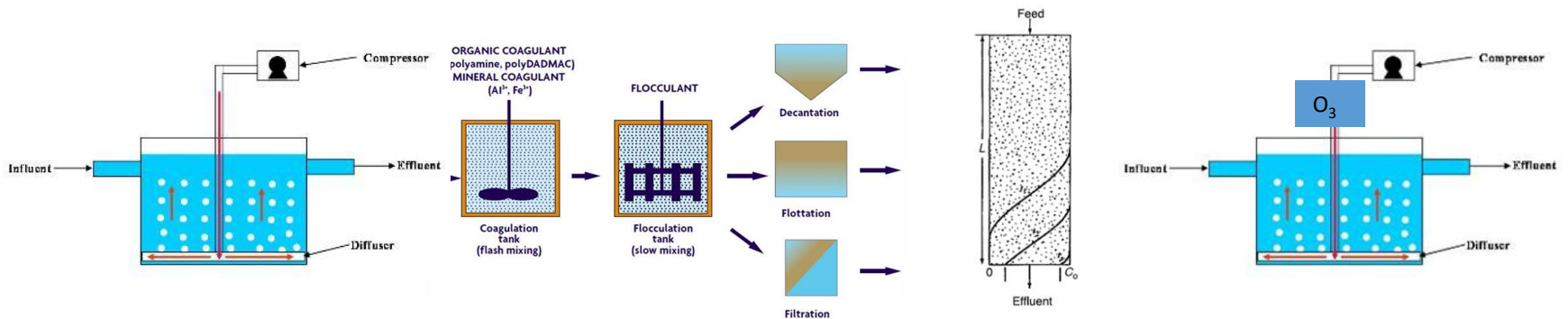
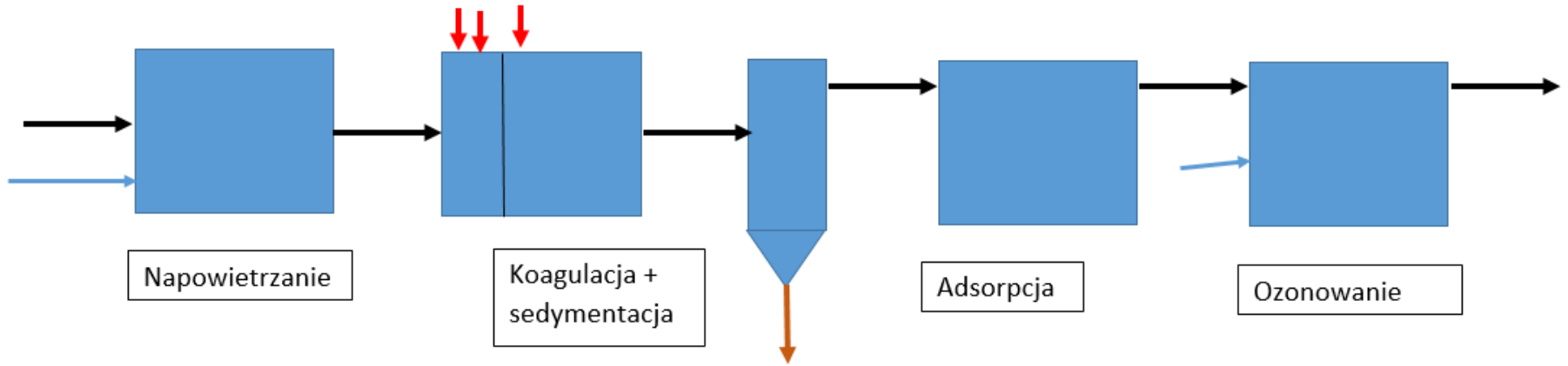
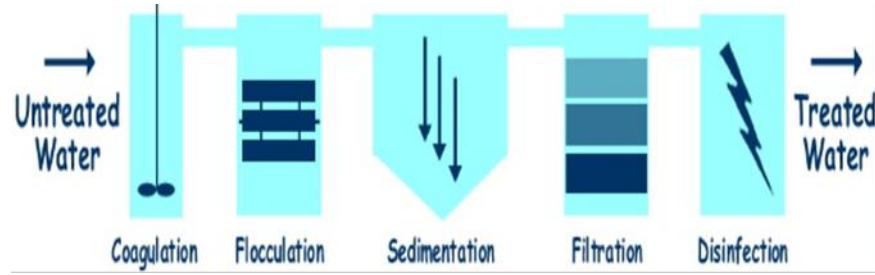


Podstawy Technologii Wody i Ścieków. IŚ S1. Semestr 4. Rok akademicki 2018/19.



