

Założenia wspomaganego komputerowo obliczania przydomowych oczyszczalni ścieków

*Stanisław Biedugnis, Mariusz Smolarkiewicz,
Sebastian Zieliński, Tadeusz Byczot
Politechnika Warszawska*

1. Wstęp

Komputerowe wspomaganie projektowania (ang. CAD – Computer Aided Design), czyli projektowanie przy pomocy komputera od dawna już znajduje coraz szersze zastosowanie niemalże w każdej z dziedzin nauk inżynierskich. Wszędzie tam, gdzie potrzebne jest szybkie i przede wszystkim dokładne wykonanie projektu, programy typu CAD zaczynają stanowić najczęściej niezastąpioną, „komputerową deskę kreślarską”. Po programy takie jak *AutoCAD*, *ArchiCAD* czy *CATIA* coraz częściej sięgają nie tylko inżynierowie z wieloletnim stażem, ale także młodszy przedstawiciele tej grupy zawodowej. O sukcesie tych narzędzi przeważają ich profesjonalizm, niezawodność i mnogość funkcji, które pomimo, że z początku mogą przytłoczyć swoją ilością to po pewnym czasie pracy okazują się niezbędne. Komputerowe wspomaganie projektowania zapewnia również wyjątkowo dużą dokładność i szybkość wykonywanych zadań czy obliczeń. To możliwość przetestowania wielu wariantów, bez konieczności ciągłej korekty rysunków lub powtarzania tych samych żmudnych obliczeń. To także dodatkowa pewność niemalże niezawodnej poprawności wykonanych zadań, bez ryzyka popełnienia błędów, które czasami zdarzają się nawet najlepszym specjalistom (wszakże mylić się jest rzeczą ludzką). Oczywiście programy te, pomijając czynnik ludzki, czyli obsługujących je inżynierów, byłyby jedynie bezradnymi aplikacjami, a komputery mogłyby być tylko liczydłami o dużej mocy obliczeniowej. Tak więc słowo „wspomaganie” jest tu jak najbardziej na miejscu.

Oczywiście pojęcie komputerowego wspomaganie projektowania nie należy zawężać tylko i wyłącznie do programów umożliwiających stworzenie wirtualnych modeli obiektów dwu czy trójwymiarowych. Wydaje się nawet

zasadne stwierdzenie, iż każda aplikacja pozwalająca na szybsze oraz dokładniejsze zrealizowanie danego projektu może być sklasyfikowana jako komputerowe wspomaganie projektowania.

Taki rodzaj projektowania znajduje również zastosowanie w Inżynierii Środowiska. Oprócz wspomnianych wcześniej programów typu CAD, służących przede wszystkim do wizualizacji projektu, jest wiele programów znacznie bardziej specjalistycznych o zawężonych, ale zarazem skonkretyzowanych zastosowaniach. W inżynierii sanitarno-wodnej z dużym powodzeniem istnieją takie programy jak *EPANet*, *MikeNet*, *NET* czy *Kanalia* służące do modelowania oraz monitoringu sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Inną grupą narzędzi są programy służące do wyliczania parametrów pracy i wymiarowania obiektów wodno-kanalizacyjnych jak na przykład *Ekspert Osadu Czynnego*, pozwalające zaprojektować część biologiczną oczyszczalni ścieków. Pomimo różnego zastosowania czy przeznaczenia, aplikacje te łączy jedna cecha, a mianowicie funkcjonalność. Wariantowe rozwiązywanie danego zagadnienia wymaga wielokrotnego powtórzenia tych samych obliczeń dla różnych parametrów wejściowych. Wykonanie tak znacznej ilości pracy metodą „ręczną” wiąże się z dużymi nakładami czasowymi, a dodatkowo może być obciążone błędem. Tymczasem wykorzystanie programów komputerowych pozwoli wykonać te same obliczenia przy niepomiarze mniejszym nakładzie pracy, krótszym czasie oraz większej niezawodności otrzymanych wyników.

Uwidać to, jak trudno jest w czasach współczesnych nie używać komputera jako codziennego narzędzia pracy inżyniera lub przynajmniej, od czasu do czasu, nie skorzystać z jego możliwości, czy pomocy zaawansowanych programów. Pomimo dużej ilości dostępnych aplikacji z dziedziny inżynierii środowiska, są również takie zagadnienia, w których wciąż nie stosuje się wyspecjalizowanego oprogramowania, choć jego użycie mogłoby okazać się niezwykle użyteczne. Do takiej dziedziny należy projektowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Programy związane z tą tematyką istnieją tylko jako zamknięte aplikacje służące do doboru układu działającego na komponentach jednego producenta. Ich zadaniem jest znalezienie optymalnego układu, jednakże bez wyświetlenia bardziej szczegółowych parametrów jego funkcjonowania czy bezpośredniego ingerowania w dane wejściowe. Programy te opierają się na narzuconych z góry założeniach, jak również są mało fleksyjne, jeśli chodzi o możliwość przetestowania i sprawdzenia działania różnorodnych wariantów czy komponentów dla danego urządzenia oraz umieszczenia go w konkretnych warunkach zewnętrznych. Dlatego niezbędne jest podjęcie prac w celu napisania oprogramowania mającego na celu usprawnienie, a przede wszystkim skrócenie czasu potrzebnego na zaprojektowanie i modelowanie funkcjonowania przydomowych oczyszczalni ścieków.

Przedmiotem opracowania są założenia wspomaganego komputerowo obliczanie przydomowych oczyszczalni ścieków, czyli:

- zaproponowanie odpowiedniego rodzaju przydomowej oczyszczalni ścieków dla zadanych warunków wejściowych,
- obliczenie parametrów poszczególnych urządzeń wchodzących w skład przyjętego układu technologicznego,
- dobór możliwie jak najodpowiedniejszych podzespołów spośród komponentów dostępnych na polskim rynku.

Ponadto aplikacja ma dać dużą swobodę przy wprowadzaniu danych wejściowych w zależności od zapotrzebowania użytkownika, co pozwoli w znacznym stopniu modelować i wariantować rozwiązanie. Program taki skróci również czas potrzebny na wykonanie projektu.

