

Weryfikacja programu służącego do obliczania przydomowych oczyszczalni ścieków

*Stanisław Biedugnis, Mariusz Smolarkiewicz
Sebastian Zieliński
Politechnika Warszawska*

1. Wstęp

Komputerowe wspomaganie projektowania (ang. CAD – Computer Aided Design), czyli projektowanie przy pomocy komputera jest aktualnie standardem 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 inżynierowie. Słowo „wspomaganie” jest tu jak najbardziej na miejscu. Pojęcie komputerowego wspomaganie projektowania nie należy zawężać tylko i wyłącznie do programów umożliwiających stworzenie wirtualnych modeli obiektów dwu czy trójwymiarowych. Można zaryzykować stwierdzenie, iż każda aplikacja pozwalająca na szybsze oraz dokładniejsze zrealizowanie danego projektu może być sklasyfikowana jako komputerowe wspomaganie projektowania.

Taki rodzaj projektowania znajduje coraz szersze 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 sanitarnej i wodnej z dużym powodzeniem mają zastosowanie takie programy jak *EPANet*, *MikeNet*, *NET* czy *Kanalia* służące do modelowania oraz analizy czy projektowania sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Inną grupą narzędzi są programy służące do wyliczania parametrów pracy i wymiarowania obiektów oczyszczania ścieków jak na przykład *Ekspert Osadu Czynnego*, pozwalające zaprojektować część biologiczną oczyszczalni ścieków. Pomimo różnego zastosowania czy przeznaczenia, apli-

kacje te łączy jedna cecha, a mianowicie funkcjonalność. Wariantowe rozwiązywanie danego zagadnienia wymaga wielokrotnego powtórzenia tych samych obliczeń dla różnych parametrów wejściowych. Tymczasem wykorzystanie programów komputerowych w zakresie np. projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków pozwoli wykonać te same obliczenia przy niepomniernie mniejszym nakładzie pracy, krótszym czasie oraz większej niezawodności otrzymywanych wyników. Programy związane z tą tematyką istnieją tylko jako zamknięte aplikacje służące do doboru układu działającego na komponentach jednego producenta. Ich zadaniem jest znalezienie racjonalnego 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. Z tego względu podjęto opracowanie oprogramowania mającego na celu usprawnienie, a przede wszystkim skrócenie czasu potrzebnego na zaprojektowanie i modelowanie funkcjonowania przydomowych oczyszczalni ścieków.

Program ma za zadanie:

- 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.

Aplikacja ta dotyczy 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 wymaga 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 dodana została 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. Niestety informacje przedstawiane przez producentów na oficjalnych stronach internetowych są na tyle ubogie, iż w efekcie jedynym urządzeniem na jakiego dobór pozwala program jest osadnik gnilny. W przypadku pozostałych urządzeń (przede wszystkim złóż biologicznych i komór osadu czynnego) dane zamieszczane przez producentów są na tyle niekompletne (lub czasem w ogóle ich nie ma), że stworzenie konkretnej bazy produktów było niemożliwe dla pełnej weryfikacji programu.

2. Weryfikacja obliczeń wykonywanych przez program

W tym punkcie zostanie przedstawione porównanie wyników wyrowadzanych przez program z dostępnymi normami i danymi literaturowymi. Zostanie rozwiązanych kilka przypadków przydomowych oczyszczalni ścieków, a otrzymane parametry techniczne poszczególnych urządzeń zostaną porównane z zaleceniami opisanymi w części teoretycznej pracy.

W porównaniach nie zostały zawarte wzory i metody obliczeniowe, które posłużyły za podstawę przy tworzeniu algorytmów programu [29], gdyż dawałyby takie same wyniki jak aplikacja, co z kolei byłoby jedynie dublowaniem tych samych wartości.

