna przyjęło do realizacji Projekt „Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie”, którego jednym ze strategicznych celów jest oczyszczenie 100% ścieków komunalnych przed odprowadzeniem ich do Wisły. W tym celu zaplanowano przeprowadzenie szeregu inwestycji m.in.: budowę układu przesyłowego ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy do Oczyszczalni Ścieków „Czajka”, modernizację i rozbudowę Oczyszczalni Ścieków „Czajka” oraz budowę Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych.

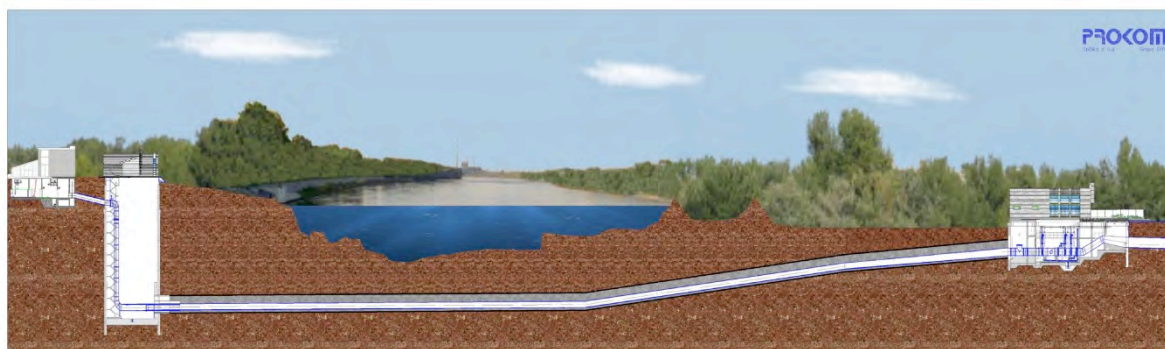
W ramach Projektu w sposób znaczący zostanie zwiększona przepustowość Oczyszczalni Ścieków „Czajka”, a co za tym idzie wzrośnie również ilość powstających osadów ściekowych. W zmodernizowanej i rozbudowanej OŚ Czajka powstawać będzie

ok. 500 Mg osadów ściekowych na dobę (ok. 190 tys. Mg/rok), o średniej suchej masie kształtującej się na poziomie 25%. Pozostałe odpady technologiczne wydzielane ze ścieków w procesie ich oczyszczania, czyli skratki, piasek z piaskowników oraz tłuszcze to w sumie ok. 10 tys. Mg rocznie.

W celu zmniejszenia objętości i ilości odpadów technologicznych powstających w procesie oczyszczania ścieków, a także zmniejszenia uciążliwości dla okolicznych mieszkańców związanych m.in. z ruchem samochodów ciężarowych, zanieczyszczeniami odorowymi oraz ze względu na ograniczenia prawne w zagospodarowaniu komunalnych osadów ściekowych podjęto decyzję, że odpady technologiczne powstające w zmodernizowanej oczyszczalni będą utylizowane termicznie.

Budowa układu przesyłowego ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy

Doprowadzenie ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy do oczyszczalni ścieków „Czajka” wymaga budowy kolektorów biegnących przez tereny wysoce zurbanizowane. W celu maksymalnego ograniczenia uciążliwości budowy dla mieszkańców stolicy zastosowano technologię mikrotunelingu, polegającą na drażeniu tunelu za pomocą specjalnej głowicy wiertniczo-urabiającej bez konieczności wykonywania wykopów na całym odcinku przyszłego kolektora. Budowa realizowana jest etapami. Do tej pory ukończony został odcinek rurociągu pomiędzy Oczyszczalnią Ścieków „Czajka”, a przejściem pod Wisłą. Aktualnie rozpoczęto drażenie odcinka układu przesyłowego zlokalizowanego pod dnem Wisły. Wizualizację przejścia syfonowego przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3 Przejście syfonowe pod Wisłą – wizualizacja, mat. własny MPWiK S.A.

