

### 1.1

Podane zostaną trzy, cztery wielkości stosowane w opisie przepływu płynów, które należało będzie zdefiniować i omówić.

### 1.2

Podać modele płynu oraz rzeczywiste sytuacje w których możemy stosować dany model. Zdefiniować przepływ laminarny i turbulentny.

### 1.3

Podane zostaną dwa przykłady układów przepływowych (technika i natura). Dla tych przykładów należy przedstawić podstawowe zagadnienia naukowo – techniczne, wymagające poznania.

### 1.4

Zdefiniować funkcję rozkładu czasu przebywania dla układów przepływowych. Przedstawić graficzny przykład takiej funkcji. Podać podstawowe parametry stosowane w opisie tej funkcji oraz interpretację fizyczną tych parametrów.

### 1.5

Podać podstawowe założenia modelu idealnego mieszalnika (model komorowy) oraz równanie różniczkowe opisujące ten model. Dla zadanego modelu złożonego z trzech/czterech idealnych mieszalników należy przedstawić układ równań różniczkowych opisujący ten model.

### 1.6

Podać podstawowe założenia jednowymiarowego modelu dyspersyjnego (dyfuzyjnego) oraz równanie różniczkowe opisujące ten model. Przedstawić przykładowe funkcję rozkładu czasu przebywania dla różnych wartości parametrów tego modelu. Wyjaśnić różnice pomiędzy układami: otwarty-otwarty, zamknięty-otwarty, otwarty-zamknięty, zamknięty-zamknięty.

### 2.1

Co to jest pole skalarne i wektorowe. Zdefiniować strumień i dywergencję dla pola wektorowego oraz gradient dla pola skalarne. Podać równania dla dywergencji i gradientu w kartezjańskim układzie odniesienia.

### 2.2

Podać ogólną postać równania ciągłości przepływu (przepływ nieustalony, płyn ściśliwy). Wyjaśnić fizyczny sens poszczególnych elementów tego równania (pochodna lokalna i unoszenia). Może być wymagane rozpisanie tego równania w kartezjańskim układzie współrzędnych.

### 2.3

Wyjaśnić pojęcie lepkości. Podać zależność na siły lepkości dla płynów newtonowskich. Co to jest tensor naprężeń.

2.4

Przedstawić równanie Naviera-Stokesa. Wyjaśnić sens fizyczny tego równania z rozróżnieniem na siły masowe i powierzchniowe. Może być wymagane rozpisanie tego równania w kartezjańskim układzie współrzędnych.

2.5

Podać na czym polega metoda uśrednień Reynoldsa w opisie przepływów turbulentnych. W odniesieniu do tej metody wyjaśnić (podać zależność) pojęcie tensora naprężeń turbulentnych.

2.6

Dla turbulentnego modelu przepływu  $k$ - $\varepsilon$  wyjaśnić fizyczne znaczenie wielkości  $k$  i  $\varepsilon$ . Podać i wyjaśnić zależności na te wielkości.

2.7

Przedstawić kilka przykładów przepływów wielofazowych i w sposób ogólny omówić modele stosowane do ich symulacji.

2.8

Zwięźle i precyzyjnie omówić etapy procesów koniecznych do wykonania symulacji przepływu metodą numerycznej mechaniki płynów.