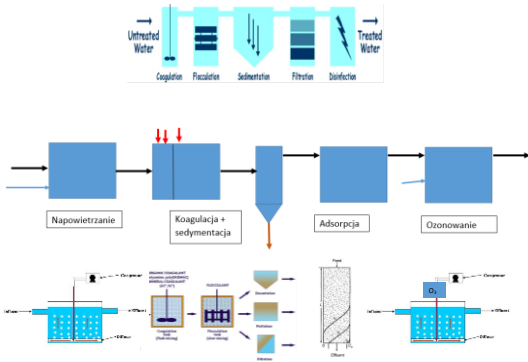


Podstawy Technologii Wody i Ścieków. IŚ S1. Semestr 4. Rok akademicki 2019/20.



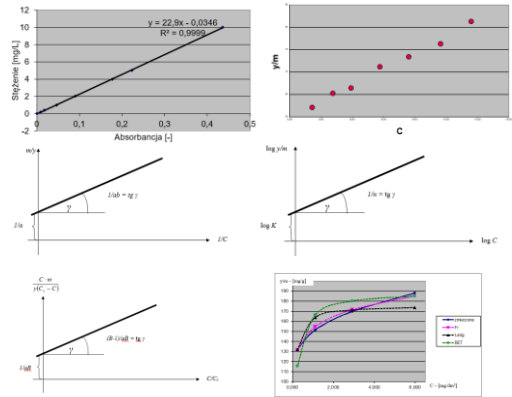
	Wyniki OC zrzębu nr	Wynik Koag. zrzębu nr	Wyniki Ads. zrzębu nr	Wyniki Ozon. zrzębu nr
1	4	2	3	4
2	4	1	4	2
3	4	1	1	2
4	3	3	2	1
5	3	2	1	4
6	4	1	2	2
7	4	4	2	1
8	3	3	4	1
9	1	3	2	4

Dane poglądowe – konkretne wartości podane zostaną przed rozpoczęciem cyklu zajęć projektowych

Opracowanie wyników uzyskanych na zajęciach laboratoryjnych należy przygotować w oparciu o informacje i w zakresie podanym w materiałach pomocniczych do ćwiczeń laboratoryjnych. Do projektu, dla każdego z procesów, należy dołączyć surowe wyniki uzyskane przez zespół wskazany w tabeli wraz ich kompletnym opracowaniem.

Adsorpcja

- Opracowanie i wykreślenie zależności $c=f(A)$
- Obliczenie ilości barwnika zaadsorbowanego na węglu aktywnym
- Wykreślenie zależności:
 - $y/m = f(C)$
 - $(Cm)/[y(Cs-C)] = f(C/Cs)$
 - $m/y = f(1/C)$
 - $\log y/m = f(\log C)$
- Obliczenie stałych dla poszczególnych izoterm adsorpcji
- Porównanie zmierzonych i obliczonych na podstawie uzyskanych modeli wartości y/m
- Zebranie uzyskanych wyników w tabelach wg wzorów umieszczonych w materiałach



Nr próbki	C [mg/dm³]	m [g]	y [mg/g]	y/m [mg/g]
1.	ca	0	0	-
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				

Ip	Bateria				
	Fenolowa	Langmuira	BEF		
	log C	log y/m	m/y	C/C	CC/(C-C)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Ip	C	wartości y/m			
		zmierzone (tab. 4)	wg modelu Frenschicha	wg modelu Langmuira	wg modelu BEF
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					

C [mg/dm³]	m	y/m [mg/g]	BEF
11.98	227.8	222.4	218.3
8.16	202.8	208.4	199.7
5.58	186.0	191.7	194.5
2.89	170.4	168.8	180.6
1.54	153.8	149.4	180.1
0.77	136.8	130.5	128.5
0.71	121.2	128.6	124.7
0.71	121.2	128.6	124.7
4.9	9.1	13.2	

Koagulacja

- Wykreślenie zależności stopnia redukcji barwy od dawki koagulantu [mg/dm³]
- Określenie optymalnej dawki koagulantu
- Wykreślenie zależności szybkości opadania kłaczków od dawki flokulantu [mg/dm³]
- Zebranie uzyskanych wyników w tabelach wg wzorów umieszczonych w materiałach

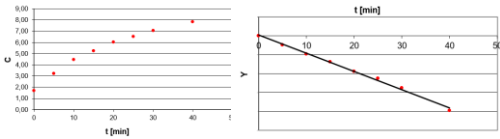
Opis próbki wody	V
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Opis próbki wody	V
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Napowietrzanie wody

