

# CUPRINS

## V. INSTALAȚII DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE

### 1. PROBLEME GENERALE

1.1. Conținutul și istoricul instalațiilor de ventilare și climatizare.....	2
1.2. Documentația tehnico - economică necesară realizării obiectivelor de investiții pentru instalațiile de ventilare și climatizare .....	2
1.3. Încadrarea proiectelor instalațiilor de ventilare și climatizare în obiectivele de investiții publice .....	4
1.4. Cerințe de calitate.....	4
1.5. Reglementări tehnice specifice pentru instalațiile de ventilare și climatizare .....	4
1.6. Clasificarea instalațiilor de ventilare și climatizare .....	4
1.7. Semne convenționale și denumiri folosite în instalațiile de ventilare și climatizare.....	7

### 2. BAZE CLIMATICE ȘI FIZIOLOGICE

2.1 Aerul atmosferic .....	10
2.1.1. Aerul curat, uscat .....	10
2.1.2. Impuritățile din aerul atmosferic.....	10
2.1.2.1 Gaze și vapori .....	10
2.1.2.2 Praf.....	10
2.1.2.3 Nuclee de condensare .....	11
2.1.2.4 Agenți patogeni .....	11
2.1.3. Poluarea sonoră.....	11
2.1.4. Electricitatea atmosferică .....	12
2.1.5. Radiații radioactive .....	12
2.2. Factorii meteorologici.....	13
2.2.1. Temperatura aerului exterior .....	13
2.2.2. Umiditatea aerului exterior .....	16
2.2.3. Radiația solară .....	17
2.2.4. Densitatea și presiunea aerului exterior.....	18
2.2.5. Vântul .....	19
2.3. Echilibrul fiziologic al omului în ambianțe artificiale.....	21
2.3.1. Metabolismul organismului uman.....	21
2.3.2. Schimbul termic al omului cu mediul ambiant.....	23
2.3.3. Condiții de confort termic, condiții de muncă .....	24
2.3.3.1 Temperatura aerului interior .....	24
2.3.3.2 Temperatura medie de radiație.....	25
2.3.3.3 Umiditatea aerului.....	26
2.3.3.4 Viteza de mișcare a aerului interior .....	27
2.3.3.5 Îmbrăcămintea .....	27
2.3.4. Condiții locale de confort .....	27
2.3.5. Influențe diverse.....	29
2.3.5.1 Conținutul de praf .....	29
2.3.5.2 Gaze, vapori, mirosuri .....	29
2.3.5.3 Mirosul ca factor al confortului termic .....	31
2.3.5.4 Radiația radioactivă.....	32
2.3.5.5 Zgomotul.....	32
2.3.5.6 Iluminatul.....	33
2.3.6. Criterii de apreciere a confortului .....	33
2.3.7. Criterii sanitar-igienice .....	37
2.3.7.1. SBS - Sindromul clădirilor bolnave (Sick Building Syndrom) .....	37
2.3.7.2. TBS - Sindromul clădirilor etanșe (Tight Building Sysndrom).....	38
2.4. Parametrii climatici de calcul.....	38
2.4.1. Parametrii climatici exteriori de calcul.....	38
2.4.1.1 Instalații de încălzire centrală.....	38
2.4.1.1.1 - Temperatura aerului exterior iarna.....	38
2.4.1.1.2 - Viteza vântului iarna .....	39
2.4.1.2 Instalații de climatizare și ventilare mecanică sau naturală .....	40
2.4.1.2.1 - Perioada caldă a anului .....	40
2.4.1.2.1.1 Instalații de climatizare .....	40
2.4.1.2.1.2 Instalații de ventilare mecanică sau naturală .....	40