2.1. Dane wejściowe

Przy wykonywaniu weryfikacji modelu przyjęto następujące wielkości jako początkowe:

- jednostkowa ilość ścieków: $q_{dsr} = 150 \left[\frac{dm^3}{RLM \cdot d} \right]$,
- równoważna liczba mieszkańców: $RLM = 1$,
- liczba mieszkańców: $LM = 5, 10, 20, 30, 40$ [M],
- współczynniki nierównomierności spływu ścieków: $N_d = 1,5$, $N_h = 4,0$,
- jednostkowe ładunki zanieczyszczeń:
 $t_{BZT_5} = 0,060 \left[\frac{kgO_2}{M \cdot d} \right]$, $t_{Z_{og}} = 0,055 \left[\frac{kg}{M \cdot d} \right]$,
 $t_{N_{og}} = 0,012 \left[\frac{kgN}{M \cdot d} \right]$, $t_{P_{og}} = 0,002 \left[\frac{kgP}{M \cdot d} \right]$,
- wymiary działki: $D = 30 m$, $S = 20 m$.

2.2. Osadnik gnilny

Przyjęto następujące parametry pracy osadnika gnilnego:

- czas fermentacji osadu w osadniku: $T_f = 180 [d]$,
- czas zatrzymania ścieków w osadniku: $t_z = 6 [h]$,
- uwodnienie osadu wstępno: $w = 97 [\%]$,
- rezerwa pojemności na części flotujące: $R = 20 [\%]$.

2.2.1. Otrzymane wyniki

Tabela 1. Porównanie sposobów obliczania objętości osadnika gnilnego

Table 1. Comparison of putrid settler volume calculation methods

LM [M]	Q _{dsr} [m ³ /d]	Objętość całkowita osadnika Vos [m ³]					
		„KPOŚ”	DIN 4261 [29]	Norma Szwedzka [35]	Sotlarentz [9]	A. Szpindor [26]	Z. Heidrich [9]
5	0,75	3,00	3 (1,5)	1,55	2,25	1,88	2,0÷2,5
10	1,5	3,62	3	3,10	4,50	3,75	4,0÷5,0
20	3,0	7,24	6	6,20	9,00	7,50	8,0÷10,0

2.2.2. Dyskusja wyników i wnioski

W przypadku małej ilości mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię (np. 5 M), a co za tym idzie i małej ilości ścieków, wszelka dyskusja na temat objętości osadnika gnilnego jest bezpodstawna, gdyż na rynku najmniejsze dostępne pojemności tych urządzeń to 2 m³, a w większości przypadków 3 m³. W związku z tym niezależnie od wyliczonej objętości użytkownik zmuszony jest do zastosowania najmniejszego dostępnego urządzenia. Program „Kalkulator...” kierując się wytycznymi normy niemieckiej DIN 4261, wszystkie wyliczone objętości osadnika poniżej 3 m³ zaokrąglą właśnie do tej wartości jako minimalnej.

Jeżeli oczyszczalnia obsługuje większą ilość mieszkańców, tak, że objętość osadnika przekracza 3 m³, mamy do czynienia z pewnymi zależnościami i podobieństwami. Oczywiście trudno o całkowitą zbieżność otrzymanych wyników, gdyż poszczególne normy i zalecenia firmowe, dają różne efekty. Z zamieszczonej tabeli z wynikami wyraźnie widać, że wyliczone przez pro-

gram objętości najbardziej są zbliżone z tymi proponowanymi przez Szpindora (zaledwie 3,5% różnicy). Z kolei wartości proponowane przez normy niemiecką i szwedzką są o 21 i 15% mniejsze od tych wg programu. Z drugiej strony zakres objętości osadnika proponowany przez Heidricha i mieszczące się w ich środku zalecenia firmy Solralentz są średnio o 20% większe od wyliczonych.

Po analizie powyższych wyników nasuwa się spostrzeżenia, iż objętości wyliczane przez program znajdują się mniej więcej po środku wartości proponowanych przez literaturę. Odmienne wyniki mogą być rezultatem różnie przyjmowanych jednostkowych ilości ścieków, ilości powstającego osadu jak i rezerwy objętości na części flotujące. W tym przypadku „Kalkulator...” wydaje się być rozwiązaniem o tyle fleksyjnym, gdyż daje duży zakres możliwości zmiany parametrów wejściowych mających wpływ na wykonywane obliczenia jak ilość i jakość ścieków oraz parametry osadu. Da to w efekcie możliwość skalibrowania programu w ten sposób, że otrzymywane wyniki będą identyczne z dowolnym modelem.

