

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	7
WSTĘP	11
CEL, ZAKRES I STRUKTURA PRACY	13
1. HYDRODYNAMIKA RZEK Z POKRYWĄ LODOWĄ	17
1.1. Jednowymiarowy model przepływu nieustalonego z pokrywą lodową	17
1.2. Dwuwymiarowy model przepływu nieustalonego z dynamicznymi formami lodu	23
2. FORMOWANIE POKRYWY LODOWEJ NA WODACH ŚRÓDLĄDOWYCH	28
2.1. Formowanie lodu krystalicznego	29
2.2. Powstawanie lodu prądowego (śryżu)	34
3. MODEL MATEMATYCZNY DYNAMIKI LODU	39
4. MODEL NUMERYCZNY DYNAMIKI LODU	43
4.1. Metoda wygładzonej hydrodynamiki cząstek (SPH)	43
4.2. Równania dynamiki lodu przy wykorzystaniu metody SPH	49
5. BILANS CIEPLNY NA POWIERZCHNI WODY LUB LODU	51
5.1. Promieniowanie krótkofalowe Słońca	52
5.2. Promieniowanie długofalowe	56
5.3. Strumień ciepła na skutek parowania	57
5.4. Strumień ciepła w efekcie konwekcji	58
5.5. Strumień ciepła na skutek opadu atmosferycznego	58
5.6. Przykład obliczeniowy	59
5.7. Aproksymacja liniowa bilansu cieplnego	60
6. TERMICZNY PRZYROST I ZANIK GRUBOŚCI POKRYWY LODOWEJ	62
6.1. Modelowanie matematyczne przyrostu pokrywy lodowej	62
6.2. Metoda sumy temperatur ujemnych (FDD)	63
6.3. Obliczenie grubości pokrywy lodowej na zbiorniku Włocławek	65
7. ZATORY LODOWE	74
7.1. Modelowanie numeryczne zatoru lodowego	76
8. METODY PRZECIWDZIAŁANIA ZATOROM LODOWYM	83
8.1. Metody bierne	83
8.1.1. Przegrody stałe	83
8.1.2. Przegrody pływające	85
8.1.3. Modelowanie matematyczne przegród lodowych	87
8.2. Metody czynne	93
8.2.1. Lodołamanie przy wykorzystaniu poduszkowców	93
8.2.2. Lodołamanie przy wykorzystaniu ładunków wybuchowych	94
8.2.3. Usuwanie lodu z wykorzystaniem sprzętu budowlanego	95
8.2.4. Usuwanie lodu przy użyciu lodołamaczy	95
9. ZAGADNIENIA PRAKTYCZNE ZWIĄZANE Z WYSTĘPOWANIEM LODU NA RZEKACH	100
9.1. Zjawiska lodowe na Dolnej Odrze	103
9.2. Zjawiska lodowe na Dolnej Wiśle	109
9.2.1. Zbiornik Włocławek	110

9.2.2. Ujście Wisły	114
9.2.3. Projekt stopnia wodnego poniżej Włocławka	122
PODSUMOWANIE I WNIOSKI	127
ZAŁĄCZNIK	129
BIBLIOGRAFIA	134
Streszczenie w języku polskim	141
Streszczenie w języku angielskim	141