

Dobór urządzeń w programie obliczania przydomowych oczyszczalni ścieków

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

1. Wstęp

Przedmiotem pracy jest program komputerowy do obliczania przydomowych oczyszczalni ścieków, głównie w zakresie doboru urządzeń. Opracowanie ma za zadanie przedstawienie programu zwanego „*Kalkulatorem 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 urządzeń dostępnych na polskim rynku.

Ponadto aplikacja ta da 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.

Program **Kalkulator przydomowych oczyszczalni ścieków** służy do rozwiązywania zadań, takich jak:

- analiza jakościowa i ilościowa ścieków odprowadzanych z pojedynczych domów lub ich zgrupowań,
- zaproponowanie sposobu oczyszczania ścieków pochodzących z tych źródeł,
- projektowanie parametrów technologicznych jednej z pięciu najbardziej popularnych wiejskich oczyszczalni ścieków,

- dobór dla zadanych warunków osadnika gnilnego spośród dostępnych urządzeń tego typu na polskim rynku.

2. Moduł: Dane wejściowe

2.1. Urządzenia

Rys. 1. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia

Fig. 1. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia

2.1.1. Osadnik gnilny

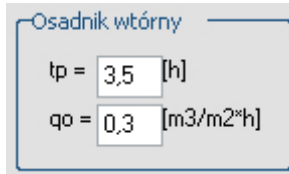
Rys. 2. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Osadnik gnilny

Fig. 2. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Osadnik gnilny

- $t_z [h]$ – czas zatrzymania ścieków w osadniku gnilnym,
- $T_f [d]$ – czas fermentacji osadu w osadniku gnilnym (odstęp czasowy pomiędzy dwoma kolejnymi wybieraniami osadu z osadnika),

- w [%] – uwodnienie osadu wstępnego,
- R [%] - rezerwa pojemności (na części flotujące) jako procent sumarycznej objętości osadnika gnilnego.

2.1.2. Osadnik wtórny



Osadnik wtórny

$t_p = 3,5$ [h]

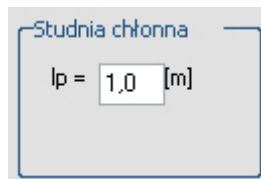
$q_o = 0,3$ [m³/m²·h]

Rys. 3. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Osadnik wtórny

Fig. 3. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Osadnik wtórny

- t_p [h] – czas przepływu ścieków przez część przepływową osadnika,
- q_o [m³/m²·h] – obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika.

2.1.3. Studnia chłonna



Studnia chłonna

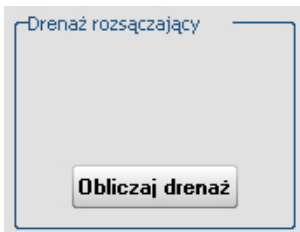
$l_p = 1,0$ [m]

Rys. 4. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Studnia chłonna

Fig. 4. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Studnia chłonna

- l_p [m] – wysokość perforacji w ścianach studni.

2.1.4. Drenaż rozsączający



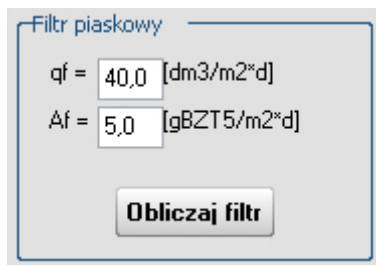
Rys. 5. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Drenaż rozsączający

Fig. 5. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Drenaż rozsączający

Obliczaj drenaż

Wywołanie tej procedury spowoduje wykonanie obliczeń dla następującego układu oczyszczania ścieków: **Osadnik gnilny + Drenaż rozsączający**. Zrealizowane zostaną obliczenia i operacje mające na celu ustalenie potrzebnych parametrów tych urządzeń a następnie wyświetlone zostaną w następnym module (**Drenaż rozsączający**) programu w odpowiednich polach tekstowych.