2.3. Drenaż rozsączający

2.3.1. Otrzymane wyniki

Tabela 2. Porównanie sposobów obliczania parametrów drenażu rozsączającego
Table 2. Comparison of dribble drainage parameters calculation methods

LM [M]	Q _{dsr} [m ³ /d]	„KPOŚ”			DIN 4261 [29]			NF XP P16-603		
		D [m]	S [m]	F [m ²]	D [m]	S [m]	F [m ²]	D [m]	S [m]	F [m ²]
5	0,75	18,75	4,50	84,3	50,00	2,00	100,0	46,88	1,50	70,31
10	1,50	22,50	7,50	168,7	100,00	2,00	200,0	93,75	1,50	140,63
20	3,00	28,13	12,00	337,5	200,00	2,00	400,0	187,50	1,50	281,25

2.3.2. Dyskusja wyników i wnioski

Wyliczona przez program wymagana powierzchnia pod drenaż jest o 16% mniejsza od tej wg niemieckiej normy DIN 4261 i o 17% większa od obliczonej wg zaleceń normy francuskiej. Ponownie wyniki wygenerowane przez program znajdują się pośrodku danych proponowanych w literaturze. Również tak jak poprzednio dyskusyjna pozostaje jednostkowa ilość ścieków jak i inne parametry wejściowe. Odpowiednia zmiana tych wartości mogłaby spowodować przybliżenie uzyskiwanych wartości w stronę jednej z norm.

Dodatkową zaletą korzystania z programu jest sposób w jaki przedstawiane są wyniki jego pracy. „Kalkulator” samoczynnie dopasowuje drenaż i jego wymiary do możliwej do wykorzystania powierzchni działki, a także

uniemożliwia przekroczenie maksymalnej długości pojedynczego drenu (30 m). Poza tym w oknie dialogowym pojawia się ewentualna informacja z propozycją odstąpienia od tego sposobu oczyszczania ścieków, w przypadku gdy łączna długość drenów > 150 m.

2.4. Filtr piaskowy

Przyjęto następujące parametry pracy filtru piaskowego:

- obciążenie hydrauliczne powierzchni filtru: $q_f = 40 \left[\frac{dm^3}{m^2 \cdot d} \right]$,
- obciążenie powierzchni filtru ładunkiem zanieczyszczeń organicznych: $A_f = 7,5 \left[\frac{gBZT_5}{m^2 \cdot d} \right]$.

2.4.1. Otrzymane wyniki

Tabela 3. Porównanie sposobów obliczania parametrów filtru piaskowego

Tabela 3. Comparison of sand filter parameters calculation methods

LM [M]	Vos [m ³]	Powierzchnia filtru [m ²]			
		„KPOŚ”	NF XP P16-603	Z. Heidrich [9]	Purflo [9]
5	3,00	28,1	30,0	44,0	36,0
10	3,62	56,3	60,0	55,0	43,4
15	5,43	84,4	90,0	(71,5)	65,2

2.4.2. Dyskusja wyników i wnioski

W przypadku filtru piaskowego wartości wymaganej powierzchni filtru zaproponowanej przez program są jednymi z większych. Większe wartości (o 6%) otrzymano jedynie kierując się wytycznymi francuskiej normy. W przypadku powierzchni wyznaczonych za pomocą pozostałych metod były one mniejsze, ale dla większej liczby użytkowników. W przypadku wartości zaproponowanych przez Heidricha, a także firmę Purflo jedynie dla 5 mieszkańców powierzchnie były znacznie większe od wyliczonej za pomocą programu. W przypadku metodyki stosowanej przez firmę Purflo spowodowane jest to faktem dobierania powierzchni filtra na objętość osadnika gnilnego, a w przypadku małej ilości mieszkańców wartość ta nie jest dokładnym wyznacznikiem ilości ścieków (minimalna zalecana objętość osadnika to 3 m³, często ponad dwa razy więcej niż wynikałoby to z obliczeń). Natomiast w przypadku większej ilości obsługiwanych mieszkańców, powierzchnie filtrów piaskowych były większe w przypadku wyliczonych przez aplikację zarówno dla metody proponowanej przez Heidricha (o 2 i 15%, z tym, że ostatnia wartość

71,5 m² była jedynie ekstrapolowana na podstawie poprzednich wartości) jak i Purflo (o 23%). Ogólnie jednak program podaje powierzchnie filtrów zbieżne z tymi proponowanymi przez literaturę, a ewentualne odchylenia można korelować zmianą wartości parametrów wejściowych, a przede wszystkim dopuszczalnym obciążeniem złoża (w zależności od materiału stanowiącego wypełnienie).