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 zapewniającą 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 sedymentacyjnej (przepływ z zapewnieniem wymaganego czasu sedymentacji i możliwości opadaniu kłaczków osadu – porównanie szybkości opadania zawiesin z szybkością przepływu ścieków) oraz części osadowej osadnika (kąt nachylenia ścian)

Dla adsorpcji:

- stężenie zanieczyszczeń w ściekach dopływających i odpływających
- dobór izotermy 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:

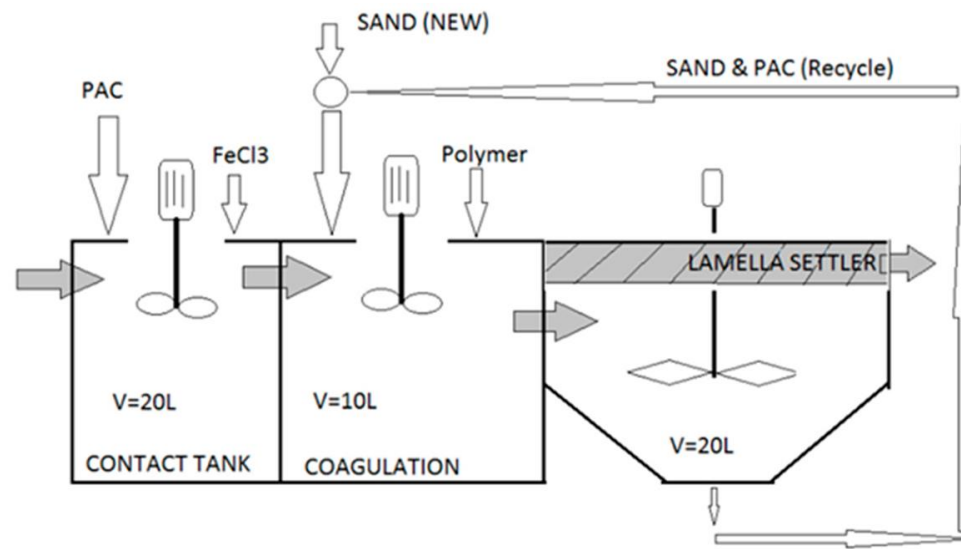
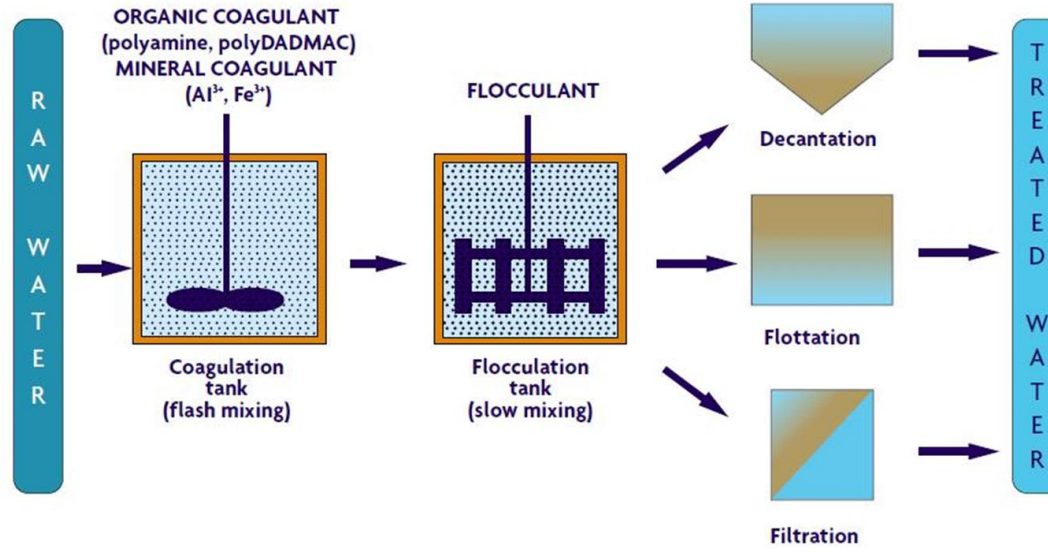
- wymagana ilość ozonu i wydatek wytwornicy ozonu
- przepływ powietrza z ozonem
- wymiary i objętość komory ozonowania zapewniające wymagany czas kontaktu
- wydatek generatora ozonu uwzględniając zużycie ozonu i wymagany poziom ozonu pozostałego