2.1.5. Filtr piaskowy



Rys. 6. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Filtr piaskowy

Fig. 6. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Filtr piaskowy

Parametry wejściowe

- $q_f \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{d}} \right]$ – obciążenie hydrauliczne powierzchni filtra,
- $A_f \left[\frac{\text{gBZT}_5}{\text{m}^2 \cdot \text{d}} \right]$ – obciążenie powierzchni filtra ładunkiem zanieczyszczeń organicznych.

Obliczaj filtr piaskowy

Wywołanie tej procedury spowoduje wykonanie obliczeń dla następującego układu oczyszczania ścieków: **Osadnik gnilny + Filtr piaskowy (+ studnia chłonna** – jeżeli zadeklarowanym przez użytkownika odbiornikiem oczyszczonych ścieków ma być grunt). Zrealizowane zostaną obliczenia i operacje mające na celu ustalenie potrzebnych parametrów tych urządzeń, a następnie wyświetlone zostaną w module **Filtr piaskowy** w odpowiednich polach tekstowych.

2.1.6. Złoże biologiczne

Rys. 7. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Złoże biologiczne

Fig. 7. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Złoże biologiczne

Parametry wejściowe

- $F_w \left[\frac{m^2}{m^3} \right]$ – powierzchnia właściwa wypełnienia złoża,
- R – stopień recyrkulacji, wyrażający stosunek ilości ścieków recyrkulowanych, do ilości ścieków dopływających z osadnika wstępnego,
- $d_m \left[\frac{g \text{ s.m.o.}}{M \cdot d} \right]$ – jednostkowy przyrost suchej masy osadu nadmiernego,
- $H_{\max} [m]$ – maksymalna wysokość złoża,
- $w [\%]$ – uwodnienie osadu po biologicznym oczyszczeniu.

Procedura: Obliczaj złoże

Wywołanie tej procedury spowoduje wykonanie obliczeń dla następującego układu oczyszczania ścieków: **Osadnik gnilny + Złoże biologiczne + Osadnik wtórny (+ studnia chłonna** – jeżeli zadeklarowanym przez użytkownika odbiornikiem oczyszczonych ścieków ma być grunt). Zrealizowane zostaną obliczenia i operacje mające na celu ustalenie potrzebnych parametrów tych urządzeń, a następnie wyświetlone zostaną w module **Złoże biologiczne** w odpowiednich polach tekstowych.

2.1.7. Urządzenia osadu czynnego

Rys. 8. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Urządzenia osadu czynnego

Fig. 8. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Urządzenia osadu czynnego

Parametry wejściowe

- $Z \left[\frac{\text{kg s.m.}}{\text{m}^3} \right]$ – stężenie suchej masy osadu czynnego w komorze napowietrzania,
- $WO [d]$ – wiek osadu w komorze napowietrzania,
- R – stopień recyrkulacji, wyrażający stosunek ilości osadu recyrkulowanego, do ilości osadu nadmiernego,
- $w [\%]$ – uwodnienie osadu po biologicznym oczyszczaniu,
- $d_m \left[\frac{\text{g s.m.o.}}{\text{g BZT}_5} \right]$ – jednostkowy przyrost suchej masy osadu nadmiernego,
- $k \left[\frac{\text{kg O}_2}{\text{kg BZT}_5} \right]$ – współczynnik natlenienia,
- $T_n \left[\frac{\text{h}}{\text{d}} \right]$ – czas pracy urządzeń napowietrzających w ciągu doby,
- α – współczynnik zmniejszający, uwzględniający zmniejszoną adsorpcję tlenu w zanieczyszczonych ściekach z biomasą, w stosunku do wody wodociągowej.