Rozbudowa i modernizacja Oczyszczalni Ścieków „Czajka”

Główne cele rozbudowy i modernizacji Oczyszczalni Ścieków „Czajka” to zwiększenie jej przepustowości z 240 tys. m³/d do 435 tys. m³/d i zmiana technologii oczyszczania ścieków w sposób, który umożliwi spełnienie wymagań prawnych dotyczących jakości ścieków oczyszczonych. Wykonawcą inwestycji jest konsorcjum firm: Warbud S.A. (lider), WTE Wassertechnik GmbH, Krüger A/S, Veolia Water Systems Sp. z o.o. i OTV S.A.. Zakres prowadzonej modernizacji w praktyce obejmuje budowę całkowicie nowej oczyszczalni (większość starych obiektów została wyburzona, tylko niewielka część z nich została lub wkrótce zostanie gruntownie wyremontowana).

W ramach rozbudowy zakładu zaplanowano budowę Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOŚ), w której termicznie unieszkodliwiane będą odpady technologiczne powstające w Oczyszczalni Ścieków „Czajka” tj. skratki, piasek z piaskowników, tłuszcze oraz odwodnione osady ściekowe. Dodatkowo przewidziano termiczne unieszkodliwianie wysuszonych osadów ściekowych powstających w Oczyszczalni Ścieków „Południe”. Wykonania projektu i budowy STUOŚ podjęło się konsorcjum firm: Veolia Water Systems sp. z o.o. (Lider), OTV FRANCE L’Aquarene, KRÜGER A/S, Haarslev Industries GmbH, WARBUD S.A.

Ciąg technologiczny oczyszczania ścieków

Ścieki z lewobrzeżnej części Warszawy dopływać będą grawitacyjnie do pompowni dopływowej, gdzie będą wstępnie oczyszczane na kratkach o prześwicie 50 mm i przepompowywane do zbiorczej komory dopływowej, do której obecnie dopływają ścieki dotychczas oczyszczane na oczyszczalni. Z komory zbiorczej ścieki dopłyną do hali krat, gdzie będą oczyszczane z grubszych zanieczyszczeń na 9 kratkach taśmowo-hakowych o prześwicie 6 mm. Skratki będą transportowane dwiema niezależnymi liniami do urządzeń płuczających i odwadniających. Wypłukane i odwodnione skratki magazynowane będą w kontenerach z instalacją do dezynfekcji. Po przejściu przez kraty, ścieki kierowane będą do 4 dwukomorowych napowietrzanych piaskowników z odtłuszczaniem, gdzie usuwane będą zanieczyszczenia mineralne (piasek) oraz zanieczyszczenia pływające (tłuszcze). Piasek z dna zbiornika będzie odpompowywany do separatora i płuczki piasku. Tłuszcze zgarniane z powierzchni ścieków będą przepompowywane z komory tłuszczowej do zbiornika magazynowego. Po piaskownikach ścieki odprowadzane będą do komory rozdziału, z której kierowane będą do osadników wstępnych lub bezpośrednio do oczyszczania biologicznego w celu zapewnienia właściwego składu ścieków. Zaprojektowano 6 radialnych osadników wstępnych, każdy o średnicy 50 m i głębokości 3,3 m. Do każdego z osadników ścieki będą doprowadzane poprzez tzw. kolumnę centralną, natomiast odpływ ścieków mechanicznie oczyszczonych odbywał się będzie poprzez przelewy pilaste na obwodzie osadników. W celu eliminacji uciążliwości zapachowej oczyszczalni wszystkie opisane wyżej obiekty mechanicznego oczyszczania ścieków będą zhermetyzowane i podłączone do systemu dezodoryzacji.