Opracowanie wyników pomiarów polega na:

1. Obliczeniu stężeń tlenu rozpuszczonego C_0 i kolejnych C_t .
 2. Wykreśleniu zależności $C_t = f(t)$, analizie i eliminacji błędów.
 3. Określeniu wartości $C_0^{2.83} K$, C_0 i $\sqrt{\frac{k_{2.83}}{k_T}}$.
 4. Obliczeniu wartości zmiennej pomocniczej Y dla kolejnych czasów t .
 5. Wykreśleniu zależności $Y=f(t)$, analizie i eliminacji błędów.
 6. Obliczeniu, metodą najmniejszych kwadratów wartości współczynnika b .
 7. Obliczeniu wartości OC dla warunków standardowych.
- Zebraaniu uzyskanych wyników w tabelach wg wzorów umieszczonych w materiałach



Ozonowanie wody

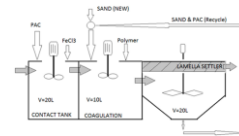
- Obliczenie i zebranie uzyskanych wyników w tabelach wg wzorów umieszczonych w materiałach

Wydłek wytwornicy	mg O ₃ /h
Stężenie ozonu w powietrzu	
przed redukcją	mg O ₃ /dm ³
po redukcji	mg O ₃ /dm ³
Stężenie przesyłany tlenu w ozonie	%
Ozonozonoza	mg O ₃ /l wody
Ozonozyszyty	mg O ₃ /l wody
Ozonozyszywalność do wody	mg O ₃ /l wody
Ozonozyszywalność	mg O ₃ /l wody

Woda	stężenie	Policzone na podstawie liczby bakterii	Liczba bakterii w próbkach na 1 dm ³ nieozonowanej wody
akwariowa			
akwariowa			
osmozowa			
osmozowa			
akwariowej			
osmozowej			
Przebieg doświadczenia w 1 dm ³ wody			
Stężenie redukcji liczby bakterii =			%

Przepływ ścieków [l/s] porażeniowe stęż. [mg/l]	Napowietrzanie: Porażeniowe i wymagane stęż. tlenu [gO ₂ /m ³]	Koagulecja/флоккулентacja: stopień redukcji stop. CaCO ₃ : FeSO ₄ , FeCl ₃ , FeCl ₂ czas odbiegania i obrotowego mieszania [min] czas osadzenia: 30s; Objętość Osadu [%]	Adsorpcja: stopień redukcji [%] Czas kontaktu [min] Prędkość przepływu [m/s]	Ozonowanie: Zużycie ozonu, ozonozonoza [gO ₃ /m ³]
10	0,5	80; 2; 8; 0,02	90	3
20		8; 12	70	2
20		2; 5	75	2
20		70; 1; 9; 0,025	10; 20	2
15		2; 6; 4	2; 6; 4	2
20		70; 3; 8; 0,015	9; 15	5
20		9; 15	1; 5; 5	1
20		1; 5; 5	2; 6; 4	2
25		2; 6; 4	2; 6; 4	1
50		2; 6; 4	2; 6; 4	3,5
20		2; 6; 4	7	2
60	1	2; 6; 4	75	5
15	3	2; 6; 4	9	2
70		2; 6; 4	10	2
20		2; 6; 4	9	4
20		2; 6; 4	9	1
20		2; 6; 4	9	1
20		2; 6; 4	9	4
20		2; 6; 4	9	2
110		2; 6; 4	9	0,5
10		2; 6; 4	9	2
10		2; 6; 4	9	2
20	0	2; 6; 4	12	1
50	4	2; 6; 4	12	2
20	0	2; 6; 4	12	1

Dane poglądowe – konkretne wartości podane zostaną przed rozpoczęciem cyklu zajęć projektowych



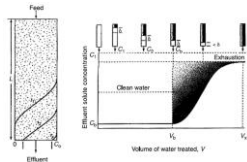
Dla otrzymanych danych określających, między innymi, wymagane natężenie, wymagana efektywność koagulacji, adsorpcji i ozonowania należy, w oparciu o opracowane wyniki badań w skali laboratoryjnej, określić podstawowe dane technologiczne dla instalacji pilotowej o podanym przepływie ścieków:

Dla napowietrzania:

- Wymiary i objętości komory napowietrzania zapewniającej wymagany czas kontaktu
- przepływ powietrza zapewniający utrzymanie wymaganego stężenia tlenu rozpuszczonego (w oparciu o natężenie przepływu powietrza oraz wymiary i pojemność zbiornika wykorzystywanego na ćwiczeniach)
- teoretyczny przepływ powietrza przy przyjęciu pełnego wykorzystania tlenu
- sprawność procesu natleniania (porównanie teoretycznej wymaganej ilości powietrza z praktycznie dostarczaną)