Procedura: Obliczaj urządzenia osadu czynnego

Wywołanie tej procedury spowoduje wykonanie obliczeń dla następującego układu oczyszczania ścieków: **Osadnik gnilny + Komora osadu czynnego + Osadnik wtórny** (+ **studnia chłonna** – jeżeli zadeklarowanym przez użytkownika odbiornikiem oczyszczonych ścieków ma być grunt). Zrealizowane zostaną obliczenia i operacje mające na celu ustalenie potrzebnych paramet

trów tych urządzeń a następnie wyświetlone w module **Urządzenia osadu czynnego** w odpowiednich polach tekstowych.

2.1.8. Oczyszczalnia hydrobotaniczna

Oczyszczalnia hydrobotaniczna

Przepływ: Powierzchniowy

t = 3 [C] p = 0,4

h = 0,45 [m] ks = 350 [m³/m²·d]

s = 0,02

Obliczaj O.H.

Rys. 9. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Oczyszczalnia hydrobotaniczna
Fig. 9. Moduł: Dane wejściowe, Zakładka: Urządzenia, Oczyszczalnia hydrobotaniczna

Parametry wejściowe

- Przepływ – pozwala zdecydować użytkownikowi jakiego rodzaju oczyszczalnie hydrobotaniczna będzie obliczana, a dokładnie przepływ ścieków w niej wytworzony: podpowierzchniowy lub też powierzchniowy. W zależności od wyboru będzie to rzutowało na dalsze obliczenia, a w konsekwencji na wartości parametrów obiektu,
- t [°C] – temperatura ścieków, dla jakiej będzie projektowana oczyszczalnia,
- h [m] – wysokość ścieków,
- s – nachylenie złoża,
- p – porowatość wypełnienia złoża,
- $k_s \left[\frac{m^3}{m^2 \cdot d} \right]$ – przewodność hydrauliczna wypełnienia złoża.

Obliczaj O.H.

Wywołanie tej procedury spowoduje wykonanie obliczeń dla następującego układu oczyszczania ścieków: **Osadnik gnilny + Oczyszczalnia hydrobotaniczna** (+ **studnia chłonna** – jeżeli zadeklarowanym przez użytkownika odbiornikiem oczyszczonych ścieków ma być grunt). Zrealizowane zostaną obliczenia i operacje mające na celu ustalenie potrzebnych parametrów tych urządzeń a następnie wyświetlone zostaną w module **Oczyszczania hydrobotaniczna** programu w odpowiednich polach tekstowych.

3. Moduł: Drenaż rozsączający

Rys. 10. Moduł: Drenaż rozsączający

Fig. 10. Moduł: Drenaż rozsączający

3.1. Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Rys. 11. Moduł: Drenaż rozsączający, Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Fig. 11. Moduł: Drenaż rozsączający, Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne osadnika gnilnego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- V_p [m^3] – objętość części przepływowej osadnika gnilnego,
- V_f [m^3] – objętość osadowa osadnika gnilnego,
- V_{cal} [m^3] – objętość całkowita osadnika gnilnego,
- G_{os} [$kg\ s.m.o./d$] – sucha masa osadu wstępnego,

- $V_{os} [m^3/d]$ – objętość osadu wstępnego.

3.2. Parametry obliczeniowe drenażu rozsączającego

Parametry obl. drenażu rozsączającego					
Ld =	56,250 [m]	Ldren =	3,000 [szt]	Kat. gr.	B
Ldj =	18,750 [m]	B =	1,500 [m]	qhmax =	20,000 [dm3/m*d]

Rys. 12. Moduł: Drenaż rozsączający, Parametry obliczeniowe drenażu rozsączającego
Fig. 12. Moduł: Drenaż rozsączający, Parametry obliczeniowe drenażu rozsączającego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne drenażu rozsączającego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $L_d [m]$ – sumaryczna długość drenażu,
- $L_{dren} [szt.]$ – liczba ciągów drenażowych,
- $L_{dj} [m]$ – długość pojedynczego ciągu drenażowego,
- *Kat. gr.* – kategoria gruntu, w którym zostanie umiejscowiony drenaż,
- $q_{hmax} [m^3/m \cdot d]$ – dopuszczalne odciążenie hydrauliczne drenów.