Aplikacja ma dotyczyć przydomowych oczyszczalni ścieków, jako sposobu na osiągnięcie wymaganego stopnia oczyszczenia ścieków wraz z ich odprowadzeniem do wody lub do gruntu, na terenach nie objętych systemem kanalizacyjnym. Unieszkodliwiane ścieki mogą być odprowadzane zarówno z pojedynczych domów, ich skupisk oraz niewielkich obiektów użyteczności publicznej. Program pozwala na obliczenie parametrów pracy, jak również zwymiarowanie urządzeń wchodzących w skład pięciu najczęściej stosowanych w tej tematyce układów technologicznych.

Do prawidłowego funkcjonowania aplikacja wymagać ma od użytkownika podania szeregu zmiennych wejściowych na podstawie, których będzie mógł obliczyć parametry poszczególnych urządzeń. Wartości te są wyliczane na podstawie wzorów, zależności i danych tabelarycznych znajdujących się w literaturze, jak i normach zamieszczonych na końcu opracowania w bibliografii.

Dodatkowo aby podnieść funkcjonalność programu powinna zostać dodana do niego możliwość doboru rzeczywistych urządzeń oferowanych na polskim rynku. Są one wybierane na podstawie obliczonych teoretycznych parametrów tego urządzenia ze wcześniej sporządzonej bazy danych. Zależne to będzie od informacji przedstawianych przez producentów na oficjalnych stronach internetowych.

Językiem programowania, w którym powstanie aplikacja jest Delphi. Jest to zintegrowane środowisko programistyczne typu RAD (ang. Rapid Application Development – Szybkie Tworzenie Aplikacji) przeznaczone do pracy pod kontrolą systemu Windows, charakteryzujące się szerokim zestawem gotowych komponentów i prostą składnią. Także sam program przeznaczony ma być do pracy pod kontrolą systemów operacyjnych z rodziny Microsoft Windows (98, Me, 2000, 2003, XP) i nawet użytkownikom mało obeznanym z programami komputerowymi nie powinien przysporzyć trudności w użytkowaniu.

Grupą docelową użytkowników tego programu mają być inżynierowie środowiska oraz osoby obeznane z tematyką inżynierii sanitarno-wodnej, a dokładnie oczyszczania ścieków w wiejskich oczyszczalniach. Program nie jest przeznaczony dla osób nie znających się na tej tematyce. Spowodowane jest to faktem, że aplikacja ta nie daje jednoznacznej i definitywnej odpowiedzi na pytanie typu: „Jaki układ pasuje najlepiej na moją działkę”, które prawdopodobnie zadałaby osoba chcąca zainwestować w taki sposób oczyszczania ścieków na swojej posesji, a jedynie udziela „wskazówek”, podaje parametry urządzeń i dobiera niektóre z nich w odpowiedzi na zapytanie użytkownika jakimi są dane wejściowe. Program nie analizuje poprawności niektórych danych, a jedynie, jako układ dynamiczny, reaguje na ich zmienność i w zależności od nich, przy pomocy określonych algorytmów, wyprowadza wyniki, które inżynier musi przeanalizować przed podjęciem decyzji co do realizacji konkretnego modelu.

2. Środowisko programistyczne Borland Delphi

Opracowany przez firmę Borland pakiet Delphi jest zintegrowanym środowiskiem programistycznym (ang. *Integrated Development Environment, IDE*) będącym następcą popularnego niegdyś Turbo Pascal'a (stanowiącego z kolei rozwinięcie Pascal'a), połączonego ze środowiskiem edycyjnym. Delphi to aplikacja służąca do tworzenia, modyfikowania, testowania i konserwowania oprogramowania. Jest jednym z pierwszych narzędzi typu RAD (ang. *Rapid Application Development* – Szybkie Tworzenie Aplikacji). Poprzez określenie RAD należy rozumieć ideologię i technologię polegające na udostępnieniu programiście dużych możliwości prototypowania oraz mnogiego zestawu gotowych komponentów. Umożliwia to uzyskanie pewnego efektu już w przypadku pierwszych kroków programistycznych [19, 22]. W rzeczywistości pozwala to programiście na skupienie się przede wszystkim na rozwijaniu strony użytkowej aplikacji, gdyż elementy, z których będzie stworzony interfejs są już zaprogramowane jako standardowe elementy systemu. W efekcie wygląd i składowe aplikacji projektuje się ustawiając obiekty (pola tekstowe, etykiety, przyciski, pola wybory itp.) w obszarze okna projektowanego programu. Wszystko działa na zasadzie „*Drag and Drop*” („Przeciągnij i Upuść”), gdzie z palety dostępnych komponentów wybieramy za pomocą myszy nam potrzebne i przeciągamy je na obszar projektowy. Przy tym projektant nie musi już programować samego obiektu, jego wyglądu, a jedynie wpisać kod programu jako odpowiedź na konkretne zdarzenie z nim związane, na przykład wciśnięcie umieszczonego przycisku. Eliminuje to wiele żmudnych czynności jak projektowanie samego wyglądu programu, a pozwala skupić się na dopracowywaniu sposobu jego działania. Ogólnie Delphi zalicza się do środowisk programistycznych, w których

szczególny nacisk położono na ułatwienie i przyspieszenie procesu tworzenia programu.

Dużą popularność wśród programistów Delphi zawdzięcza klarownej i logicznej składni, a także relatywnej prostocie zaczerpniętej z języka Pascal stworzonego przez Niklausa Wirtha w roku 1970. Większość poleceń i instrukcji stanowi dosłowne tłumaczenie z języka angielskiego, co pozytywnie wpływa na „naturalność” zapisu kodu programu.

Należy zaznaczyć, że Delphi nie oferuje tak zaawansowanych możliwości jak najbardziej popularny wśród profesjonalnych programistów język C++. Jednak do wykonania tej pracy nie wymagano bardzo zaawansowanych metod numerycznych, tak więc wybór środowiska programistycznego padł na język łatwiejszy do opanowania i pozwalający na pisanie programów prostszych i znacznie czytelniejszych.

Trzeba również dodać, że Delphi zaliczane jest do języków programowania czwartej generacji (ang. *4th. Generation Language*). Oznacza to, że przy użyciu krótkich instrukcji pozwala na stworzenie programu, którego napisanie w językach niższej generacji wymagałoby wielokrotnie większej liczby wierszy kodu. Zatem programowanie w tym języku nie tylko skraca czas jego realizacji, ale także sprawia, iż jest on czytelniejszy i mniej skomplikowany w swoim kodzie, nie tracąc na funkcjonalności.