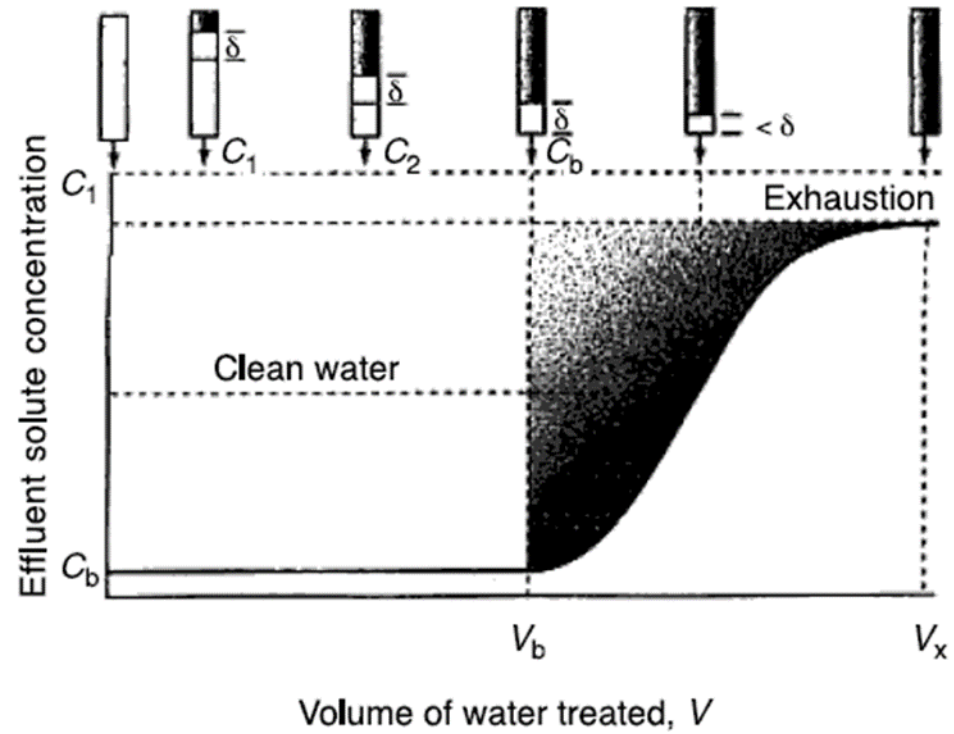
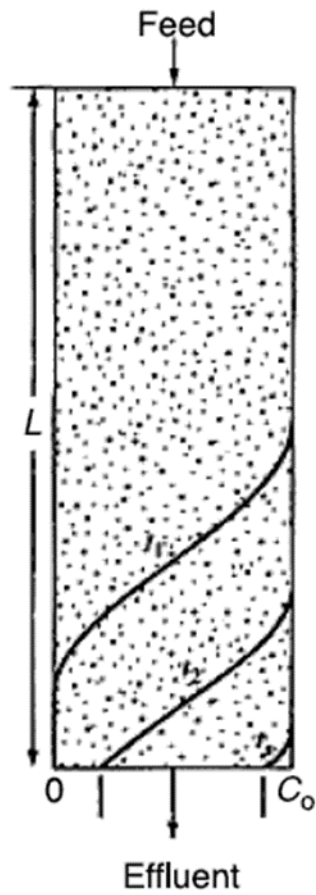
Dane do zaprojektowania instalacji pilotowej do oczyszczania ścieków bazować będą na opracowanych wynikach testów w skali laboratoryjnej. Zakres opracowania tych wyników podany jest w instrukcji do każdego z ćwiczeń. Opracowanie wyników należy umieścić w projekcie.

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

Obliczone wymiary należy, w sposób praktyczny, przybliżyć i sprawdzić, dla nich, spełnienie odpowiednich warunków (np. czasy 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 uwzględnieniem kluczowych wartości: kształt i wymiary komór/kolumn/zbiorników, przepływy, stężenia, wydatki pomp dozujących reagenty itp.