3.3. Pole tekstowe Uwagi

Uwagi:

Rys. 13. Moduł: Drenaż rozsączający, Pole tekstowe Uwagi
Fig. 13. Moduł: Drenaż rozsączający, Pole tekstowe Uwagi

Do komunikowania się z użytkownikiem program wykorzystuje pole tekstowe *Uwagi*. Komunikaty wyświetlane są w nim w przypadku niepomyślności w wykonywaniu obliczeń, w celu wskazania źródła niepowodzenia. Dodatkowo wyświetlane zostają wskazówki odnośnie zmiany konkretnych parametrów wejściowych.

3.4. Procedura Znajdź osadnik

Dobór osadnika z dokładnością p = 20 [%] wartości V_{cal}

L.p.	Firma	Model	Kształt	Materiał	Waga [kg]	Śr. wlot/wył [mm]	Dł. [m]	Szer. [m]	Wys. do wł. [m]	Wys. do wył. [m]	Wys. całkow. [m]	Obj. [m ³]	L. wąż

Rys. 14. Moduł: Drenaż rozsączający, Procedura: Znajdź osadnik

Fig. 14. Moduł: Drenaż rozsączający, Procedura: Znajdź osadnik

Wywołanie tej procedury spowoduje wyszukanie „odpowiednich” osadników znajdujących się w wewnętrznej bazie danych programu. Poprzez stwierdzenie „odpowiednich” należy rozumieć takie osadniki, których objętość robocza będzie spełniała następujący warunek:

$$V_{OG} \in \langle V_{cal}; V_{cal} \cdot (1 + p) \rangle,$$

gdzie:

p [%] – zakres tolerancji doboru osadnika, jako procentowa wartość jego całkowitej objętości roboczej

Konieczność określenia przez użytkownika tolerancji doboru jest podyktowana faktem, iż rzadko kiedy można znaleźć osadnik o objętości równej tej przez nas wyliczonej. W efekcie po ustaleniu przedziału objętości dla jakiego dobierane będą zbiorniki, program przeszukuje wewnętrzną bazę danych wybierając do przedstawienia jedynie te, których objętość mieści się w zakresie: $\langle V_{cal}; V_{cal} \cdot (1 + p) \rangle$. Tak wybrane urządzenia wyświetlane są kolejno w tabeli umieszczonej w dolnej części modułu.

Pierwszy rząd tabeli jest wierszem nagłówkowym, natomiast w kolejnych wpisywane są wszystkie urządzenia wybrane z bazy danych. W kolumnach tabeli wypisywane są parametry zbiorników, do których należą:

- **Firma** (produkująca dane urządzenie),
- **Model** (charakterystyczne oznaczenia danego urządzenia),
- **Kształt** (zbiornik cylindryczny lub prostopadłościenny),
- **Materiał** (z jakiego jest wykonany zbiornik),
- **Waga** [kg],
- **Średnica wlotu/wyłotu** [mm],

- **Długość** [m],
- **Szerokość** [m],
- **Wysokość do wlotu** [m],
- **Wysokość do wylotu** [m],
- **Wysokość całkowita** [m],
- **Objętość całkowita** [m³],
- **Liczba włączów** [szt].

W przypadku naciśnięcia nagłówka dowolnej kolumny wszystkie elementy w danej kolumnie zostaną posortowane rosnąco (zarówno elementy liczbowe jak i literowe). Pozwoli to na szybsze wyszukanie najodpowiedniejszego urządzenia do zadanego układu.

3.5. Procedura *Powrót*

Komenda ***Powrót*** spowoduje zamknięcie modułu **Drenaż rozsączający** i ponowne wyświetlenie modułu **Dane wejściowe**. Pozwoli to na ewentualną korektę parametrów wejściowych w przypadku niepowodzenia obliczeń, obliczenie tego samego schematu technologicznego dla innych warunków lub znalezienie parametrów zupełnie innego układu.