Oczyszczone mechanicznie ścieki po przepłynięciu przez osadniki kierowane będą poprzez pompownię pośrednią i komorę rozdziału do biologicznej części oczyszczalni. Do tej pory uruchomionych zostało 6 z docelowych 10 ciągów technologicznych, składających się z kilkukomorowych reaktorów biologicznych i zespołów osadników wtórnych. Oczyszczanie biologiczne realizowane jest metodą osadu czynnego w technologii Biodenipho®, której właścicielem jest duńska firma Krüger A/S. Zastosowane reaktory łączą w sobie cechy układów przepływowych i sekwencyjnych i składają się z komór Bio-P i predenitryfikacji wspomagających procesy biologicznego usuwania fosforu oraz komór napowietrzania lub denitryfikacji o naprzemiennej funkcji, dzięki którym możliwe jest skuteczne usuwanie ze ścieków zarówno związków węgla jak i azotu oraz fosforu. Każdy z 10 bioreaktorów charakteryzuje się wymiarami w planie zbliżonymi do wymiarów boiska piłkarskiego i kubaturą 37 000 m³. Oczyszczanie ścieków realizowane jest z wykorzystaniem zaawansowanego systemu sterowania STAR2, który w zależności od aktualnego składu mieszaniny ścieków i osadu czynnego, wyznaczanego za pomocą mierników *online* dobiera optymalne warunki pracy układu. Oczyszczanie biologiczne może być wspomagane oczyszczaniem chemicznym – każdy bioreaktor wyposażony jest w układ rurociągów, którymi ze stacji dozowania mogą być dodawane do ścieków reagenty chemiczne. Po przepłynięciu przez bioreaktory mieszanina oczyszczonych ścieków i osadu czynnego trafia do radialnych osadników wtórnych, o średnicy 48 m i głębokości 4,6 m, których docelowo wybudowanych zostanie 20. Osad oddzielany w osadnikach poprzez pompownię osadu (których docelowo będzie 5) zawracany jest na początek ciągów biologicznych, a nadmiar biomasy przyrastający w wyniku procesów biologicznych kierowany jest do przeróbki i końcowego zagospodarowania. Ścieki oczyszczone z poszczególnych ciągów technologicznych kanałem zbiorczym, poprzez pompownię uruchamianą w okresie wysokich stanów wody w Wiśle, trafiają do odbiornika. Część z nich jako tzw. woda technologiczna, po filtracji i dezynfekcji wykorzystywana jest na bieżące potrzeby oczyszczalni, związane np. z koniecznością płukania zbiorników i podlewania zieleni.

Przygotowanie osadów ściekowych do termicznego unieszkodliwiania

W zmodernizowanej i rozbudowanej oczyszczalni powstawać będą dwa rodzaje osadów ściekowych:

- osady wstępne wydzielane ze ścieków w osadnikach wstępnych

- osady nadmierne z procesu biologicznego oczyszczania ścieków

Osady gromadzące się na dnie osadników wstępnych będą przepompowywane do 4 zmodernizowanych oraz 2 nowych zagęszczaczy grawitacyjnych. Każdy z nich będzie pracował w sposób zapewniający uzyskanie wymaganego stopnia zagęszczenia osadów oraz wytworzenia lotnych kwasów tłuszczowych. W tym celu zagęszczacze grawitacyjne będą wyposażone w recyrkulację osadów, umożliwiającą wymianę całej objętości zagęszczacza w ciągu 16 godzin. Zagęszczone osady o suchej masie ok. 5,5% będą kierowane do zbiornika osadów zmieszanych, natomiast odcieki o dużej zawartości lotnych kwasów tłuszczowych będą odprowadzane do wydzielonej pompowni odcieków z zagęszczaczy grawitacyjnych, skąd będą mogły być kierowane do komory rozdziału przed osadnikami wstępnymi lub do komory rozdziału przed ciągami biologicznymi.

Osady nadmierne z procesu biologicznego oczyszczania ścieków będą zagęszczane w 6 wirówkach (4 podstawowe + 2 rezerwowe). Po zagęszczeniu osady o suchej masie ok. 6% będą kierowane do zbiornika osadów zmieszanych, skąd wspólnie z zagęszczonymi osadami wstępnymi oraz tłuszczami będą podawane do Wydzielonych Komór Fermentacyjnych (WKF).