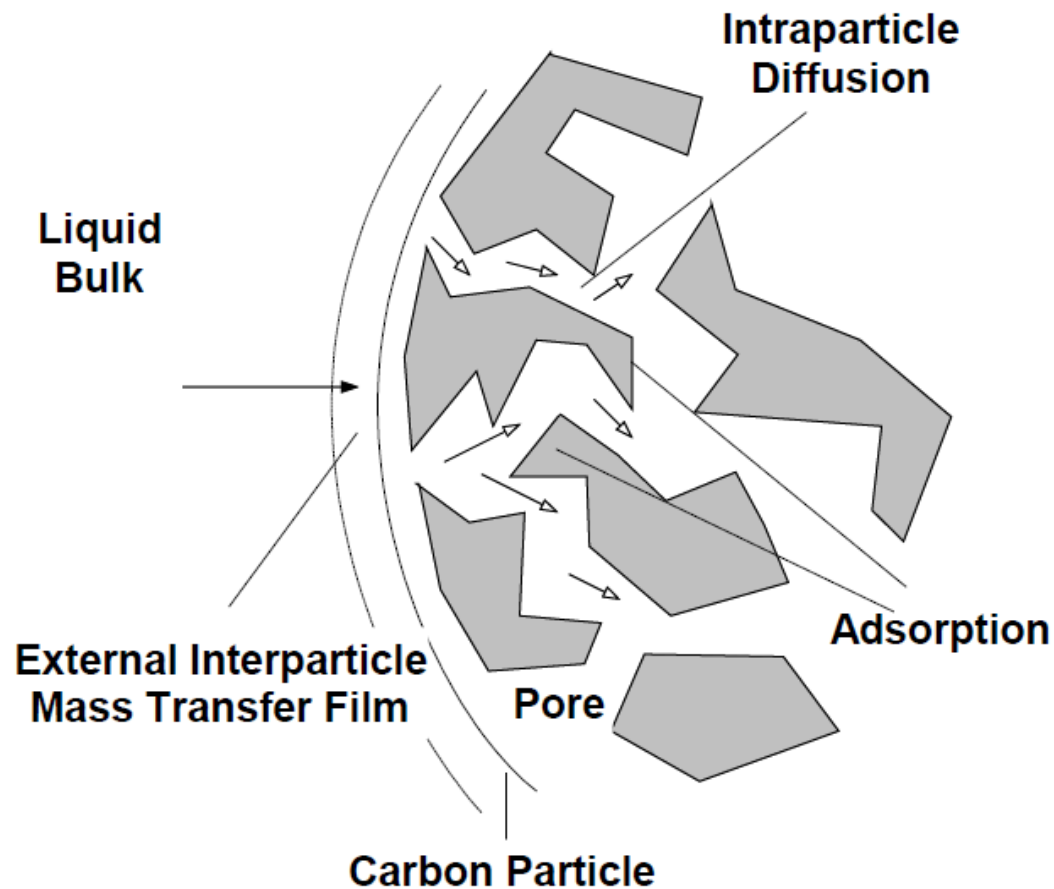
Adsorption with Granular Activated Carbon (GAC)

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

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)**

Transport Processes During Adsorption

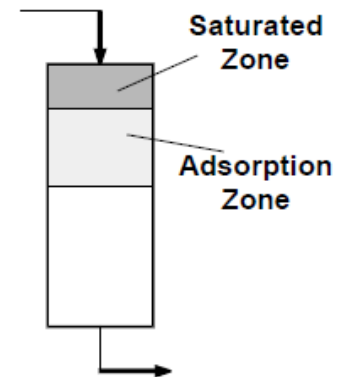


Size of Activated Carbon Particles Used in Fixed-Bed Adsorption

- 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

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



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:

$$V_{max} = SL(1 - \varepsilon) \rho_s \frac{q_{so}}{C_o} = SL \rho_{sapp} \frac{q_{so}}{C_o}$$