2.5. Złoże biologiczne

Przyjęto następujące parametry pracy złoża biologicznego:

- powierzchnia właściwa wypełnienia złoża: $F_w = 200 \left[\frac{m^2}{m^3} \right]$,
- stopień recyrkulacji: $R = 1$,
- jednostkowy przyrost suchej masy osadu nadmiernego:
 $d_m = 0,4 \left[\frac{g \text{ s.m.o.}}{M \cdot d} \right]$,
- maksymalna wysokość złoża: $H_{\max} = 2,0 [m]$,
- uwodnienie osadu po biologicznym oczyszczaniu: $w = 98 [\%]$.

2.5.1. Otrzymane wyniki

Tabela 4. Parametry złoża biologicznego dla różnej liczby mieszkańców
Table 4. Parameters of biological bed for different number of inhabitants

LM [M]	10	20	30
$F_w \left[\frac{m^2}{m^3} \right]$	200	200	200
$A \left[\frac{kg \text{ BZT}_5}{m^3 \cdot d} \right]$	0,4	0,4	0,4
$A' \left[\frac{g \text{ BZT}_5}{m^2 \cdot d} \right]$	1,2	2,29	2,29
$q \left[\frac{m^3}{m^2 \cdot d} \right]$	0,214	0,408	0,408
$V_Z [m^3]$	2,00	2,10	3,15
$F_Z [m^2]$	1,00	1,05	1,57
$H_Z [m]$	2,00	2,00	2,00

2.5.2. Dyskusja wyników i wnioski

Otrzymane parametry złoża biologicznego pozwalają stwierdzić, że projektowanie tych urządzeń przez program przeprowadzane jest z zachowaniem zaleceń podanych w literaturze (a dokładnie w opracowaniu Z. Heidricha [9], na podstawie, których opracowano algorytmy). Obciążenie powierzchni właściwej wypełnienia ładunkiem zanieczyszczeń nie przekracza wartości $2 \text{ g BZT}_5/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, co oznacza dodatkowy proces nityfikacji zachodzący na złożu dla 10 obsługiwanych mieszkańców oraz nie przekraczanie wartości 4 (tym razem już bez nityfikacji) 20 i 30 mieszkańców.

Wysokość złoża jest zredukowana do maksymalnej dopuszczalnej wysokości narzuconej przez użytkownika, co w efekcie zwiększa powierzchnię złoża i powoduje niskie obciążenie hydrauliczne obciążenie złoża.

2.6. Urządzenia osadu czynnego

Przyjęto następujące parametry pracy złoża biologicznego:

- stężenie suchej masy osadu czynnego w komorze napowietrzania:

$$Z = 3,5 \left[\frac{\text{kg s.m.}}{\text{m}^3} \right],$$

- wiek osadu w komorze napowietrzania: $WO = 7 [d]$,
- stopień recyrkulacji, wyrażający stosunek ilości osadu recyrkulowanego, do ilości osadu nadmiernego: $R = 1$,
- uwodnienie osadu po biologicznym oczyszczaniu: $w = 99 [\%]$,
- jednostkowy przyrost suchej masy osadu nadmiernego:

$$d_m = 0,65 \left[\frac{\text{g s.m.o.}}{\text{g BZT}_5} \right].$$

2.6.1. Otrzymane wyniki

Tabela 5. Parametry komory osadu czynnego dla różnej liczby mieszkańców

Table 5. Parameters of activated sludge chamber for different number of inhabitants

LM [M]	10	20	30
$G \left[\frac{\text{kg s.m.o.}}{\text{m}^3} \right]$	2,06	4,12	6,17
$A \left[\frac{\text{kg BZT}_5}{\text{m}^3 \cdot \text{d}} \right]$	0,714	0,714	0,714
$A' \left[\frac{\text{kg BZT}_5}{\text{kg s.m.o.} \cdot \text{d}} \right]$	0,20	0,20	0,20
$V_{kn} [\text{m}^3]$	0,59	1,18	1,76

2.6.2. Dyskusja wyników i wnioski

Otrzymane parametry pracy komory osadu czynnego (wyliczone wg zależności Z. Heidricha [9]) nie przekraczają dopuszczalnych wartości. I tak wartość obciążenia osadu ładunkiem zanieczyszczeń uzyskuje zawsze graniczną wartość 2 co pozwala na oczyszczanie ścieków bez nityfikacji (zgodnie z zakładanym wiekiem osadu) przy zachowaniu minimalnej objętości komory.