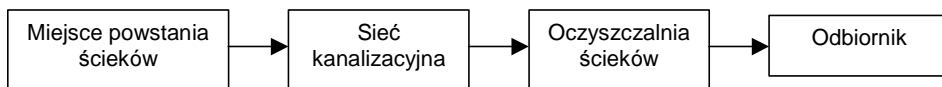
Do opisywanych założeń stworzenia w tej pracy programu wykorzystane ma być środowisko Borland Delphi w wersji 7.0 Personal, działające na typowym komputerze klasy PC, pod systemem Microsoft Windows XP Professional.

3. Podstawowe pojęcia z dziedziny projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, wszelkie ścieki pochodzenia bytowo-gospodarczego przed wprowadzeniem ich do wyżej wymienionych odbiorników nie mogą przekraczać najwyższych dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń podanych w załączniku nr 1 do tego rozporządzenia. Ścieki to mieszanina zużytej wody oraz różnego rodzaju substancji płynnych, stałych, gazowych, radioaktywnych oraz ciepła usuwanych z terenów miast i zakładów przemysłowych. Ścieki w ogólnej swej masie zawierają przede wszystkim wodę, której ilość dochodzi nawet do 99,9%. W celu ograniczenia substancji szkodliwych i wyeliminowania ich ze ścieków stosuje się szereg metod nazywanych oczyszczaniem. Rozróżniamy cztery rodzaje ścieków:

- bytowo-gospodarcze – pochodzą z bezpośredniego otoczenia człowieka, czyli z mieszkań i domów, miejsc pracy, miejsc użyteczności publicznej, budynków gospodarczych, a dokładnie z zainstalowanych w nich przyborów sanitarnych (wanien, umywalk, zlewozmywaków, misek ustępowych). Powstają one w wyniku zaspokajania potrzeb gospodarczych oraz higieniczno-sanitarnych. Ścieki te zazwyczaj mają podobny skład biologiczno-chemiczny niezależnie od miejsca powstawania. Najczęściej spotykany skład ścieków to resztki pożywienia, brudy z prania, odchody ludzkie, zawiesina mineralna, detergenty. Zawierają one również znaczne ilości zawieszin, związków organicznych i nieorganicznych, czasem także wirusy, bakterie chorobotwórcze i jaja pasożytów
- przemysłowe – powstają w zakładach produkcyjnych i usługowych podczas różnych procesów technologicznych, przy otrzymywaniu oraz przeróbce surowców. Ilość i skład tych ścieków jest różna i zależna od miejsca ich powstania, jak również procesów w wyniku, których powstały
- opadowe – część opadu atmosferycznego, która spadła na powierzchnię utwardzoną i spłynęła do kanalizacji
- wody infiltracyjne – wody gruntowe, które w wyniku infiltracji przedostały się do sieci kanalizacyjnej.

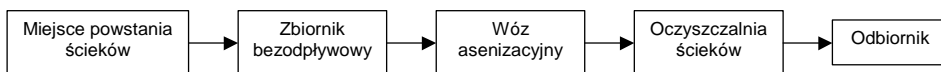
Jak wynika z przytoczonego na początku opracowania rozporządzenia, ścieki zanim zostaną odprowadzone do wody lub gruntu muszą w znacznym stopniu zostać pozbawione większości zanieczyszczeń, przynajmniej do wartości podanych jako dopuszczalne. W tym celu stosuje się szereg procesów oraz operacji jednostkowych z zakresu fizyki, chemii i biologii z wykorzystaniem odpowiednich urządzeń i reagentów, całościowo określanych jako oczyszczanie ścieków. Zadanie to wykonywane jest w szeregu obiektów ogólnie nazywanych oczyszczalnią ścieków. Ścieki dostarczane są systemem kanalizacyjnym (ciśnieniowym, podciśnieniowym lub grawitacyjnym). Następujący układ:



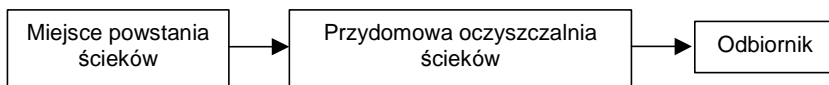
charakterystyczny jest dla większych aglomeracji i skupisk ludzkich, gdzie wszyscy mieszkańcy objęci są systemem sieci kanalizacyjnej.

Odmienny sposób oczyszczania ścieków ma miejsce na terenach zasiedlonych przez pojedyncze domy lub niewielkie ich zgrupowania, które dodatkowo znajdują się poza zasięgiem sieci kanalizacyjnej. W takim przypadku istnieją dwa rozwiązania:

1. Gromadzenie ścieków w zbiornikach bezodpływowych i okresowe ich wybieranie oraz wywożenie przez wóz asenizacyjny do najbliższej oczyszczalni ścieków:



2. Wybudowanie na działce przyległej do danego domostwa lub ich grupy tzw. przydomowej oczyszczalni ścieków i tam odprowadzanie, a następnie oczyszczanie ścieków powstających na danym terenie:



Oczywiście każde z przedstawionych rozwiązań ma swoje wady i zalety. W przypadku wariantu pierwszego niewątpliwą jego zaletą są niskie koszty inwestycyjne związane jedynie z zakupem, bądź wybudowaniem zbiornika o odpowiedniej objętości i posadowieniem go na działce. Natomiast koszty eksploatacyjne, czyli opłaty za wywóz nieczystości, bardzo szybko przekroczą wartość samego zbiornika i nigdy nie znikną z domowego budżetu. Odwrotnie sprawa ma się w przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków. Tutaj nakłady inwestycyjne są znaczne, czasami nawet kilkanaście razy większe niż w przypadku wariantu 1, natomiast eksploatacja wiąże się (w przypadku prostszych rozwiązań jak drenaż filtracyjny czy filtr piaskowy) jedynie z koniecznością wywozu osadu raz lub dwa razy w roku. Przy projektowaniu przydomowej oczyszczalni ścieków należy wziąć pod uwagę następujące czynniki jako dane wejściowe:

- charakterystyka ilościowa ścieków,
- charakterystyka jakościowa ścieków.