Proces fermentacji prowadzony będzie w 6 istniejących oraz 4 nowych Wydzielonych Komorach Fermentacyjnych. W nowych komorach fermentacyjnych podobnie jak w istniejących zastosowano jednostopniową fermentację mezofilową w temperaturze $33 \div 38^{\circ}\text{C}$. Proces odwadniania osadów przefermentowanych będzie prowadzony w wirówkach dekantacyjnych (3 podstawowe + 2 rezerwowe). Z wyprodukowanego w procesie fermentacji biogazu wytwarzana będzie energia cieplna oraz elektryczna.

Przygotowane w ten sposób osady ściekowe trafią będą do Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych.

Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych

Budowę Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych wykorzystującej technologię fluidalnego spalania osadów ściekowych rozpoczęto 1 czerwca 2009 r. Będzie to w pełni nowoczesny obiekt, w którym zastosowane zostaną najnowsze techniki i technologie unieszkodliwiania odpadów z powodzeniem stosowane w krajach europejskich.

Maksymalna przepustowość spalarni wyniesie ok. 1000 Mg/dobę, co stanowi 150% przewidywanej maksymalnej dobowej produkcji odpadów technologicznych. W tabeli nr 1 przedstawiono założone ilości odpadów termicznie unieszkodliwianych w STUOŚ.

Tabela nr 1 Ilość termicznie unieszkodliwianych odpadów w Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych – założenia projektowe

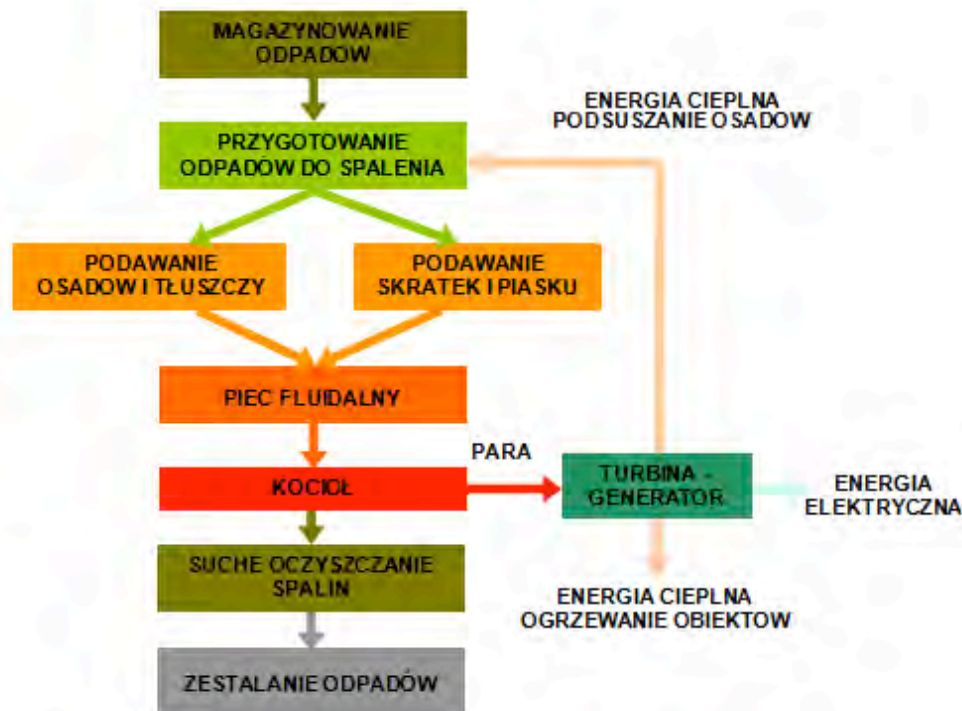
Rodzaj odpadu	Ilość średnia	Zakres	Jednostka
Osad ściekowy (odwodniony)	21,32	<24,9	Mg/h mokrego
Osad ściekowy wysuszony	0,64	<0,83	Mg /h mokrego
Skratki	0,5	<1,3	Mg /h mokrych
Piasek z piaskowników	0	<0,84	Mg /h mokrego
Tłuszcze	0	<0,08	Mg /h mokrego

