

Wyróżniamy dwa rodzaje strat:

- **liniowe** – spowodowane tarciem poszczególnych warstw cieczy o siebie oraz tarciem o ścianki przewodu, a także przez powstające zaburzenia przepływu.

- **miejscowe** – powstające w pewnych miejscach przewodu, wywołane przeszkodami, które powodują zaburzenia w ruchu cieczy. Takimi mogą być kolana, zwężenia poszerzenia przewodu, łuki, trójniki, zawory, na filtrze itp.

Jeśli ominiemy inne straty, to jedyne jakie nam zostają to straty liniowe, związane z długością przewodu i jego spadkiem. Im bardziej stromo będzie przebiegać rura (przewód) tym większa będzie wielkość strat. Miara strat na długości jest spadek hydrauliczny, oznaczany symbolem I :

$$I = \frac{h_{str}}{L} = \frac{\text{strata liniowa [m]}}{\text{długość przewodu [m]}}$$

Spadek (I) jest wielkością niemianowaną (licznik i mianownik mają te same miana, wilekości). Spadek wyraża się najczęściej w % lub ‰. np. długość przewodu $L=280$ m, strata liniowa $=1,4$ m, to otrzymamy:

$$I = \frac{h_{str}}{L} = \frac{1,4 [m]}{280 [m]} = 0,005 \Rightarrow * 100 = 0,5 \% = 5‰$$

Jeżeli znamy spadek przewodu (czyli obniżenie przewodu) to straty można obliczyć przekształcając wzór:

$$h_{str} = I * L$$

Rzadko w rzeczywistości zdarza się, aby spadek hydrauliczny (przewodu) był znany, dlatego wielkość strat liniowych musimy obliczać za pomocą innych zależności.

obliczanie strat na podstawie wzoru Darcy'ego – Weisbacha:

$$h_{str} = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

λ – (lambda) – współczynnik oporów liniowych, wartość bezwymiarowa

L – długość przewodu

d - średnica przewodu

v – prędkość przepływu w przewodzie

g – przyspieszenie ziemskie

Najtrudniej jest obliczyć λ . Zależy ten współczynnik oporów liniowych od lepkości, prędkości, chropowatości ścian przewodu i średnicy. Zależność współczynnika λ od innych parametrów przedstawia wykres Colebrooka – White'a (czytaj kolbruka-uajta). Każda z linii poziomych odpowiada stosunkowi