2.4.1.2.2. Perioada rece a anului.....	40
2.4.1.2.2.1 Instalații de climatizare .....	40
2.4.1.2.2.2 Instalații de ventilare mecanică sau naturală .....	40
2.4.2. Parametrii climatici de calcul ai aerului interior .....	40
2.4.2.1 Probleme generale .....	40
2.4.2.2 Parametrii de calcul pentru perioada caldă a anului.....	41
2.4.2.3. Parametrii de calcul pentru perioada rece a anului .....	42
<b>3. AERUL UMED</b>	
3.1 Compoziția aerului umed.....	48
3.2 Legile gazelor perfecte aplicate la studiul aerului umed.....	48
3.3 Parametrii aerului umed.....	49
3.3.1 Relații de calcul .....	49
- Exemple de calcul.....	49
3.3.2. Tabele de valori .....	49
3.3.3. Diagrame psihrometrice.....	49
3.4. Transformări simple ale aerului umed.....	50
<b>4. PROCEDEE DE TRATARE A AERULUI</b>	
4.1 Probleme generale .....	62
4.2. Tratarea aerului cu apă.....	62
4.2.1. Procese posibile de modificare a stării aerului în contact cu apa .....	63
4.2.2. Umidificarea izotermică .....	63
4.2.3. Umidificarea adiabatică .....	63
4.2.4. Procese politropice.....	64
4.3. Tratarea aerului cu abur .....	64
4.4. Tratarea aerului cu substanțe desicante.....	65
4.4.1. Tratarea aerului cu substanțe absorbante lichide.....	65
4.4.2. Tratarea aerului cu substanțe adsorbante.....	66
4.5 Sinteza posibilităților de tratare a aerului .....	66
4.6. Tratarea complexă a aerului de climatizare.....	66
4.6.1. Procese de tratare complexă a aerului iarna .....	66
4.6.1.1. Punctul de amestec M este situat deasupra curbei de saturație.....	66
4.6.1.1.1 Schema de ventilare „sus-jos“ .....	66
- Exemplu de calcul .....	68
4.6.1.1.2. Schema de ventilare „jos-sus“ .....	68
- Exemplu de calcul .....	69
4.6.1.2. Punctul de amestec M este situat sub curba de saturație.....	69
4.6.1.3. Folosirea umidificării izoterme.....	71
- Exemplu de calcul .....	71
4.6.2. Procese de tratare complexă a aerului vara .....	71
4.6.2.1. Realizarea procesului de răcire și uscare prin pulverizare de apă răcită .....	71
4.6.2.1.1. Schema de ventilare „sus-jos“ .....	71
- Exemplu de calcul .....	72
4.6.2.1.2. Schema de ventilare „jos-sus“ .....	72
4.6.2.2. Amplasarea bateriei de răcire înaintea camerei de pulverizare .....	73
4.6.2.3. Tratarea complexă cu procese de răcire și uscare în două trepte .....	73
4.6.3. Alte soluții.....	73
4.6.3.1. Sistemul de răcire a aerului folosind umidificarea adiabatică.....	73
4.6.3.2. Sistemul de tratare a aerului tip “Dessicant Cooling”.....	73
4.6.4. Procese de tratare complexă vara și iarna fără umidificarea aerului.....	76
4.6.4.1. Tratarea complexă a aerului fără umidificare și fără recuperarea căldurii din aerul evacuat în exterior.....	77
4.6.4.2. Tratarea complexă a aerului fără umidificare, cu recuperarea căldurii din aerul evacuat în exterior.....	79
<b>5. SISTEME PENTRU CLĂDIRI CIVILE</b>	
5.1. Ventilare naturală (VN).....	84
5.1.1. Ventilare naturală neorganizată .....	84
5.1.2. Ventilare naturală organizată .....	84
5.1.2.1 Factorii care asigură schimbul natural de aer .....	84
5.1.2.1.1 Presiunea termică .....	84
5.1.2.1.2. Presiunea vântului .....	85
5.1.2.1.3. Presiunea totală; presiunea convențională .....	85
5.1.2.2 Dispozitive de ventilare naturală.....	86
5.1.2.2.1 Ferestre (ochiuri mobile).....	86

5.1.2.2.2. Coșuri de ventilare .....	86
5.2. Ventilare mecanică (VM) .....	87
5.2.1. Alcătuirea unei instalații de ventilare mecanică .....	88
5.2.2. Regimuri de funcționare .....	89
5.2.3. Sisteme de ventilare mecanică .....	89
5.3. Climatizarea .....	89
5.3.1. Probleme generale .....	89
5.3.2. Clasificarea instalațiilor de climatizare. Principii de funcționare .....	91
5.3.2.1 Clasificarea instalațiilor .....	91
5.3.2.2 Principii de funcționare a instalațiilor de climatizare .....	91
5.3.3. Instalații „numai aer“ .....	92
5.3.3.1 Instalații „numai cu aer“ cu 1 canal cu debit constant .....	93
5.3.3.1.1 Instalații pentru o zonă .....	93
5.3.3.1.2 Instalații pentru mai multe zone .....	93
5.3.3.2 Instalații „numai aer“ cu debit variabil .....	95
5.3.3.3 Instalații „numai aer“ cu 2 canale .....	96
5.3.3.3.1 Probleme generale, clasificare .....	96
5.3.3.3.2 Instalații fără umidificarea aerului .....	96
5.3.3.3.3 Instalații cu umidificarea aerului .....	97
5.3.3.3.4 Aparate de amestec .....	97
5.3.3.3.5 Diagrame de reglare a parametrilor agenților termici la instalațiile cu două canale de aer .....	99
5.3.4. Instalații „aer-apă“ (cu aer primar) .....	99
5.3.4.1 Schema de principiu .....	99
5.3.4.2 Instalații „aer-apă“ cu 2 conducte .....	100
5.3.4.3 Instalații „aer-apă“ cu 3 conducte .....	101
5.3.4.4 Instalații „aer-apă“ cu 4 conducte .....	101
5.3.4.5 Aparate cu inducție .....	101
5.3.4.6 Ventilatoare .....	102
5.3.4.7 Grafice de reglare a parametrilor .....	103
5.3.5. Instalații cu încălzire terminală .....	103
5.3.6. Instalații de climatizare cu debit variabil, cu un canal și cu două canale de aer .....	104
5.3.7. Instalații de climatizare cu sisteme VAV .....	110