4. Charakterystyka ilościowa ścieków

Ilość powstających ścieków w pojedynczym domostwie lub ich zgrupowaniu jest nierozdzielnie powiązana z ilością zużywanej wody. Ta wartość jest z kolei uzależniona od standardu wyposażenia domu w urządzenia sanitarne, ceny wody, sposobu rozliczania, sposobu przygotowywania wody ciepłej, przyzwyczajień domowników w zakresie oszczędności wody. Woda przeznaczona na cele bytowo-gospodarcze zużywana jest do picia, przygotowywania posiłków, utrzymywania higieny osobistej mieszkańców, mycia naczyń, prania pościeli i bielizny, utrzymywania czystości pomieszczeń, splukiwania ustępów

[4÷15]. Ilość ścieków odprowadzanych można przyjmować jako równą ilości zużywanej wody. Aczkolwiek, ze względu na, podlewanie trawników, ogrodów, mycie samochodów (czyli wody zużyte bezpowrotnie), wartość ta może przyjmować nawet 90% ilości pobieranej wody. Ogólnie jako charakterystyczną jednostkową dobową ilość ścieków w Polsce przyjmuje się wartość z zakresu:

$q_{dsr} = 0,12 \div 0,15 \left[\frac{m^3}{M \cdot d} \right]$ w przeliczeniu na jednego mieszkańca dla terenów wyposażonych w standardowe urządzenia sanitarne. Jednak na obszarach wiejskich, gdzie woda czerpana jest ze studni jej zużycie maleje nawet do $q_{dsr} = 0,050 \left[\frac{m^3}{M \cdot d} \right]$. Z kolei w miejscach z centralnym systemem wodociągowo-kanalizacyjnym i wysokim standardem wyposażenia mieszkań wartość ta może sięgać nawet $q_{dsr} = 0,250 \left[\frac{m^3}{M \cdot d} \right]$ [5, 9].

Do projektowania zbiorników bezodpływowych i poszczególnych urządzeń wchodzących w skład oczyszczalni ścieków, ze względu na dużą zmienność ich odpływu z pojedynczego domu, w poszczególnych godzinach doby, niezbędna jest znajomość przepływów charakterystycznych i ekstremalnych. W przypadku ścieków bytowo-gospodarczych wyróżniamy:

➤ **Przepływ dobowy średni**, jako iloczyn jednostkowej ilości ścieków i liczby mieszkańców je produkujących:

$$Q_{dsr} = q_{dsr} \cdot LM \left[\frac{m^3}{d} \right], \quad (1)$$

gdzie:

$q_{dsr} \left[\frac{m^3}{M \cdot d} \right]$ – jednostkowa ilość ścieków

$LM [M]$ – liczba jednostek odniesienia w grupie użytkowników (na przykład mieszkańców).

Zapis wzoru na Q_{dsr} można wzbogacić o jeszcze jeden mnożnik, a mianowicie jednostkową liczbę równoważnych mieszkańców w stosunku do jednej jednostki odniesienia RLM . Wzór ten będzie miał wtedy następującą postać:

$$Q_{dsr} = q_{dsr} \cdot RLM \cdot LM \left[\frac{m^3}{d} \right] \quad (2)$$

W tym przypadku możliwe będzie obliczanie dobowej ilości ścieków pochodzących nie tylko z budynków mieszkalnych (w tym przypadku $RLM=1$), a także z obiektów użyteczności publicznej jak szkoły, przedszkole

la, kawiarnie, hotele, szpitale. W takim wypadku wartość q_{dsr} pozostaje niezmienną, natomiast wartość RLM wyraża stosunek zużycia wody jednostki odniesienia (stanowiącej podstawę obliczania ilości ścieków powstających w danym obiekcie, na przykład jedno łóżko w szpitalu, jedno dziecko w żłobku) do ilości ścieków bytowo-gospodarczych produkowanych przez jednego mieszkańca w gospodarstwie domowym.

- **Przepływ dobowy maksymalny** jako iloczyn przepływu średniego dobowego i współczynnika nierównomierności dobowej:

$$Q_{d \max} = Q_{dsr} \cdot N_{d \max} \left[\frac{m^3}{d} \right], \quad (3)$$

gdzie:

$Q_{dsr} \left[\frac{m^3}{d} \right]$ – średnia dobowa ilość ścieków

$N_{d \max}$ – współczynnik maksymalnego dobowego przepływu, charakteryzujący wahania dopływu ścieków do oczyszczalni, wyrażający stosunek maksymalnego dobowego do średniego przepływu ścieków. Wartość tego współczynnika w osiedlach wiejskich waha się w granicach $N_{d \max} = 1,5 \div 3,0$ [26].

- **Przepływ dobowy minimalny** jako iloczyn przepływu średniego dobowego i współczynnika nierównomierności dobowej:

$$Q_{d \min} = Q_{dsr} \cdot N_{d \min} \left[\frac{m^3}{d} \right], \quad (4)$$

gdzie:

$Q_{dsr} \left[\frac{m^3}{d} \right]$ – średnia dobowa ilość ścieków

$N_{d \min}$ – współczynnik minimalnego dobowego przepływu, charakteryzujący wahania dopływu ścieków do oczyszczalni, wyrażający stosunek maksymalnego dobowego do średniego przepływu ścieków. Dla domów jednorodzinnych wartość tego współczynnika jest bliska zeru.

- **Przepływ godzinowy maksymalny** podczas doby o największym zrzućcie ścieków:

$$Q_{h \max} = \frac{Q_{d \max}}{24} \cdot N_h, \quad (5)$$

gdzie:

$Q_{d \max} \left[\frac{m^3}{d} \right]$ – dobowy maksymalny przepływ ścieków

N_h – godzinowy współczynnik nierównomierności. Wartość tego współczynnika w osiedlach wiejskich waha się w granicach $N_h = 3,0 \div 6,0$ [26].

5. Stężenia i ładunki zanieczyszczeń

Ponieważ długotrwałe i systematyczne badania ilości oraz składu ścieków nie zawsze są możliwe, przyjęto posługiwać się wartością jednostkowego ładunku zanieczyszczeń jako ich ilością w stosunku do jednostki odniesienia, na przykład mieszkańca domu, w określonym czasie (najczęściej w ciągu doby). W projektowaniu przydomowych oczyszczalni ścieków podstawowymi wskaźnikami zanieczyszczeń są: azot ogólny (azot amonowy + organiczny), fosfor ogólny, zawiesiny ogólne, biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT_5). Ponieważ jak wcześniej zaznaczono, ścieki bytowo-gospodarcze mają zazwyczaj podobny skład, można wyznaczyć zakresy w jakich wahają się wartości występujących w nich zanieczyszczeń:

Tabela 1. Przeciętne jednostkowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach bytowo-gospodarczych