Dla koagulacji:

- wymiary i objętości komór szybkiego i wolnego mieszania
- ustalenie wymaganych dawek reagentów (koagulant, wodorotlenek wapnia, flokulant)
- wydatki pomp dozujących roztwory/zawiesiny wodorotlenku wapnia, koagulantu i flokulantu
- wymiary i pojemności części sedimentacyjnej (przepływ z zapewnieniem wymaganego czasu sedimentacji i możliwości opadaniu kłaczków osadu – porównanie szybkości opadania zawieszin z szybkością przepływu ścieków) oraz części osadowej osadnika (kąt nachylenia ścian)

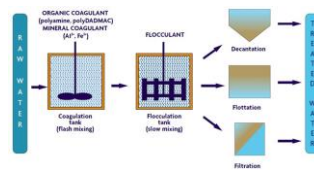


Dla adsorpcji:

- stężenie zanieczyszczeń w ściekach dopływających i odpływających
- dobór izoterm adsorpcji i jej współczynników
- wymiary kolumny adsorpcyjnej, wysokość złoża (pozwalające na zachowanie wymaganego czasu kontaktu i szybkości przepływu ścieków)
- wymaganą masę węgla aktywnego
- objętości oczyszczonych ścieków
- czas trwania cyklu filtracji

Dla ozonowania:

- wymagana ilość ozonu i wydatek wytwornicy ozonu
- przepływ powietrza z ozonem
- wymiary i objętość komory ozonowania zapewniającej wymagany czas kontaktu
- wydatek generatora ozonu uwzględniając zużycie ozonu i wymagany poziom ozonu pozostałego



Wszelkie obliczenia należy przedstawić z uwzględnieniem jednostek w jakich podawane są poszczególne wartości (rachunek jednostek).

Obliczone wymiary należy, w sposób praktyczny, przybliżyć i sprawdzić, dla nich, spełnienie odpowiednich warunków (np. czas zatrzymania, prędkości przepływu, objętości komór/kolumn/zbiorników itp.). W kolejnych obliczeniach przyjmować wartości wynikające z praktycznie przyjętych wymiarów.

Po obliczeniu wymaganych wartości przedstawić je na uproszczonym schemacie technologicznym (z zachowaniem skali) z podaniem kluczowych wartości: kształt, wymiary i objętości komór/kolumn/zbiorników, przepływ, stężenia, wydatki pomp dozujących reagenty itp.

Każda z wartości końcowych i pośrednich uzyskanych na podstawie danych laboratoryjnych powinna zostać uzasadniona odpowiednimi przeliczeniami wskazującymi na znajomość zastosowanego sposobu obliczeń.

Komora napowietrzania:		
Ilość tlenu wymagana do dostarczenia do ścieku		mg O ₂ /dm ³
OC		mg O ₂ /(dm ³ ·min)
Wymagany czas napowietrzania		minut
Wymagana objętość komory		L
Przyjęte wymiary komory napowietrzania	H	cm
	podstawa (D; a x b)	cm
Objętość komory napowietrzania o przyjętych wymiarach		L
Czas napowietrzania w komorze o przyjętych wymiarach		min
Wymagana ilość tlenu		g O ₂ /h
Objętość komory laboratoryjnej		L
Przepływ powietrza w instalacji laboratoryjnej		L/min
Przepływ powietrza		L/min
Ilość wrozonego tlenu		g O ₂ /h
Stożek wykorzystania tlenu		%

Adsorpcja		
Stężenie początkowe (na wlocie do kolumny)		mg/L
Stężenie końcowe (na wylocie kolumny)		mg/L
Wybór izoterm		-
Stała wybranej izoterm	(K/a/h)	-
Stała izoterm	(n/h/a)	-
Obliczona objętość złoża		L
Obliczona powierzchnia przekroju kolumny		cm ²
Kolumna – przyjęta wysokość złoża H		cm
Kolumna – przyjęta średnica złoża D		cm
Powierzchnia przekroju kolumny o przyjętych wymiarach		cm ²
Objętość złoża węgla w kolumnie o przyjętych wymiarach		t
Obliczony czas kontaktu		min
Obliczona prędkość przepływu		m/h
Przyjęta gęstość nasypowa węgla		g/L
Obliczona masa węgla w kolumnie o przyjętych wymiarach		g
qb		mg/g
Masa zaadsorbowana		mg
Obj. oczyszczonych ścieków (Cb)		L
Obj. oczyszczonych ścieków (0,5 Cb)		L
Obliczony czas pracy kolumny (Cb)		godzin (dni)
Obliczony czas pracy kolumny (0,5 Cb)		godzin (dni)