## 6. VENTILAREA INDUSTRIALĂ

6.1 Ventilarea naturală organizată .....	116
6.1.1. Presiunile pe suprafețele orificiilor de ventilare .....	116
- Exemple de calcul .....	116
6.1.2. Presiune convențională .....	116
- Exemple de calcul .....	116
6.1.3. Debitul de aer al orificiilor .....	117
- Exemplu de calcul .....	117
6.1.4. Dispozitive de ventilare naturală .....	118
6.1.5. Determinarea debitului de aer evacuat prin deflectoare și luminatoare .....	119
- Exemple de calcul .....	120
6.2. Instalații de ventilare locală .....	122
6.2.1. Ventilare locală prin aspirare; tipuri constructive .....	122
6.2.1.1. Dispozitive deschise .....	122
6.2.1.1.1. Hote .....	122
6.2.1.1.2. Aspirații marginale .....	123
6.2.1.2. Dispozitive semiînchise .....	123
6.2.1.3. Dispozitive închise .....	123
6.2.2. Ventilare locală prin refulare .....	124
6.2.2.1. Dușuri de aer .....	124
6.2.2.2. Perdele de aer .....	125
6.2.3. Instalații de ventilare locală prin refulare și aspirare .....	126
6.2.3.1. Tipuri constructive .....	126
6.2.3.2. Calculul băilor industriale cu refulare pe o latură și evacuare pe latura opusă .....	128
- Exemplu de calcul .....	129
6.3. Instalații de descetare .....	129
6.3.1. Probleme generale .....	129
6.3.2. Instalații cu refularea aerului jos sau sus cu dirijare spre partea inferioară a încăperii .....	130
6.3.3. Instalații de descetare cu refularea aerului în partea inferioară și suprafețe de încălzire în zona plafonului .....	130
6.3.4. Instalații de descetare cu refularea aerului la partea inferioară și superioară a încăperii .....	130
6.3.5. Instalații de descetare cu evacuarea aerului prin dispozitive de aspirație locală (DAL) .....	131

- Exempu de calcul.....	132
6.4. Instalații de desprăfuire.....	134
6.4.1. Sistemul bifazic aer-praf.....	134
6.4.1.1 Definiții și clasificări.....	134
6.4.1.2 Compoziția granulometrică (distribuția) a prafului .....	134
- Exempu de calcul .....	135
6.4.1.3 Viteza de plutire (limită de cădere).....	135
- Exempu de calcul .....	137
6.4.2. Proprietățile prafului.....	137
6.4.3. Sisteme de desprăfuire; tipuri constructive.....	138
6.4.4. Dispozitive de captare a prafului .....	139
6.4.5. Conducte: dimensionare și calculul pierderilor de sarcină.....	140
6.4.5.1 Date pentru proiectarea sistemului de conducte.....	140
6.4.5.2 Calculul pierderilor de sarcină .....	141
6.4.6. Dispozitive și accesorii montate pe conductele de desprăfuire.....	142
6.5. Aparate și instalații de epurare - Probleme generale.....	142
6.5.1. Aparate pentru epurarea aerului .....	143
6.5.2. Instalații de epurare.....	143
6.6. Instalații de ventilare de avarie.....	144
6.6.1. Descrierea instalației.....	144
6.6.2. Debitul de aer pentru avarie .....	145
6.6.3. Timpul de revenire la concentrația admisibilă după încetarea avariei .....	145
- Exemple de calcul.....	145
6.7. Transportul pneumatic .....	146
6.7.1. Probleme generale.....	146
6.7.2. Clasificarea sistemelor de transport pneumatic.....	146