Table 1. Mean unit loads of contaminants in household sewage

Wskaźnik	Symbol	Jednostka	Zakres wartości	Wartość charakterystyczna
BZT ₅	t_{BZT_5}	$\left[\frac{kg O_2}{M \cdot d} \right]$	0,045 – 0,085	0,060
Zawiesina ogólna	$t_{Z_{og}}$	$\left[\frac{kg}{M \cdot d} \right]$	0,065 - 0,090	0,070
Azot ogólny	$t_{N_{og}}$	$\left[\frac{kg N}{M \cdot d} \right]$	0,010 - 0,018	0,012
Fosfor ogólny	$t_{P_{og}}$	$\left[\frac{kg P}{M \cdot d} \right]$	0,002 - 0,007	0,002

Na podstawie podanych wartości jednostkowych ilości zanieczyszczeń można obliczyć **ładunki zanieczyszczeń** w odpływających ściekach jako następujący iloczyn:

$$L_x = RLM \cdot LM \cdot t_x \left[\frac{kg}{d} \right], \quad (6)$$

gdzie:

RLM – jednostkowa liczba równoważnych mieszkańców odniesienia do jednej jednostki odniesienia

$LM [M]$ – liczba jednostek odniesienia (np. mieszkańców)

$t_x \left[\frac{kg}{M \cdot d} \right]$ – jednostkowy ładunek zanieczyszczeń, gdzie „X” jest wymaganym zanieczyszczeniem: BZT₅, Z_{og}, N_{og}, P_{og}.

Znając ładunki zanieczyszczeń niesione w ściekach można określić ich **stężenia** jako iloraz ładunku danego zanieczyszczenia i średniego dobowego spływu ścieków:

$$S_x = \frac{L_x}{Q_{dsr}} \left[\frac{kg}{m^3} \right], \quad (7)$$

gdzie:

$L_x \left[\frac{kg}{d} \right]$ – ładunek zanieczyszczenia „X”,

$Q_{dsr} \left[\frac{m^3}{d} \right]$ – średnia dobowa ilość ścieków.

Korzystając z powyższego wzoru można wyznaczyć stężenia zanieczyszczeń w ściekach bytowo-gospodarczych z jednostki wiejskiej lub grupy budynków przyjmując zużycie wody na poziomie $q_{dsr} = 0,150 \left[\frac{m^3}{M \cdot d} \right]$ i wyżej opisane wartości jednostkowych ładunków zanieczyszczeń. Otrzymamy następujące zakresy wartości:

Tabela 2. Przeciętne stężenia zanieczyszczeń w ściekach bytowo-gospodarczych
Table 2. Mean concentrations of contaminants in household sewage

Wskaźnik	Symbol	Jednostka	Zakres wartości	Wartość charakterystyczna
BZT ₅	s_{BZT_5}	$\left[\frac{kg O_2}{m^3} \right]$	0,30 – 0,57	0,40
Zawiesina ogólna	$s_{Z_{og}}$	$\left[\frac{kg}{m^3} \right]$	0,43 - 0,60	0,47
Azot ogólny	$s_{N_{og}}$	$\left[\frac{kg N}{m^3} \right]$	0,07 - 0,12	0,08
Fosfor ogólny	$s_{P_{og}}$	$\left[\frac{kg P}{m^3} \right]$	0,013 - 0,047	0,013

6. Oczyszczanie ścieków

6.1. Wymagania jakości ścieków oczyszczonych

Ścieki bytowo-gospodarcze pochodzące z gospodarstw domowych lub obiektów użyteczności publicznej zanieczyszczone są różnymi substancjami rozpuszczalnymi i nierozpuszczalnymi, pochodzenia mineralnego lub organicznego. Są to: papier, łupiny warzyw i owoców, rozdrobnione fekalia, resztki pokarmów, ziarna piasku, popiół, detergenty. W ściekach i osadach ściekowych występują także bakterie i wirusy chorobotwórcze oraz jaja pasożytów. Dlatego też ścieki te zaliczane są pod względem sanitarnym do niebezpiecznych. Stąd wynika konieczność ich właściwego unieszkodliwiania.

Tabela 3. Najwyższe wartości wskaźników zanieczyszczeń dla oczyszczonych ścieków wprowadzanych do wód i do ziemi, dla RLM poniżej 2000 i wymagane stopnie redukcji dla przeciętnych stężeń zanieczyszczeń [32]

Table 3. The most important values of contamination factors for treated sewage inflowing to water and ground, for less than 2000 inhabitants and required reduction degrees for mean concentrations of contaminants [32]

Wskaźnik	Symbol	Jednostka	Wartość średnia stężenia	Najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika	Wymagany stopień redukcji
BZT ₅	s_{BZT_5}	$\left[\frac{\text{kg } O_2}{\text{m}^3} \right]$	0,40	0,04	90%
Zawiesina ogólna	$s_{Z_{og}}$	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$	0,47	0,05	89%
Azot ogólny	$s_{N_{og}}$	$\left[\frac{\text{kg } N}{\text{m}^3} \right]$	0,08	0,03 *)	63%
Fosfor ogólny	$s_{P_{og}}$	$\left[\frac{\text{kg } P}{\text{m}^3} \right]$	0,013	0,005 *)	62%

*) Wartości wymagane wyłącznie w ściekach wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących

Ponadto Ustawa Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001 roku [29], w części dotyczącej rodzaju korzystania z wód, oznaczonego jako szczególny, wyraźnie zaznacza konieczność oczyszczenia ścieków przed ich wprowadzeniem do odbiornika, rozumianego jako środowisko wodne lub gruntowe, do którego odprowadza się oczyszczone ścieki.

Z kolei rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. [28] w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód

lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, wyznacza najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń dla oczyszczonych ścieków komunalnych wprowadzanych do wód i ziemi. I tak w przypadku ścieków oczyszczanych w przydomowych oczyszczalniach ścieków, a zatem można przyjąć, że obsługujących równoważną liczbę mieszkańców poniżej 2000, dla przeciętnych stężeń zanieczyszczeń w ściekach bytowo-gospodarczych, wartości tych wskaźników i wymagane stopnie redukcji będą następujące:

6.2. Odbiorniki ścieków

Odbiornikiem ścieków oczyszczonych może być środowisko wodne lub gruntowe. Zaliczają się do nich: wody płynące (rzeki i inne cieki), stojące (jeziora, stawy) oraz grunt (jego górna warstwa o głębokości do 3 m). Wybór odbiornika zależy od położenia działki z oczyszczalnią. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. [28] ścieki komunalne będące ściekami bytowymi wprowadzane do wód nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń, które są określone w załączniku nr 1 do rozporządzenia lub powinny spełniać minimalny procent redukcji zanieczyszczeń określony w tym załączniku.