Koagulacja/flokulacja/sedymentacja		
Dawka koagulantu		mg/dm ³
Dawka flokulantu		mg/dm ³
Dawka wodorotlenku wapnia		mg/dm ³
Szybkość opadania kłaczków		cm/s
Obliczona objętość komory szybkiego mieszania		L
Przyjęty kształt i wymiary komory szybkiego mieszania	H	cm
	podstawa (D; a x b)	cm
Przyjęta objętość komory szybkiego mieszania		L
Obliczona objętość komory wolnego mieszania		L
Przyjęty kształt i wymiary komory wolnego mieszania	H	cm
	podstawa (D; a x b)	cm
Przyjęta objętość komory wolnego mieszania		L
Dozowanie roztworu koagulantu		ml/h
Dozowanie roztworu flokulantu		ml/h
Dozowanie zauszczony wodorotlenku wapnia		ml/h
Obliczona objętość osadnika		L
Minimalny przekrój osadnika		cm ²
Przyjęty kształt i wymiary części sedimentacyjnej osadnika	H	cm
	podstawa (D; a x b)	cm
	powierzchnia przekroju	cm ²
Przyjęta objętość części sedimentacyjnej osadnika		L
Obliczona szybkość wznoszenia		cm/s
Obliczona objętość części osadowej osadnika		L
Obliczony czas sedimentacji		h
Przyjęty kształt i wysokość części osadowej		cm
Śred. osadzenia ścian części osadowej		stopnie
Przyjęta objętość części osadowej osadnika		L

Ozonowanie		
Ilość ozonu wymagana do dostarczenia do ścieku		g O ₃ /dm ³
Przyjęty czas ozonowania		min
Obliczona pojemność komory ozonowania		L
Przyjęty kształt i wymiary komory ozonowania	H	cm
	podstawa (D; a x b)	cm
Objętość komory ozonowania o przyjętych wymiarach		L
Czas ozonowania w komorze o przyjętych wymiarach		min
Obliczony wydatek wytworzycy ozonu		mg O ₃ /h
Stężenie ozonu w strumieniu powietrza		mg O ₃ /dm ³
Obliczony przepływ powietrza		L/h

Adsorption with Granular Activated Carbon (GAC)

PIERO M. ARMENANTE Adsorption with Granular Activated Carbon.pdf
NJIT

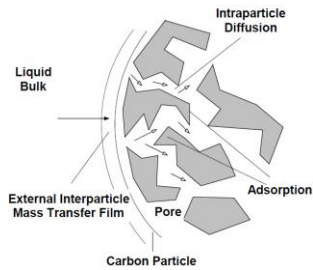
<https://pl.scribd.com/document/178689234/ARMENANTE-ny-Adsorption-with-Granular-Activated-Carbon-pdf>

Most Important Design Factors in Fixed-Bed Adsorption Systems

- Particle size
- Diameter of column
- Flow rate of incoming wastewater (or residence time)
- Height of adsorption bed
- Pressure drop
- Time required to achieve breakthrough
- (Time of exhaustion)

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Transport Processes During Adsorption



PIERO M. ARMENANTE
NJIT

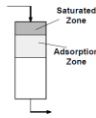
Size of Activated Carbon Particles Used in Fixed-Bed Adsorption

- Typically carbon particle sizes between 0.4 and 2.5 mm are used in fixed bed adsorption applications
- This size range results from a practical compromise between limiting the pressure drops on one hand and providing adequate surface area and promote mass transfer for pollutant adsorption on the other
- Larger sizes also minimize losses during carbon handling and packed bed operation

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Adsorption Zone and Adsorption Wave

- In fixed bed adsorption, at any given time the bed can be divided into three approximate zones, i.e., the saturated zone (containing carbon nearly saturated with the pollutants), followed by the adsorption zone (where adsorption actually takes place), followed by a zone in which the carbon contains little or no adsorbed pollutant
- The size and location of the three zones within the bed change with time



PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Total Column Adsorption Capacity

