

Spis treści

Wstęp	IX
1. Fizyka budowli w kontekście współczesnego budownictwa	1
1.1. Przyczyny rozwoju fizyki budowli	1
1.2. Uregulowanie zagadnień fizyki budowli w Polsce	3
1.3. Podstawowe pojęcia fizyki budowli	12
Literatura	13
2. Podstawowe zagadnienia ciepłno-wilgotnościowe materiałów budowlanych	14
2.1. Wymiana ciepła	14
2.2. Sposoby wymiany ciepła	15
2.3. Właściwości ciepłno-wilgotnościowe materiałów budowlanych	19
2.4. Przewodność cieplna materiałów budowlanych	19
2.4.1. Parametry fizyczne materiału kształtujące jego przewodność cieplną	20
2.4.2. Zależność przewodności cieplnej od gęstości materiału	28
2.4.3. Zależność przewodności cieplnej od wilgotności	32
2.4.4. Zależność przewodności cieplnej od struktury materiałów ..	34
2.4.5. Zależność przewodności cieplnej od temperatury	36
2.5. Parametry wilgotnościowe materiałów budowlanych	36
2.5.1. Współczynnik paroprzepuszczalności materiału	37
2.5.2. Współczynnik oporu dyfuzyjnego materiału i dyfuzyjnie równoważna warstwa powietrza	38
2.5.3. Właściwości sorpcyjne materiałów	39
Literatura	40
3. Ruch ciepła przez przegrody budowlane	42
3.1. Strumień ciepła i gęstość strumienia ciepła	42
3.2. Jednowymiarowy ustalony przepływ ciepła przez przegrodę	43
3.3. Opór cieplny przegród budowlanych	45
3.3.1. Opory przejmowania ciepła	45

3.3.2. Opór cieplny warstwy materiałowej	47
3.3.3. Całkowity opór cieplny przegrody	49
3.3.4. Rozkłady temperatury w przegrodach	60
3.4. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody	72
3.5. Mostki termiczne	78
3.6. Straty ciepła przez elementy przylegające do gruntu	91
3.7. Straty ciepła przez przegrody przezroczyste	102
3.8. Współczynnik przenikania ciepła dla elementów o zmiennej grubości warstwy	105
3.9. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	107
3.10. Przedstawianie zagadnień cieplnych w budownictwie z wykorzystaniem badań termowizyjnych	109
Literatura	114
ZAŁĄCZNIK	116
4. Bilans energetyczny budynku – zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną w certyfikacji energetycznej budynków	121
4.1. Pojęcia podstawowe – współczynniki EP, EK, EU	123
4.2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji	125
4.2.1. Straty ciepła z budynku przez przenikanie i wentylację	126
4.2.2. Zyski ciepła od źródeł wewnętrznych (bytowe) oraz od nasłonecznienia	129
4.2.3. Współczynnik wykorzystania zysków ciepła	132
4.3. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej	132
4.4. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	134
4.5. Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną	136
4.6. Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową oraz wielkość emisji dwutlenku węgla E_{CO_2}	138
4.7. Świadectwa charakterystyki energetycznej	139
Literatura	144
5. Wilgoć w przegrodach budowlanych	145
5.1. Pojęcia podstawowe (wilgotność bezwzględna, wilgotność względna, punkt rosy, dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza, opór dyfuzyjny itp.)	146
5.2. Klasyfikacja pomieszczeń w zależności od wilgotności względnej powietrza wewnętrznego	150
5.3. Przyczyny zawilgocenia przegród budowlanych	153
5.3.1. Wilgoć budowlana	154
5.3.2. Wilgoć z opadów atmosferycznych	155
5.3.3. Wilgoć podciągana kapilarnie	155
5.3.4. Sorpcja wilgoci	156