Zgodnie z Ustawą Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001 roku [29], wprowadzanie ścieków do jezior oraz ich dopływów jest zabronione, jeżeli czas dopływu ścieków do jeziora jest krótszy niż jedna doba.

Ścieki mogą być także wprowadzane do ziemi za pomocą podpowierzchniowych urządzeń infiltracyjnych zwanych studniami chłonnymi, spełniając jednocześnie następujące warunki:

- ścieki pochodzą z wolnostojących budynków mieszkalnych nie podłączonych do systemu kanalizacyjnego i zlokalizowanych poza obszarami stref ochronnych ujęć wody podziemnej,
- ilość ścieków nie przekracza $1 \left[\frac{m^3}{d} \right]$,
- ścieki są oczyszczone wstępnie za pomocą procesów, w których BZT₅ dopływających ścieków jest zredukowane co najmniej o 20%, a zawartość zawiesin ogólnych co najmniej o 50%,
- najwyższy poziom wód podziemnych znajduje się co najmniej 1,0 m pod dnem urządzenia rozsączającego.

7. Metody oczyszczania ścieków w przydomowych oczyszczalniach

Konieczność unieszkodliwiania ścieków powstających w pojedynczych domach lub ich zgrupowaniach (na wsiach czy małych osiedlach) może być realizowana w trojaki sposób:

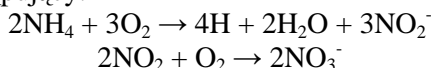
- a) Ścieki odprowadzane są do zbiorczego systemu kanalizacyjnego, a stamtąd przesyłane na oczyszczalnię ścieków obsługującą daną jednostkę osadniczą. Wadą tego rozwiązania jest fakt, że większość wsi ze względu na rozproszoną zabudowę nie posiada zbiorczego systemu kanalizacji, gdyż jej budowa jest zupełnie nieuprawniona pod względem ekonomicznym,
- b) Ścieki gromadzone są w bezodpływowym zbiorniku (nazywanym potocznie szambem), z którego są okresowo wybierane i przewożone do najbliższej oczyszczalni ścieków taborem asenizacyjnym. Rozwiązanie to pomimo małych nakładów inwestycyjnych wiąże się z wysokimi opłatami za częste wywozy nieczystości,
- c) Ścieki pochodzące z jednego domu lub ich zgrupowania przesyłane są bezpośrednio do przydomowej oczyszczalni ścieków, a tam oczyszczane w wymaganym stopniu i odprowadzane do środowiska wodnego lub gruntowego. Budowa takiego obiektu wiąże się z dużymi nakładami inwestycyjnymi, a niekiedy z koniecznością nadzoru technicznego. Jednakże w większości przypadków użytkowanie takiej oczyszczalni nie jest trudne, a dodatkowo obniżają koszty eksploatacyjne w porównaniu ze zbiornikiem bezodpływowym.

Ze względu na strukturę oraz rodzaj zabudowy wsi lub małych osiedli, ilość i jakość powstających tam ścieków oraz położenie poza zasięgiem systemu kanalizacyjnego, najlepszym rozwiązaniem unieszkodliwiania powstających na tych terenach ścieków są przydomowe oczyszczalnie.

W celu oczyszczenia ścieków odprowadzanych z pojedynczych domów lub ich zgrupowań stosowane są następujące metody [16÷18, 23÷34]:

- a) **Mechaniczne:** realizowane za pomocą takich urządzeń jak osadniki. Metody te polegają na cedzeniu, sedymentacji, rozdrabnianiu i flotacji zanieczyszczeń. Szczególnie ważna w przypadku przydomowych oczyszczalni jest sedymentacja, która pozwala na oddzielenie od ścieków zawieszonych w nich cząstek (zawiesin) pod wpływem sił grawitacji. Obok sedymentacji w osadnikach gnilnych ma także miejsce flotacja czyli wynoszenie na powierzchnię zwierciadła cieczy cząstek o gęstości mniejszej niż ścieki. W ten sposób następuje wydzielenie tłuszczu i olei.
- b) **Biologiczno-chemiczne:** polegają na rozkładzie zanieczyszczeń organicznych zawartych w ściekach w wyniku działania określonych grup mikroorganizmów w warunkach sztucznych lub naturalnych. W warunkach

sztucznych (złoża biologiczne, komory osadu czynnego) naturalne procesy samooczyszczania są wielokrotnie zintensyfikowane, co w efekcie pozwala osiągnąć wymagane stężenia zanieczyszczeń w znacznie krótszym czasie, ale wymaga to odpowiednich środków technicznych. Z półnaturalnymi warunkami (stawy hydrobotaniczne) realizacji biologicznego oczyszczania ścieków mamy do czynienia wówczas, gdy naturalne środowisko wodne jest za pomocą środków technicznych przystosowane do przyjęcia strumieni ścieków [9]. Aby mikroorganizmy mogły istnieć konieczne jest wytworzenie warunków tlenowych, gdyż większość procesów ma charakter aerobowy. Bakterie i pierwotniaki w wyniku funkcji życiowych wykorzystują rozpuszczony tlen i rozkładają związki organiczne. Działania te mogą być realizowane na polach nawadnianych, filtrach gruntowych, w drenażach rozsączających, złożach biologicznych, komorach osadu czynnego. Oprócz rozkładu zanieczyszczeń organicznych w oczyszczalniach wiejskich może mieć także miejsce proces nityfikacji, czyli utlenienie azotu w postaci amonowej, poprzez azot azotynowy do azotu azotanowego, za pomocą bakterii *Nitrosomonas*. Przebieg procesów jest następujący:



Tak jak w przypadku dużych oczyszczalni, proces usuwania zanieczyszczeń w przydomowych oczyszczalniach można podzielić na dwa etapy:

- a) **Oczyszczanie mechaniczne:** procesy sedymentacji i flotacji realizowane są w tym przypadku w osadnikach gnilnych, będących obowiązkowym elementem każdego schematu technologicznego,
- b) **Oczyszczanie biologiczne:** procesy biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń przez mikroorganizmy realizowane mogą być przez jedno z następujących urządzeń: drenaż rozsączający, filtr piaskowy, złożo biologiczne, niskoobciążona komora osadu czynnego, oczyszczalnia hydrobotaniczna.