where: S = column cross sectional area

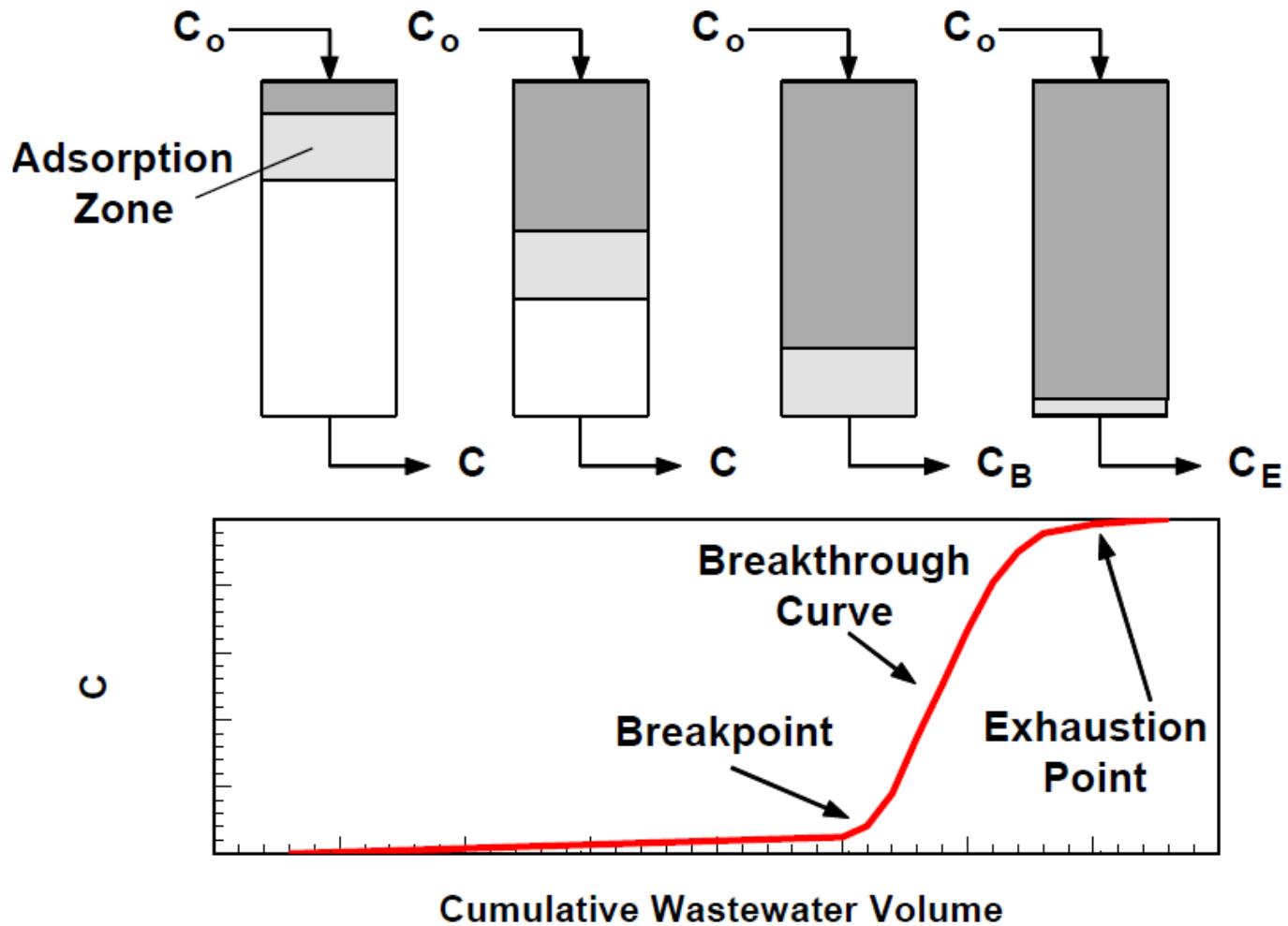
L = height of packing

ε = void fraction

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

ρ_s and ρ_{sapp} = real and apparent density of solid

Breakpoint and Breakthrough Curve



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

Simplified Method for the Estimation of Fixed-Bed Adsorption Performance

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

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

where:

M = cumulative mass of pollutant adsorbed at breakpoint

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

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

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:

$$V_B = Q t_B$$

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 „znormalizowaną” grubość drutu określa to rozmiar oczek sita 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

Uziarnienie (mesh)	Gęstość nasypowa [g/l]	Twardość [%] min	Wilgoć [%] max	Zawartość popiołu [%] max	CTC min	Liczba jodowa [mg/g] min	pH	Powierzchnia całkowita [m ² /g] min
8*30 (2,36-0,6mm)	±500	99	5	5	60%	1000	9-10	1000

CARBON TETRACHLORIDE ACTIVITY (CTC) OF ACTIVATED CARBON



Carbon Tetrachloride

The **Carbon Tetrachloride Activity** (ASTM D3467) 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.

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 **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.