Zastosowanie fluidalnego spalania pozwoli na 10 - krotne zmniejszenie ilości i objętości odpadów powstających w procesie oczyszczania ścieków. Zgodnie z prawem będą one mogły być poddane odzyskowi (np. w instalacjach takich, jak cementownie) lub procesowi unieszkodliwiania.

Głównymi elementami prowadzonego w STUOŚ procesu będą:

- spalanie w dwóch piecach ze złożem fluidalnym osadów ściekowych podsuszonych w przepływowych suszarkach dyskowych oraz odpadów technologicznych (skratek, piasku oraz tłuszczu),
- produkcja pary w kotłach odzysknicowych w celu przekształcenia jej w energię cieplną i elektryczną,
- oczyszczanie spalin powstających w procesie spalania.

Na rysunku 4 zaprezentowano schemat blokowy technologiczny Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych.



Rysunek 4 Schemat technologiczny Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych

Transport i podawanie do pieców osadów oraz odpadów technologicznych:

Osady odwodnione z Oczyszczalni Ścieków „Czajka”

Odwodnione na wirówkach osady, o zawartości suchej masy ok. 25% podawane będą pompami tłokowymi o wydajności ok. 20 m³/h do budynku STUOŚ, do dwóch przepływowych suszarek osadów. Następnie po podsuszeniu osadów do zawartości ok. 33% s.m. (normalna praca instalacji) będą one trafiać do leja zasypowego i dalej po zmieszaniu z osadami wysuszonymi z OŚ „Południe” oraz tłuszczami transportowane będą za pomocą pomp tłokowych do pieców fluidalnych.

W przypadku wyłączenia lub awarii suszarek zastosowano ich obejście pozwalające na podanie osadów odwodnionych bezpośrednio do leja zasypowego pomp tłokowych.

Osady wysuszone z OŚ Południe

Osady wysuszone dowożone będą do STUOŚ za pomocą cystern, z których pneumatycznie podawane będą do dwóch silosów magazynowych, każdy o pojemności 50 m³. Z silosów magazynowych za pomocą dwóch linii podajników śrubowych osady transportowane będą bezpośrednio do pomp tłokowych, gdzie będą mieszane z osadami podsuszonymi lub

odwodnionymi oraz tłuszczami. Następnie mieszanka odpadów wtłaczana będzie do pieców fluidalnych.

Tłuszcze

Tłuszcze dostarczane będą na teren STUOŚ w kontenerach, z których rozładowywane będą do małego zbiornika buforowego wyposażonego w system grzejny. Tłuszcze po podgrzaniu będą tłoczone dwoma pompami do pomp tłokowych, a następnie razem z osadami podawane będą do pieców fluidalnych.

Skratki oraz piasek z piaskowników

Skratki i piasek dostarczane będą na teren STUOŚ w kontenerach. Każdy z odpadów gromadzony będzie w oddzielnym leju o pojemności 20 m³ skąd dalej za pomocą przenośników śrubowych transportowany będzie do wspólnego systemu oddzielania zanieczyszczeń metalicznych. Dalej odpady będą rozdrabniane i transportowane do pieców przy pomocy dwóch linii przenośników.