3.6. Procedura *Zapisz*

Dane obliczone przez aplikację i wyświetlone w modułach jako parametry obliczeniowe nie są w żaden sposób samoistnie archiwizowane przez program. Wyniki obliczeń po zamknięciu modułu **Drenaż rozsączający** są automatycznie czyszczone i tym samym bezpowrotnie tracone (odzyskanie ich może jedynie nastąpić po wykonaniu obliczeń dla dokładnie takich samych parametrów wejściowych jak poprzednio). Dlatego też w celu późniejszego wykorzystania uzyskanych wyników wprowadzono możliwość ich zapisu do zewnętrznego pliku.

W wyniku uruchomienia procedury ***Zapisz*** wartości wyświetlone w odpowiednich polach tekstowych zostają czytane i zapisane do wskazanego przez użytkownika (systemowe okno dialogowe) pliku tekstowego zgodnego ze standardem ASCII. W dokumencie zapisane zostają dane dotyczące:

- parametrów wejściowych takich jak: charakterystyka ilościowa i jakościowa oczyszczanych ścieków oraz wymiary działki i stosunki gruntowe na niej panujące,
- parametrów obliczeniowych urządzeń wchodzących w skład przyjętego układu technologicznego,
- dobranych przez program urządzeń z pełną ich charakterystyką (jeżeli wywołana została procedura ***Znajdź osadnik***).

Wszystkie dane zapisywane do pliku tekstowego są odpowiednio formatowane i opisywane aby mogły być przedstawione w prosty i czytelny sposób.

4. Moduł: Filtr piaskowy

Parametry obl. osadnika gnilnego

Vp = 0,375 [m3] Gos = 0,440 [kg s.m.o./d]

Vf = 2,640 [m3] Vos = 0,015 [m3/d]

Vcal = 3,618 [m3]

Parametry filtru piaskowego

Ff = 84,000 [m2] Ldren = 3 [szt]

Lf = 24,706 [m] Ldrzb = 2 [szt]

Sd = 3,400 [m] B = 1,2 [m]

Studnia chłonna

Fs = 0 [m2]

ds = 0 [m]

Uwagi:

Studnia chłonna nie może być wykonana, za duża ilość ścieków

Dobór osadnika z dokładnością p = 20 [%] wartości Vcal **Znajdź osadnik** **Powrót**

Zapisz wyniki obliczeń do pliku tekstowego: **Zapisz**

Rys. 15. Moduł: Filtr piaskowy

Fig. 15. Moduł: Filtr piaskowy

4.1. Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla osadnika gnilnego w module **Drenaż rozsączający** [29].

4.2. Parametry obliczeniowe filtra piaskowego

Parametry filtru piaskowego

Ff = 84,000 [m2] Ldren = 3 [szt]

Lf = 24,706 [m] Ldrzb = 2 [szt]

Sd = 3,400 [m] B = 1,2 [m]

Rys. 16. Parametry obliczeniowe filtra piaskowego

Fig. 16. Parametry obliczeniowe filtra piaskowego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne filtra piaskowego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $F_f [m^2]$ – wymagana powierzchnia filtra piaskowego,
- $L_f [m]$ – długość działki zajmowanej przez filtr piaskowy,
- $S_d [m]$ – szerokość działki zajmowanej przez filtr piaskowy,
- $l_{dren} [szt]$ – liczba ciągów drenażowych rozprowadzających,
- $l_{drzb} [szt]$ – liczba ciągów drenażowych zbierających,
- $B [m]$ – rozstaw pomiędzy drenami.

4.3. Parametry obliczeniowe studni chłonnej

W grupie tej znajdują się parametry techniczne studni chłonnej (jeżeli jako odbiornik oczyszczonych ścieków został wybrany grunt), obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $F_s [m^2]$ – wymagana powierzchnia studni chłonnej,
- $d_s [m]$ – średnica studni chłonnej.