Do oczyszczania ścieków na terenach wiejskich stosuje się podobne procesy jednostkowe co w średnich i dużych oczyszczalniach. Jednak rozwiązania techniczne muszą być dostosowane do specyfiki tych terenów, a mianowicie do dużej zmienności odpływu i składu ścieków, niedostatku wysoko wykwalifikowanej obsługi i braku laboratoriów umożliwiających ciągłą kontrolę i ewentualne korekty parametrów procesów oczyszczania [5]. Właśnie ze względu na te czynniki przydomowe oczyszczalnie ścieków powinny być w swojej budowie i działaniu maksymalnie nieskomplikowane.

Dodatkowym elementem układu, w przypadku gdy odbiornikiem ścieków jest grunt, staje się **studnia chłonna** (za wyjątkiem drenażu rozsączającego). W przypadku zastosowania jako części biologicznej złoża lub komory osadu czynnego konieczne jest także zainstalowanie **osadnika wtórnego**, w celu zatrzymywania powstającego osadu wtórnego.

W wyniku procesu oczyszczania ścieków dochodzi do powstawania osadów. Można je podzielić na:

- **Osady wstępne** – zatrzymywane podczas pierwszego etapu oczyszczania ścieków w osadniku gnilnym,
- **Osady wtórne** – zatrzymywane w osadnikach wtórnych, a powstające w wyniku biologicznego oczyszczania na złożach biologicznych lub w komorach osadu czynnego.

Zarówno osad wstępny jak i wtórny ostatecznie zbierane są w osadniku gnilnym, a tam poddawane procesowi stabilizacji beztlenowej.

Pod względem wielkości wyróżnia się przydomowe (o przepustowości do $5 \left[\frac{m^3}{d} \right]$) oraz małe oczyszczalnie ścieków (o przepustowości do $200 \left[\frac{m^3}{d} \right]$). Oczyszczalnie tego typu mogą być budowane lub prefabrykowane i montowane na miejscu przeznaczenia.

Problem unieszkodliwiania ścieków w przydomowych oczyszczalniach ścieków może być realizowany w następujących wariantach (opisane zostaną tu jedynie układy i urządzenia, które będą uwzględnione w programie „Kalkulator przydomowych oczyszczalni ścieków”):

1. **Osadnik gnilny + drenaż rozsączający,**
2. **Osadnik gnilny + filtr piaskowy (+ studnia chłonna),**
3. **Osadnik gnilny + złożo biologiczne + osadnik wtórny (+ studnia chłonna),**
4. **Osadnik gnilny + komora osadu czynnego + osadnik wtórny (+ studnia chłonna),**
5. **Osadnik gnilny + oczyszczalnia hydrobotaniczna (+ studnia chłonna).**

Wybór wariantu oczyszczania ścieków zależeć będzie od:

- rodzaju odbiornika ścieków oczyszczonych, gdyż nie wszystkie schematy technologiczne pozwalają na odprowadzanie ścieków do wód (drenaż rozsączający),
- ilości odprowadzanych ścieków,
- jakości odprowadzanych ścieków,
- warunków gruntowo-wodnych w miejscu budowy oczyszczalni,
- powierzchni dostępnej działki, na której zostanie umiejscowiona oczyszczalnia,
- kosztu budowy i eksploatacji oczyszczalni.

8. Podsumowanie

Celem opracowania było przedstawienie założeń techniczno – technologicznych do opracowania programu komputerowego pozwalającego na obliczanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Aplikacja ma pozwolić na dużą swobodę związaną z wprowadzaniem danych wejściowych opisujących pracę urządzeń i charakterystyką oczyszczanych ścieków. Dodatkowo program ma zaproponować najbardziej odpowiednie rozwiązanie dla zadanej działki, aczkolwiek ostateczny wybór co do przyjętego schematu technologicznego leżeć miał w gestii użytkownika. Program ma zostać tak zaprojektowany, aby jego interfejs był „przyjazny użytkownikowi”, czyli ograniczał w znacznym stopniu popełnienie błędu w jego obsłudze, a także udzielał wskazówek odnośnie uzyskanych wyników. Należy jednak raz jeszcze zaznaczyć, że nie ma to być aplikacja przeznaczona dla laików, a dla inżynierów środowiska, względnie dla osób, które wykonane przez program obliczenia będą w stanie przeanalizować i odpowiednio się do nich odnieść.

Opracowywany program nazwany „*Kalkulatorem przydomowych oczyszczalni ścieków*”, ma pozwalać na obliczenie parametrów technicznych pięciu najczęściej stosowanych rozwiązań w oczyszczalniach wiejskich:

- Drenażu rozsączającego,
- Filtru piaskowego,
- Złoża biologicznego,
- Urządzeń osadu czynnego,
- Oczyszczalni hydrobotanicznej,

a dodatkowo urządzeń wchodzących obowiązkowo lub opcjonalnie w skład każdego układu:

- Osadnika gnilnego,
- Osadnika wtórnego,
- Studni chłonnej.

Literatura

1. **Bergier T., Czech A., Czupryński P., Łopata A., Wachniew P., Wojtal J.:** *Roślinne oczyszczalnie ścieków – Przewodnik dla gmin*. Natura Systems, Kraków 2004.
2. **Biedugnis S.:** *Metody informatyczne w wodociągach i kanalizacji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wyd. II, Warszawa 1998.
3. **Binikowski T., Mołoniewicz W., Sędzikowski T.:** *Małe oczyszczalnie ścieków. Projektowanie i wykonawstwo*. Arkady, Warszawa 1979.
4. **Błażejowski R.:** *Przegląd indywidualnych systemów oczyszczania ścieków stosowanych w kraju i na świecie*. Ogólnopolskie Seminarium Szkoleniowe, Poznań 1994.
5. **Błażejowski R.:** *Kanalizacja wsi*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2003.