3. Podsumowanie i wnioski końcowe

Celem opracowania była weryfikacja opracowanego programu komputerowego pozwalającego na projektowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Aplikacja pozwoliła na dużą swobodę związaną z wprowadzaniem danych wejściowych opisujących pracę urządzeń i charakterystyką oczyszczanych ścieków. Dodatkowo program dobiera najbardziej odpowiednie rozwiązanie dla zadanej działki, aczkolwiek ostateczny wybór co do przyjętego schematu technologicznego leży w gestii użytkownika. Program został tak zaprojektowany, aby jego interfejs była „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 jest to aplikacja przeznaczony dla laików, a dla inżynierów środowiska, względnie dla osób, które wykonane przez program obliczenia będą w stanie przeanalizować i odpowiednio się do nich odnieść.

Opracowany program nazwany „*Kalkulatorem przydomowych oczyszczalni ścieków*”, pozwala na obliczenie parametrów technicznych pięciu najczęściej stosowanych rozwiązań w oczyszczalniach wiejskich: drenażu rozsączającego, filtra piaskowego, złoża biologicznego, urządzeń osadu czynnego, oczyszczalni hydrobotanicznej, a dodatkowo urządzeń wchodzących obowiązkowo lub opcjonalnie w skład każdego układu: osadnika gnilnego, osadnika wtórny, studni chłonnej.

Algorytmy pozwalające na wyliczenie parametrów tych urządzeń powstały w oparciu o dane literaturowe i normy, nierzadko w efekcie ich syntezy i modyfikacji.

Możliwość dość swobodnego operowania parametrami wejściowymi ścieków i ich charakterystyki pozwala na dostosowanie opisu do rzeczywistych warunków w jakich ma pracować projektowana oczyszczalnia.

Także możliwość opisu pracy urządzeń daje okazję do skalibrowania programu tak aby stanowił model działający zgodnie z założoną normą, czy też wytycznymi literaturowymi, jeżeli zachodzi taka potrzeba.

„*Kalkulator...*” dając możliwość wykonania, w krótkim czasie wielu obliczeń, pozwoli projektantowi na rozwiązanie zagadnienia na wiele sposo-

bów, a następnie porównanie otrzymanych wyników i wybór rozwiązania jego zdaniem najkorzystniejszego.

Kolejną dużą zaletą programu jest automatyczne dopasowywanie projektowanych obiektów do wymiarów zadanej działki, na której mają być posadowione, co pomoże w podjęciu decyzji o lokalizacji takiego obiektu.

Dodatkowym praktycznym rozwiązaniem zastosowanym w programie jest możliwość doboru urządzeń dostępnych na krajowym rynku odpowiadających wyliczonym parametrom. Pomimo, iż opcja ta dotyczy jedynie osadników gnilnych, w przyszłości jak najbardziej istnieje możliwość rozszerzenia jej o bazy danych zawierające także inne urządzenia.

Przedstawione powyżej badania i analizy wykazały poprawność programu w odniesieniu do dostępnej literatury, norm i opracowań odpowiednich firm.

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-Mróz 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. **Szpindor A., Wierzbicki J.:** *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja osiedli wiejskich*. Arkady, Warszawa 1978.
25. **Szpindor A.:** *Zagrodowe oczyszczalnie ścieków jako istotny czynnik rozwoju wiejskiej gospodarki wodno-ściekowej*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 4, 1994.
26. **Szpindor 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

Verification of Computer Application for 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”.

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.

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.

In his part comparison of results obtained from the application with available standards and literature data. A few cases of household sewage treatment plants are calculated, and obtained technical parameters of individual devices are compared with recommendations.