Instalacja podsuszania osadów

Odwodnione osady z oczyszczalni ścieków będą podsuszane w dwóch przepionowych suszarkach horyzontalnych ogrzewanych parą. Proces podsuszania ma na celu zredukowanie zawartości wilgoci w osadach do poziomu umożliwiającego autotermiczne prowadzenie procesu spalania tj. bez dodawania paliwa dodatkowego (gaz ziemny, biogaz). W przypadku wyłączenia lub awarii systemu suszenia będzie istniała możliwość wprowadzania osadów odwodnionych do procesu spalania z pominięciem suszarek. Jednak w takiej sytuacji wymagane będzie doprowadzenie do procesu spalania dodatkowego paliwa pomocniczego (gazu ziemnego lub biogazu) w celu utrzymania wymaganych prawem parametrów prowadzenia w/w procesu.

Spalanie osadów

Piece fluidalne

Odpady spalane będą w dwóch piecach fluidalnych. Pompy tłokowe będą podawały osady podsuszone (normalna eksploatacja) lub odwodnione w przypadku wyłączenia lub awarii układu suszenia, wraz z osadami wysuszonymi oraz tłuszczami do złoża piaskowego w 8 punktach zlokalizowanych na obwodzie każdego z pieców, w których nastąpi ich spalanie. Dodatkowo nad złożo piaskowe za pomocą podajników śrubowych będzie wprowadzana mieszanina skratek i piasku. Skład mieszanki paliwowej będzie tak komponowany, aby proces spalania był prowadzony autotermicznie.

W celu wygrzania pieców do temperatury 850°C oraz utrzymania temperatury spalania odpadów powyżej tej temperatury piece zostały wyposażone w dwie instalacje doprowadzania paliwa dodatkowego tj. gazu ziemnego oraz biogazu. Dla potrzeb rozruchu pieca wykorzystywany będzie tylko gaz ziemny. W przypadku wzrostu temperatury w piecu powyżej 900°C, następować będzie uruchomienie systemu podawania zimnej wody w celu obniżenia temperatur wewnątrz komory dopalania.

Powietrze do pieca (fluidyzacyjne) zasysane będzie z zewnątrz, podgrzewane w rekuperatorze i wtłaczane do komory powietrznej pod złożo piaskowe. Część powietrza zasysana będzie z układu odprowadzania odorów z obiektów technologicznych (leje zasypowe skratek i piasku, transporter taśmowy, kontener zawierający tłuszcz, oraz wspólny lej zasypowy pomp tłokowych).

System odzysku ciepła

System odzysku ciepła będzie się składał z dwóch linii wymienników, w skład których wchodzić będzie rekuperator i kocioł odzysknicowy z walczakiem. Rekuperator

wykorzystując ciepło spalin podgrzewał będzie powietrze fluidyzacyjne do odpowiedniej temperatury przed podaniem do komory powietrznej pieca.

Kocioł odzysknicowy z walczakiem pozwoli na odzysk energii powstałej podczas spalania odpadów poprzez produkcję pary dla turbiny, systemu suszenia oraz ogrzewania budynków. W procesie produkcji pary spaliny w kotle ulegać będą jednocześnie schłodzeniu, co zabezpieczy urządzenia systemu oczyszczania spalin przed uszkodzeniem.

Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych będzie jedyną w Polsce instalacją unieszkodliwiającą osady ściekowe z jednoczesną produkcją energii cieplnej w dwustopniowej turbinie parowej (ok. 3,5 MW) i produkcją energii elektrycznej w generatorze prądu (ok. 1,6 MW).

Obieg pary wraz z układem turbina / generator

W turbinie następować będzie rozprężenie wytworzonej w kotle odzysknicowym pary przegrzanej z towarzyszącą przemianą energii termicznej na mechaniczną, a mechanicznej w generatorze na energię elektryczną. Część pary będzie odbierana z turbiny przy ciśnieniu 5,9 bar i wykorzystywana do podsuszania osadów. Pozostała para opuszczająca turbinę skraplana będzie w wymienniku ciepła ogrzewającym system wody 75°C/95°C, a powstały kondensat zawracany będzie z powrotem poprzez odgazowywacz do kotłów. W przypadku wyłączenia turbiny odpowiedni układ obejściowy zredukował będzie ciśnienie pary do ciśnienia, które powinno panować za turbiną.

