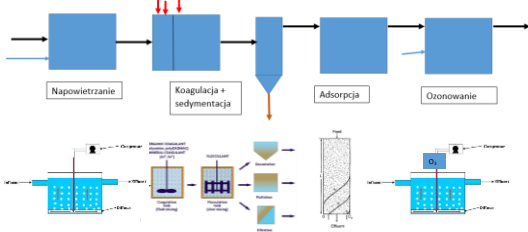
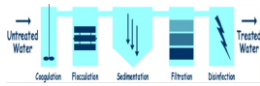


Podstawy Technologii Wody i Ścieków. IŚ S1. Semestr 4. Rok akademicki 2017/18.



	Wyniki OC zespołu nr.	Wynik Koag. zespołu nr.	Wyniki Ads. zespołu nr.	Wyniki Ozon. zespołu nr.
Paulina Kosiorowska	1	3	2	1
Marcin Mikos	2	2	3	1
Piotr Sobczak	3	1	2	1
Piotr Wernicki	1	2	3	2
Piotr Muz	2	1	3	2
Oliwia Szotak	3	3	1	2
Patrycja Przepiórka	1	1	2	3
Marcelina Cimuchowska	2	3	1	3
Ewa Wdowczyk	3	2	1	3
Noemi Fic	1	2	1	3
Agnieszka Legowicz	2	2	1	3
Anna Szurko	3	1	2	2
Jakub Gombicki	1	2	2	3

Dla otrzymanych danych określających, między innymi, wymagane natlenienie, wymaganą 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 objętość komory napowietrzania zapewniającej wymagany czas kontaktu
- przepływ powietrza

Dla koagulacji:

- wymiary i objętości komór szybkiego i wolnego mieszania
- wydatki pomp dozujących roztwory/zawiesiny wapna, koagulantu i flokulantu
- wymiary i pojemności części sedymentacyjnej (przepływ z zapewnieniem wymaganego czasu sedymentacji i możliwości opadania kłaczków osadu) oraz części osadowej osadnika

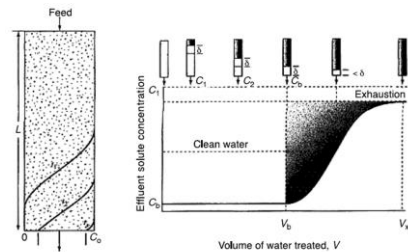
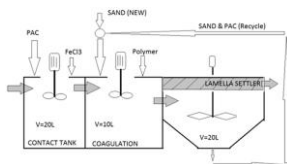
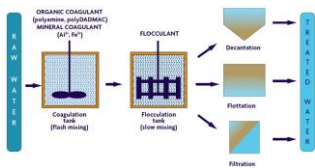
Dla adsorpcji:

- czas trwania cyklu filtracji
- wymiary kolumny adsorpcyjnej, wysokość złoża i wymaganą masę węgla aktywnego

Dla ozonowania:

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

	Przepływ osadów [kg] porażeniowo (śred. temp. [°C])	Napowietrzanie: Porażeniowo i wymagane nat. (śred. [gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ])	Koagulacja/Sedymentacja: stopień redukcji: miedź, Ca(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , Biał. [%] czas sedymentacji i wolnego mieszania [min] czas sedymentacji: Objęć. Osad [%]	Adsorpcja: Stopień redukcji [%] Czas kontaktu [min] Prędkość przepływu [m/s]	Ozonowanie: Zużycie ozonu, energia porażeniowa [gO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup> ]
Paulina Kosiorowska	20	0	80; 2; 10; 0,02	80	2
	20	4	2; 12	2; 5	10
Marcin Mikos	25	1	75; 8; 8; 0,05	70	4
	18	6	2; 10	8	1
			22; 6	6	
Piotr Sobczak	20	0,5	85; 2; 8; 0,03	70	2
	15	5	5; 12	7	1
			2; 4	8	
Piotr Wernicki	40	0	60; 2; 4; 0,025	80	2,5
	10	5	2; 10	15	1,5
			4; 4	6	
Piotr Muz	50	2	85; 8; 8; 0,03	70	2
	12	5	2; 12	20	1
			2; 5	8	
Oliwia Szotak	60	1	70; 5; 10; 0,06	90	3
	20	4	4; 12	20	2
			15; 6	8	
Patrycja Przepiórka	80	0	90; 6; 8; 0,05	70	3
	10	3	2; 15	15	1
			2; 5	10	
Marcelina Cimuchowska	100	0,5	65; 2; 8; 0,06	70	4
	15	2,5	2; 12	10	2
			2; 10	10	
Ewa Wdowczyk	120	0	50; 6; 10; 0,08	90	2
	12	2	3; 12	8	0,5
			2; 5	15	
Noemi Fic	130	1	60; 7; 8; 0,05	85	2
	10	3	2; 10	8	
			2; 4	12	
Agnieszka Legowicz	140	2	70; 5; 10; 0,5	80	3
	8	4	1; 4	9	1,5
			2; 4	12	
Anna Szurko	150	1; 2,5	75; 8; 10; 0,05	85	4
			2; 10	7	1
			2; 5	10	
Jakub Gombicki	160	0; 2	65; 8; 10; 0,06	85	3
			1; 8	10	0,5
			1; 5; 4	15	



## Adsorption with Granular Activated Carbon (GAC)

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

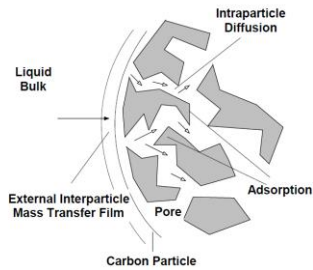
<https://pl.scribd.com/document/178689234/ARMENANTE-ny-Adsorption-with-Granular-Activated-Carbon-pdf>

### 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

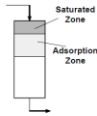
### Size of Activated Carbon Particles Used in Fixed-Bed Adsorption

- 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

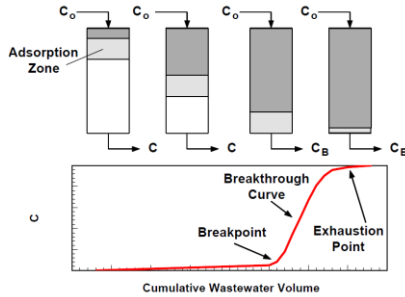
$\epsilon$  = void fraction

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

$\rho_s$  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,  $\zeta$ , 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 =  $\rho_s \text{ app } S L$ , 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 <sup>2</sup> s (2 -10 gpm/ft <sup>2</sup> )
Residence time	10 - 60 min (typically 20 -30 min)
Typical carbon requirements - pretreatment - tertiary treatment	(in g carbon/m <sup>3</sup> 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 a 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

Wielkość oczek (mm)	Gęstość cząstek (g/cc)	Próg wyłaz (mg/ads)	Włókn (mg/ads)	Zawiesina (mg/ads)	CTC (mg)	Linia jodowa (mg/ads)	pH	Przewodność całkowita (µS/cm)
8"30 (2,36-0,6mm)	1500	99	5	5	40%	1000	9-10	1000

CARBON TETRACHLORIDE ACTIVITY (CTC) OF ACTIVATED CARBON



The Carbon Tetrachloride Activity (CTC) test measures the loading of carbon tetrachloride (weight percent adsorption) at concentrations close to saturation in the air. The method is broadly a measure of the pore volume of the activated carbon and is primarily used as a quality assurance tool for the production of activated carbon.

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<sup>-1</sup>) according to ASTM D4627 standard, which is based on a three-point isotherm.

The Hardness number (DST) test measures the external integrity, aggrit, leaching, strong oxidant and leaching of small particles of activated carbon. It is expressed as a percentage of loss on a particular area after shaking granules under carbon conditions.