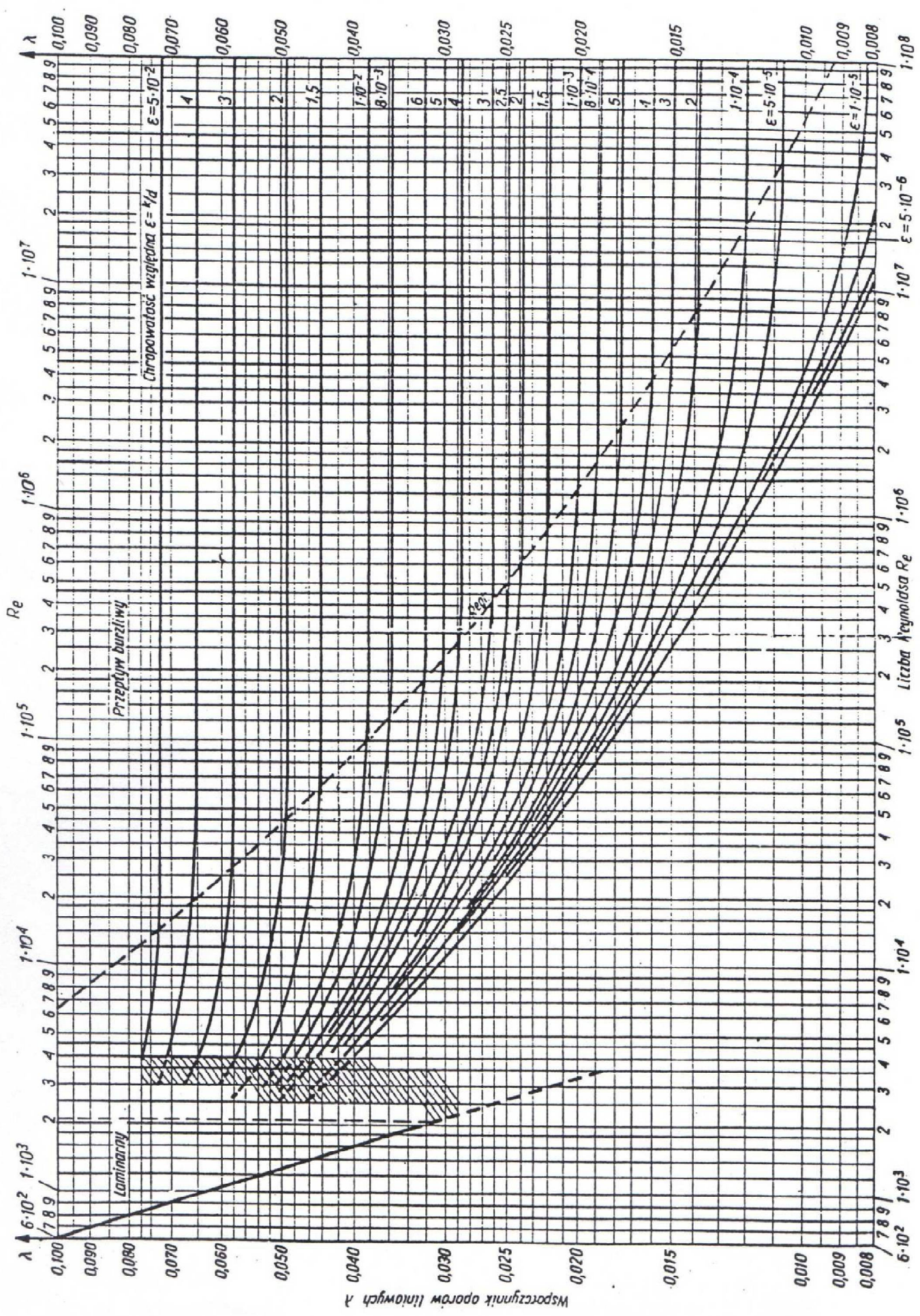
$$\frac{k}{d} = \varepsilon \text{ (epsilon)}$$

Czyli

k =chropowatość przewodu, mówiąca o wypustkach na ściankach wewnętrznych przewodu, które wyhamowują przepływ;

d = średnica przewodu.

Uściślając, na wykresie Colebrooka – White'a, współczynnik lambda λ zależy od liczby Reynoldsa oraz chropowatości względnej ε (epsilon).



Lewa część wykresu to strefa ruchu laminarnego. Granicę tego obszaru wyznacza wartość $Re=2320$ (granica ruchu laminarnego).

Drugi obszar zajmujący górną prawą część wykresu to strefa zależności oporów ruchu. Pomiędzy tymi obszarami jest strefa przejściowa.

W strefie laminarnego ruchu, współczynnik lambda nie zależy od chropowatości przewodu, dlatego w tej strefie lambda λ zależy od liczby Re : (czyli nie musimy z wykresu wyznaczać tylko ze wzoru)

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

W innych strefach współczynnik lambda zależy od chropowatości przewodu. Znając ją, oraz liczbę Re , możemy wyznaczyć λ z wykresu.

Przypominam, że ruch laminarny jest jeśli liczba $Re=2320$

Do ćwiczenia (nie trzeba wysyłać mi, tylko poćwiczyć odczyt z wykresów):

Zad. 1

Jeżeli liczba Re wynosi 2000 to ile wynosi λ ?

Zad. 2

Jeżeli liczba Re wynosi 200 000, a $\epsilon=0,05$ to ile wynosi λ ?

Resztę materiału omówimy na lekcji następnej. 😊

Paulina Midera