System chłodzenia

Urządzenia wymagające chłodzenia podłączone będą do jednego z dwóch obiegów chłodniczych: 75°C/95°C oraz 35°C/40°C. Część odzyskanej energii cieplnej będzie wykorzystywana do ogrzewania obiektów technologicznych. Pozostała część (nadmiar) energii cieplnej będzie usuwana z układu, z wykorzystaniem chłodni wentylatorowych.

System oczyszczania spalin

Zaprojektowany system oczyszczania spalin został oparty na metodzie suchej, pozwalającej na usunięcie zanieczyszczeń do stopnia wymaganego przez przepisy oraz do wartości określonych w Programie Funkcjonalno Użytkowym. Każdy piec został wyposażony w osobną linię trójstopniowego oczyszczania spalin. W przypadkach awaryjnych możliwe będzie oczyszczanie spalin z jednego pieca na linii oczyszczania drugiego pieca, pod warunkiem, że w danej chwili piec, którego linia będzie wykorzystywana będzie wyłączony z eksploatacji.

Każda z linii oczyszczania spalin składa się z:

- multicyklonu, w którym będzie usuwanych ok. 95% zanieczyszczeń stałych (popiół),
- reaktora, w którym do spalin wtryskiwany będzie węgiel aktywny oraz wodorowęglan sodu w celu usunięcia zanieczyszczeń kwaśnych oraz niezwiązanych metali ciężkich.
- filtra workowego, w którym będą usuwane drobne frakcje pozostałych zanieczyszczeń ze spalin oraz produkty reakcji chemicznych zachodzących w wyniku dozowania reagentów (tzw. pozostałości).
- SCR – systemu oczyszczania opartego na technologii selektywnej redukcji katalitycznej do usuwania tlenków azotu (NO_x) wraz z systemem dozowania wody amoniakalnej oraz układem podgrzewającym spaliny do temperatury ok. 255°C przed wprowadzeniem ich do katalizatora w celu utrzymania optymalnej temperatury procesu oczyszczania.
- SNCR – systemu oczyszczania spalin opartego na technologii selektywnej redukcji nie-katalitycznej do usuwania NO_x, kiedy system SCR będzie wyłączony z eksploatacji.

Po oczyszczeniu spaliny będą odprowadzane są do atmosfery poprzez komin. Na rurociągach doprowadzających spaliny do komina zainstalowano czujniki oraz analizatory, które będą badały skład spalin. W założeniach projektowych przyjęto bardziej rygorystyczne standardy emisyjne niż wymaga tego prawo polskie i europejskie. W tabeli nr 2 przedstawiono porównanie wybranych standardów emisyjnych określonych w prawie polskim oraz UE ze standardami określonymi w Programie Funkcjonalno Użytkowym dla STUOŚ.

Tabela 2. Dopuszczalne standardy emisyjne dla STUOŚ

Rodzaj emisji	Dopuszczalna wielkość emisji zgodnie z prawem polskim oraz UE	Dopuszczalna wielkość emisji dla STUOŚ
Pyły mg/Nm ³	10	8
CWO mg/Nm ³	10	8
CO mg/Nm ³	50	50
NO _x mg/Nm ³	200	70
SO _x (jako, SO ₂) mg/Nm ³	50	50
HCl mg/Nm ³	10	7

Emisja amoniaku (NH₃) zostanie ograniczona do stężenia maks. 10 mg/m³_U dla półgodzicznych wartości średnich stężeń zanieczyszczeń.

Proces zestalania

W procesie termicznego unieszkodliwiania odpadów powstawały będą trzy rodzaje odpadów:

- żużel z pieca (materiał zgrubny) otrzymywany w wyniku filtrowania piasku ze złoża fluidalnego – odpad inny niż niebezpieczny.
- popioły z multicyklonów – odpad inny niż niebezpieczny,
- pozostałości z filtrów workowych – odpady niebezpieczne.