6. **Gajkowska-Stefańska L., Guberski S., Gutowski W., Mamak Z., Szperliński Z.:** *Laboratoryjne badania wody, ścieków i osadów ściekowych. Część I.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997.
7. **Heidrich Z., Roman M., Tabernacki J.:** *Obliczanie urządzeń do oczyszczania ścieków.* Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Wyd. I, Warszawa 1981.
8. **Heidrich Z., Sikorski M., Tabernacki J.:** *Wiejskie oczyszczalnie ścieków.* Arkady, Wyd. I, Warszawa 1984.
9. **Heidrich Z.:** *Przydomowe oczyszczalnie ścieków – poradnik.* Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa P.P., Warszawa 1998.
10. **Heidrich Z.:** *Projektowanie przydomowych oczyszczalni ścieków.* Rynek instalacyjny nr 11, 2004. 20÷27.
11. **Heidrich Z.:** *Zasady projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków.* Gaz, woda i technika sanitarna nr 6, 2004. 209÷214.
12. **Heidrich Z., Tichończuk P.:** *Wstępne zasady projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków.* PZITS, Warszawa – Poznań 1995.
13. **Imhoff K. i K.:** *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik.* Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1996.
14. **Królikowski A.J.:** *Gospodarka wodno-ściekowa na obszarach niezurbanizowanych.* BBiWE, Białystok 1994.
15. **Łomotowski J., Szpindor A.:** *Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków.* Arkady, Warszawa 1999.
16. *Oczyszczalnie hydrobotaniczne. Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej.* Red. R. Błażejowski, M. Kraska. Poznań, 2÷3 Września 1996.
17. **Osmulska-Mróż B.:** *Lokalne systemy oczyszczania ścieków. Poradnik.* Wydawnictwa Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa 1995.
18. **Roman M.:** *Kanalizacja. Tom 2 – Oczyszczanie ścieków.* Arkady, Warszawa 1986.
19. **Roman M.:** *Roślinne oczyszczanie ścieków.* Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa – Departament Gospodarki Wodnej, Warszawa 1995.
20. **Sadowski T.:** *Praktyczny kurs Delphi.* Helion, Gliwice 2003.
21. **Sawicki W., Sikorski M., Simoni J.:** *Podstawy gospodarki wodnej i ściekowej w uspołecznionych gospodarstwach rolnych. Poradnik.* Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1977.
22. **Sikorski M., Simoni J.:** *Urządzenia i instalacje kanalizacyjne w nowoczesnej zagrodzie.* Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Wyd. I, Warszawa 1986.
23. **Sikorski M.:** *Gospodarka ściekami bytowymi na wsi jako czynnik ochrony środowiska.* IMUZ, Falenty 1998.
24. **Szpidor A., Wierzbiński J.:** *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja osiedli wiejskich.* Arkady, Warszawa 1978.
25. **Szpidor A.:** *Zagrodowe oczyszczalnie ścieków jako istotny czynnik rozwoju wiejskiej gospodarki wodno-ściekowej.* Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 4, 1994.
26. **Szpidor A.:** *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi.* Arkady, Wyd. II popr., Warszawa 1998.
27. **Wybrańczyk M.:** *Delphi 7 i bazy danych.* Helion, Gliwice 2004.

28. *Wytyczne do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych.* Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, Warszawa 1983.
29. **Zieliński S.:** *Wspomagane komputerowo obliczanie przydomowych oczyszczalni ścieków.* praca magisterska, promotor prof. dr hab. inż. Stanisław Biedugnis, PW, Warszawa, 2005.

Przepisy prawne:

1. DIN 4261. Kleinklaranlagen. Teil 1. Juni 1994.
2. DIN 4261. Kleinklaranlagen. Teil 2. Juni 1994.
3. Norme NF XP P16-603, Aout 1998, DTU 64.1. Mise en oeuvre des dispositifs d'assainissement autonome – Maisons d'habitation individuelle.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 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 28 lipca 2004 r., Nr 168, poz. 1763).
5. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 11 października 2001 r., Nr 115, poz. 1229 oraz Dz. U. Nr 154, poz. 1803).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 IV 2002 r. w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 15 czerwca 2002 r., Nr 75 poz. 690).
7. Szwedzki Urząd Ochrony Przyrody. Ogólne zalecenia 87.6. Małe oczyszczalnie ścieków, 1990.

Strony internetowe i publikacje elektroniczne:

1. Budujemy Dom – Portal budowlany. Dostępny w Internecie: <http://www.budujemydom.pl/>
2. E-Instalacje.pl – Internetowy serwis o instalacjach. Dostępny w Internecie: <http://www.e-instalacje.pl/>
3. Hartfil Andrzej. *Indywidualna oczyszczalnia ścieków – mało teorii, dużo praktyki.* InstalSystem.pl – Portal Budowlano-Instalacyjny, 23 maj 2005. Dostępne w Internecie: <http://www.instalsystem.pl/document,,id,16606.html>
4. Heidrich Zbigniew. *Projektowanie przydomowych oczyszczalni ścieków.* Rynek Instalacyjny, listopad 2004. Dostępne w Internecie: http://www.medium.media.pl/rynekinstalacyjny/archiwum/ri_2004_11/ri_s20_11_2004.html

Premises for Computer Aided Calculation of Household Sewage Treatment Plants

Abstract

A preliminary information describing application for calculation of household sewage treatment plants is presented in this paper. It is a set of tools allowing to streamline the whole of preparatory actions, essential to carry out the planned task, which is to calculate working parameters and dimensioning of such an object. The paper presents the application called "Calculator of household sewage treatment plants".

The application has following tasks:

- suggesting the right type of household sewage treatment plant for given input conditions,
- calculating parameters of individual devices which are used in the selected technological system,
- selection of possibly most suitable sub-assemblies from components accessible on the Polish market.

Moreover this application gives the wide freedom when introducing input data depending on the demand of the user. This allows to model and change solution in a considerable degree. Such application will also shorten the needed time for designing. It allows to calculate technical parameters of five, most often used systems in rural sewage treatment plants:

- sewage distributing drainage,
- sand filter,
- biological deposit,
- devices of activated sludge,
- hydrobotanic sewage treatment plant,

And additionally devices being a obligatorily or optionally part of each system: putrefactive settler, secondary settler, soakaway.

Algorithms allowing to calculate parameters of these devices were created basing on literature and standards data, frequently in the effect of their synthesis and modification.

This part describes programming environment Borland Delphi. Delphi is counted into 4th generation programming language group. For the creation of computer application solving presented problems of household sewage treatment Borland Delphi Environment In version 7.0 Personal is used. The paper also presents basic ideas in the range of designing household sewage treatment plants, quantitative characteristics of household sewage, concentrations and loads of contaminants in household sewage, requirement for quality of treated sewage, treated sewage receivers as well as methods for sewage treatment in household sewage treatment plants.