5. Moduł: Złoże biologiczne

Rys. 17. Moduł: Złoże biologiczne

Fig. 17. Moduł: Złoże biologiczne

5.1. Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Parametry obl. osadnika gnilnego					
$V_p =$	0,375	[m ³]	$G_{os} =$	0,440	[kg s.m.o./d]
$V_f =$	3,936	[m ³]	$G_{wt} =$	0,144	[kg s.m.o./d]
$V_{cal} =$	5,173	[m ³]	$V_{os} =$	0,015	[m ³ /d]
			$V_{wt} =$	0,007	[m ³ /d]

Rys. 18. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Fig. 18. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne osadnika gnilnego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- V_p [m³] – objętość części przepływowej osadnika gnilnego,
- V_f [m³] – objętość osadowa osadnika gnilnego,
- V_{cal} [m³] – objętość całkowita osadnika gnilnego,
- G_{os} [kg s.m.o./d] – sucha masa osadu wstępnego,
- G_{wt} [kg s.m.o./d] – sucha masa osadu wtórnego,
- V_{os} [m³/d] – objętość osadu wstępnego,
- V_{wt} [m³/d] – objętość osadu wtórnego.

5.2. Parametry obliczeniowe złoża biologicznego

Parametry obl. złoża biologicznego					
$F_w =$	200	[m ² /m ³]	$V_z =$	2,00	[m ³]
$A =$	0,400	[kgBZT5/m ³ *d]	$F_z =$	1,00	[m ²]
$A' =$	1,2	[gBZT5/m ² *d]	$H_z =$	2,00	[m]
$q =$	0,214	[m ³ /m ² *d]			

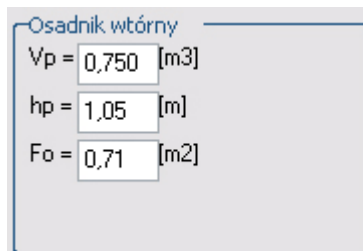
Rys. 19. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe złoża biologicznego

Fig. 19. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe złoża biologicznego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne złoza biologicznego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $F_w \left[\frac{m^2}{m^3} \right]$ – powierzchnia właściwa wypełnienia złoza,
- $A \left[\frac{kg \text{ BZT}_5}{m^3 \cdot d} \right]$ – obciążenie złoza ładunkiem zanieczyszczeń,
- $A' \left[\frac{g \text{ BZT}_5}{m^2 \cdot d} \right]$ – obciążenie powierzchni właściwej wypełnienia ładunkiem zanieczyszczeń,
- $q \left[\frac{m^3}{m^2 \cdot d} \right]$ – obciążenie hydrauliczne wypełnienia złoza,
- $V_z [m^3]$ – objętość wypełnienia złoza,
- $F_z [m^3]$ – powierzchnia złoza,
- $H_z [m^3]$ – wysokość złoza.

5.3. Parametry obliczeniowe osadnika wtórnego



Rys. 20. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe osadnika wtórnego

Fig. 20. Moduł: Złoże biologiczne, Parametry obliczeniowe osadnika wtórnego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne osadnika wtórnego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $V_p [m^3]$ – objętość przepływowa osadnika wtórnego,
- $h_p [m]$ – wysokość osadnika wtórnego,
- $F_o [m^2]$ – pole powierzchni osadnika wtórnego.

5.4. Parametry obliczeniowe studni chłonnej

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla filtra piaskowego w module **Filtr piaskowy** [29].

6. Moduł: Urządzenia osadu czynnego

Rys. 21. Moduł: Urządzenia osadu czynnego

Fig. 21. Moduł: Urządzenia osadu czynnego

6.1. Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla złoża biologicznego w module **Złoże biologiczne** [29].