5.3.5. Zawilgocenie w wyniku powierzchniowej kondensacji pary wodnej	157
5.4. Dyfuzja pary wodnej przez przegrody budowlane oraz ryzyko wystąpienia kondensacji międzywarstwowej	159
5.5. Temperatura krytyczna ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych	164
5.6. Skutki nadmiernego zawilgocenia przegród	167
5.7. Przykłady obliczeniowe	172
5.7.1. Ryzyko wystąpienia kondensacji powierzchniowej	172
5.7.2. Ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych	174
5.7.3. Dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza i współczynnik oporu dyfuzyjnego	181
5.7.4. Możliwość wystąpienia międzywarstwowej kondensacji pary wodnej oraz obliczenia ilości kondensatu	184
5.8. Zasady projektowania przegród budowlanych pod kątem uniknięcia kondensacji powierzchniowej, ryzyka rozwoju grzybów i kondensacji międzywarstwowej	191
Literatura	193
6. Komfort cieplny człowieka w budynku	194
6.1. Parametry komfortu cieplnego	194
6.2. Temperatura w pomieszczeniach w okresie zimy i w okresie lata	199
6.3. Wilgotność powietrza	201
6.4. Temperatura powierzchni przegród	202
6.5. Ruch powietrza w pomieszczeniach	204
6.6. Stateczność i aktywność cieplna	205
6.6.1. Stateczność cieplna przegrody w okresie zimy	206
6.6.2. Stateczność cieplna przegrody w okresie lata	209
6.6.3. Aktywność cieplna materiałów w kontekście ciepłochłonności podłóg	214
Literatura	222
7. Wymagania cieplno-wilgotnościowe w odniesieniu do budynków i przegród budowlanych	224
7.1. Wprowadzenie	224
7.2. Historia wymagań cieplno-wilgotnościowych	225
7.3. Aktualne i przyszłe wymagania cieplne dla budynków	228
7.3.1. Aktualne i przyszłe wymagania dotyczące maksymalnych wartości współczynnika przenikania ciepła U dla przegród zewnętrznych budynków	229
7.3.2. Aktualne i przyszłe wymagania dotyczące maksymalnych wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla budynków EP	233
7.3.3. Ograniczenie wielkości elementów przeszklonych	235
7.3.4. Wymagania grubości izolacji instalacji	236
7.4. Ograniczenia wilgotnościowe dla budynków	237

7.4.1. Wymagania dla kondensacji powierzchniowej	237
7.4.2. Wymagania dla kondensacji międzywarstwowej	238
Literatura	239
8. Zagadnienia akustyki budowlanej	240
8.1. Podstawowe wiadomości o dźwięku	241
8.1.1. Źródła dźwięku, typy dźwięków, fale dźwiękowe, parametry charakterystyczne fal dźwiękowych	241
8.1.2. Drogi rozprzestrzeniania się dźwięku – przenoszenie dźwięku między środowiskami	244
8.1.3. Hałas i jego parametry – ocena i określenie parametrów dopuszczalnych	245
8.1.4. Obciążenie hałasem	247
8.2. Badanie izolacyjności akustycznej	248
8.2.1. Izolacyjność akustyczna przegrody od dźwięków powietrznych	248
8.2.2. Izolacyjność akustyczna przegrody od dźwięków uderzeniowych	251
8.3. Izolacyjność akustyczna przegród	253
8.4. Izolacyjność akustyczna elementów budynku	254
8.5. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych i zewnętrznych dla różnych typów budynków	256
Literatura	257
9. Kierunki rozwoju i implementacji fizyki budowli w kontekście budownictwa zrównoważonego	259
9.1. Budownictwo szanujące energię – definicje	259
9.2. Materiały do izolacji cieplnej – współczesność i przyszłość	261
9.3. Cechy obiektów energooszczędnych	265
9.4. Źródła energii w budynkach energooszczędnych	271
9.5. Cykl życia budynku i ślad węglowy	275
9.6. Budynki ekologiczne – budynki zielone	278
Literatura	280