If the adsorption equilibrium curve is known then by knowing the volume of the column and its void fraction, one can calculate the total cumulative volume of wastewater, V_{max} , that *could* be treated if the column became completely saturated:

$$V_{max} = SL(1 - \epsilon) \rho_s \frac{q_{So}}{C_o} = SL \rho_{s,app} \frac{q_{So}}{C_o}$$

where: S = column cross sectional area

L = height of packing

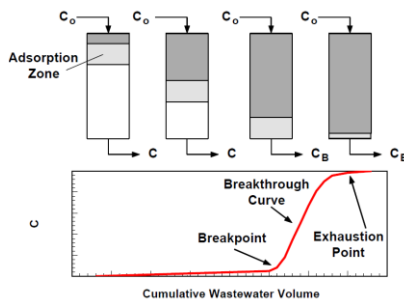
ϵ = void fraction

$q_{So} = g(C_o)$ = value of q in equilibrium with C_o

ρ_s and $\rho_{s,app}$ = real and apparent density of solid

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Breakpoint and Breakthrough Curve



PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Simplified Method for the Estimation of Fixed-Bed Adsorption Performance

Simplifying assumptions:

- the pollutant concentration in the effluent wastewater from the column increases linearly with time until it reaches the breakpoint value, C_B
- at breakpoint the average concentration of pollutant in the bed is only a fraction, ζ , of the saturation value (typically 50%)
- the wastewater flow rate to the column is constant and equal to Q

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Simplified Method for the Estimation of Fixed-Bed Adsorption Performance

From a mass balance for the pollutant at breakpoint it is:

$$M = q_B B = \zeta q_{so} B = Q t_B \left(C_o - \frac{C_B}{2} \right) \cong Q t_B C_o$$

where:

M = cumulative mass of pollutant adsorbed at breakpoint

B = mass of carbon in bed = $\rho_{s,app} S L$, and:

$$q_{so} = K_F C_o^{1/n}$$

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Simplified Method for the Estimation of Fixed-Bed Adsorption Performance

Hence, the time required to reach breakthrough is:

$$t_B = \frac{q_B B}{Q \left(C_o - \frac{C_B}{2} \right)} = \frac{\zeta K_F C_o^{1/n} B}{Q \left(C_o - \frac{C_B}{2} \right)}$$

The cumulative volume of wastewater, V_B , treated at breakpoint is given by:

$$V_B = Q t_B$$

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Characteristics of Commercial Adsorbers

Height of packing	3 - 9 m (10 - 30 ft)
Particle size	8 - 40 mesh
Hydraulic loading	1.4 - 6.8 L/m ² s (2 -10 gpm/ft ²)
Residence time	10 - 60 min (typically 20 -30 min)
Typical carbon requirements - pretreatment - tertiary treatment	(in g carbon/m ³ wastewater) 60 - 200 25 - 50
Operating pressure	< 20 KPa/m of bed

After Sundstrom and Klei, *Wastewater Treatment*, 1979, p. 270 and Metcalf and Eddy, *Wastewater Engineering*, 1991, p. 753

PIERO M. ARMENANTE
NJIT

Mesh: w analizie sitowej ilość oczek siatki na jeden cal. Uwzględniając „normalizowaną” grubość drutu określa to rozmiar oczek siatki i jednocześnie wielkość ziaren zatrzymywanych na sicie. 8 mesh – 2,36 mm; 40 mesh – 0,425 mm

<http://www.filterpol.pl/wegiel.html>

Węgiel aktywny granulowany Organosorb 10-CO - wytworzony z łupin orzecha kokosowego

Dimension (mm)	Grain/sieve size (µm)	Throughput (%) min	Moisture (%) max	Zeolite content (%) max	CTC min	Leakage iodine mg/g min	pH	Porosity/mesh millimeter (m ² /g) min
R 10 (2,36-6,0mm)	1500	99	5	5	40%	1000	9-10	1000

CARBON TETRACHLORIDE ACTIVITY (CTC) OF ACTIVATED CARBON



Carbon Tetrachloride

Iodine number is a widely used parameter for activated carbon testing for its simplicity and a rapid assessment of adsorbent quality. It gives an estimate of its surface area and porosity. The iodine number is defined as the milligrams of iodine adsorbed by one gram of material when the iodine residual concentration of the filtrate is 0.02N (0.01 mol L⁻¹) according to ASTM D4607 standard, which is based on a three-point isotherm.

The **Carbon Tetrachloride Activity** (ASTM D3607) measures the loading of carbon tetrachloride, weight percent on carbon, at concentrations close to saturation in the air. The method is basically a measure of the pore volume of the activated carbon and is primarily used as a quality assurance test for the production of activated carbon.

The **Hardness number** (DSTM 20) measures the external integrity against wearing along exterior and breakage of small points of activated carbon. It is expressed as a percentage of loss on a particular sieve after shaking granules under certain conditions.