6.2. Parametry obliczeniowe komory osadu czynnego

Rys. 22. Moduł: Urządzenia osadu czynnego, Parametry obliczeniowe komory osadu czynnego

Fig. 22. Moduł: Urządzenia osadu czynnego, Parametry obliczeniowe komory osadu czynnego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne złoża biologicznego obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $V_{kn} [m^3]$ – objętość komory napowietrzania,
- $G \left[\frac{kg \text{ s.m.o.}}{m^3} \right]$ – sucha masa osadu czynnego w komorze napowietrzania,
- $A \left[\frac{kg \text{ BZT}_5}{m^3 \cdot d} \right]$ – obciążenie komory napowietrzania ładunkiem zanieczyszczeń organicznych,
- $A' \left[\frac{kg \text{ BZT}_5}{kg \text{ s.m.o.} \cdot d} \right]$ – obciążenie osadu czynnego ładunkiem zanieczyszczeń organicznych,
- $OC_d \left[\frac{kg \text{ O}_2}{d} \right]$ – dobowe zapotrzebowanie na tlen,
- $OC_h \left[\frac{kg \text{ O}_2}{h} \right]$ – rzeczywiste godzinowe zapotrzebowanie na tlen.

6.3. Parametry obliczeniowe osadnika wtórnego

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla złoża biologicznego w module **Złoże biologiczne** [29].

6.4. Parametry obliczeniowe studni chłonnej

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla filtra piaskowego w module **Filtr piaskowy**.

7. Moduł: Oczyszczalnia hydrobotaniczna

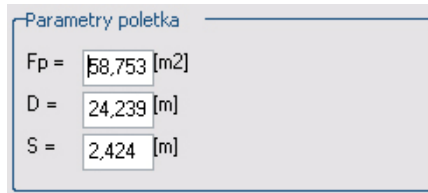
Rys. 23. Moduł: Oczyszczalnia hydrobotaniczna

Fig. 23. Moduł: Oczyszczalnia hydrobotaniczna

7.1. Parametry obliczeniowe osadnika gnilnego

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla złoza biologicznego w module **Osadnik gnilny** [29].

7.2. Parametry obliczeniowe poletka hydrofitowego



The screenshot shows a window titled "Parametry poletka" with three input fields, each containing a numerical value and a unit in brackets:

F _p =	58,753	[m ²]
D =	24,239	[m]
S =	2,424	[m]

Rys. 24. Moduł: Oczyszczalnia hydrobotaniczna, Parametry obliczeniowe poletka hydrofitowego

Fig. 24. Moduł: Oczyszczalnia hydrobotaniczna, Parametry obliczeniowe poletka hydrofitowego

W grupie tej znajdują się parametry techniczne poletka obliczone na podstawie wcześniej przedstawionych wzorów. Parametry te obejmują takie wartości jak:

- $F_p [m^2]$ – powierzchnia złoza,
- $D [m]$ – długość złoza,
- $S [m]$ – szerokość złoza.

7.3. Parametry obliczeniowe studni chłonnej

Parametry i ich wartości są identyczne z opisanymi dla filtra piaskowego w module **Filtr piaskowy** [29].

8. Podsumowanie

Celem opracowania było przedstawienie programu komputerowego pozwalającego na obliczanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Aplikacja miała 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 (w tym dobrać urządzenia) przy założeniu, że 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 zazna-

czyć, że nie jest to 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.

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

- 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 wtórnego,
- 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 ścieków.

„*Kalkulator...*” dając możliwość wykonania w krótkim czasie wielu obliczeń, pozwoli projektantowi na rozwiązanie zagadnienia na wiele sposobów, 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 rynku krajowym odpowiadających wyliczonym parametrom. Pomimo, iż opcja ta dotyczy jedynie osadników gnilnych, w przyszłości istnieje możliwość rozszerzenia jej o bazy danych zawierające także inne urządzenia.

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., Wierzbicki 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

Selection of Devices in the Program 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”.

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.

In this part module: input data concerning calculation of devices used in household sewage treatment plants is presented.