Wszystkie w/w odpady będą oddzielnie kierowane do instalacji zestalania, w której wykorzystano technologię firmy GEODUR.

Instalacja zestalania zlokalizowana będzie w oddzielnym budynku, w którym zostaną zainstalowane:

- dwa zbiorniki do magazynowania materiałów wiążących,
- dwa zbiorniki do magazynowania popiołów i pozostałości,
- mieszalnik,
- instalacja do dozowania i magazynowania reagentów,
- granulador.

W instalacji zestalane będą odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne. W celu rozdzielania obydwu rodzajów odpadów w każdym tygodniu praca instalacji będzie zróżnicowana w okresach:

- 6 dniowym, podczas którego scalane będą odpady inne niż niebezpieczne (popioły),
- 1 dniowym, podczas którego scalane będą odpady niebezpieczne,

Uzyskany w instalacji granulat będzie przewożony do hali z boksami, gdzie przez 10 dni będzie zachodził proces jego dojrzewania. Następnie odpady będą zagospodarowywane poprzez odzysk lub unieszkodliwianie.

Dezodoryzacja

Potencjalnymi źródłami odorów w STUOŚ są zbiorniki na skratki i piasek, kontener tłuszczy oraz suszarki.

Wszystkie źródła odorów będą pracować pod lekkim podciśnieniem, co zabezpieczy przed niekontrolowaną emisją odorów do powietrza. Zanieczyszczone powietrze będzie odciągane dmuchawami i spalane w piecach. W przypadku wyłączenia pieców, zanieczyszczone powietrze będzie oczyszczane na filtrze z węglem aktywnym.

Zakończenie

Zakończenie rozbudowy i modernizacji Oczyszczalni Ścieków „Czajka” oraz Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych zaplanowano na dzień 30 kwietnia 2012 roku. Po tym terminie wszystkie osady powstające w Oczyszczalni Ścieków „Czajka” oraz Oczyszczalni Ścieków „Południe” będą termicznie unieszkodliwiane w STUOŚ., co spowoduje zmniejszenie ilości powstających odpadów technologicznych oraz ograniczenie uciążliwości dla okolicznych mieszkańców, związanych z emisją substancji złośliwych z magazynowanych czasowo na terenie Oczyszczalni Ścieków „Czajka” znacznych ilości osadów ściekowych.

Dodatkową korzyścią będzie produkcja energii cieplnej i elektrycznej. Wyprodukowana energia elektryczna będzie zaliczana do energii uzyskanych ze źródeł odnawialnych, a więc będzie to tzw. energia zielona.

Bibliografia

1. Program Funkcjonalno-Użytkowy dla zadania nr 1 „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków „Czajka” (część ściekowa oraz przygotowanie osadów do termicznej utylizacji)”
2. Program Funkcjonalno-Użytkowy dla zadania nr 2 „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków „Czajka” (termicznej utylizacji osadów ściekowych)”
3. Projekt budowlany dla zadania nr 1 „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków „Czajka” (część ściekowa oraz przygotowanie osadów do termicznej utylizacji)”
4. Projekt budowlany dla zadania nr 2 „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków „Czajka” (termicznej utylizacji osadów ściekowych)”
5. Materiał, Hydrobudowa 9 Grupa PBG - „Mikrotuneling – bezwykopowe technologie budowy rurociągów”.
6. „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków „Czajka” Magdalena Krawczyk, Ireneusz Majszczyk, Forum Eksploatatora nr 1/2010 (46), Wydawnictwo Seidel-Przywecki, str. 26-29

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

WASTE MANAGEMENT, Volume 2

Waste Management, Recycling, Composting, Fermentation,
Mechanical-Biological Treatment, Energy Recovery from Waste,
Sewage Sludge Treatment

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-69-6

ISBN 978-3-935317-69-6 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M. Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Janin Burbott

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.