## **7. ELEMENTE COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE**

7.1. Ventilatoare.....	154
7.1.1. Tipuri constructive de ventilatoare.....	154
7.1.2. Curbe caracteristice.....	155
7.1.3. Funcționarea ventilatoarelor în serie sau în paralel.....	156
7.1.4. Reglarea debitului de aer al ventilatoarelor.....	158
7.1.5. Alegerea ventilatoarelor pentru centralele de ventilare și climatizare .....	159
7.2. Baterii de încălzire.....	159
7.2.1. Baterii de încălzire cu abur și apă.....	159
7.2.2. Baterii de încălzire cu gaze de ardere.....	163
7.2.3. Baterii de încălzire electrice .....	164
7.3. Baterii pentru răcirea aerului .....	165
7.3.1. Schimbul de căldură.....	165
7.3.2. Curbe caracteristice ale bateriilor de răcire .....	165
7.4. Filtre de aer .....	166
7.4.1. Probleme generale.....	166
7.4.2. Mărimi caracteristice ale filtrelor .....	166
7.4.3. Pierderi de sarcină. Durata de colmatare.....	166
7.4.4. Tipuri constructive de filtre de aer.....	167
7.4.5. Înserierea filtrelor .....	171
7.4.6. Filtre diverse.....	171
7.5. Separatoare de praf .....	172
7.5.1. Clasificări și caracteristici tehnice.....	172
7.5.2. Alegerea separatoarelor de praf .....	173
7.5.3. Tipuri constructive de separatoare de praf.....	173
7.5.3.1 Cicloane .....	173
- Exemple de calcul.....	174
7.5.3.2 Filtre uscate .....	175
7.5.3.3 Filtre electrice .....	177
7.5.3.4 Separatoare inerțiale .....	179
7.5.3.5 Separatoare umede.....	180
7.6. Camere de pulverizare.....	183
7.6.1. Probleme generale.....	183
7.6.2. Elementele componente ale unei camere de pulverizare .....	183
7.6.3. Tipuri constructive de camere de pulverizare .....	184
7.6.4. Calculul termic de alegere a camerelor de pulverizare .....	184
- Exemple de calcul.....	185
7.6.5. Accesoriiile camerelor de pulverizare .....	186

7.7. Guri de aer .....	186
7.7.1. Probleme generale.....	186
7.7.2. Tipuri constructive; caracteristici geometrice și tehnico-funcționale.....	189
7.8. Canale de aer. Accesorii .....	203
7.8.1. Materiale folosite la realizarea canalelor .....	203
7.8.2. Elemente componente și mod de alcătuire a canalelor de aer.....	206
7.8.3. Accesoriiile canalelor de aer .....	206
<b>8. APARATE DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE</b>	
8.1. Aparate de ventilare și încălzire. Aeroterme.....	212
8.2. Generatoare de aer cald pentru locuințe.....	213
8.3. Aparate de ventilare.....	213
8.4. Aparate de ventilare de evacuare .....	214
8.5. Ventilatoare de acoperiș.....	214
8.6. Ventilatoare de perete și de plafon.....	214
8.7. Aparate de răcire, climatizare parțială și climatizare.....	215
8.7.1. Probleme generale.....	215
8.7.2. Aparate de fereastră.....	215
8.7.3. Aparate de încăpere .....	216
8.7.4. Aparate de climatizare de tip dulap .....	217
8.7.5. Aparate de climatizare modulate .....	218
8.7.6. Centrale de climatizare de acoperiș.....	220
8.7.7. Aparate de climatizare pentru locuințe.....	223
8.7.8. Aparate de climatizare multizonale.....	223
8.8. Aparate pentru umidificarea aerului .....	223
8.8.1. Aparate cu evaporare.....	223
8.8.2. Aparate cu pulverizare .....	223
8.8.3. Aparate cu abur.....	224
8.9. Aparate pentru uscarea aerului .....	225
8.9.1. Aparate cu mașină frigorifică .....	226
8.9.2. Aparate cu substanțe adsorbante sau higroscopice .....	227
8.10. Aparate pentru reducerea mirosului.....	227
8.11. Aparate pentru instalații de climatizare, cu un canal și cu două canale de aer, cu debit variabil. Variatoare pentru modificarea debitului de aer.....	227
8.11.1. Guri de aer cu debit variabil.....	227
8.11.2. Variatoare de debit .....	230
<b>9. CALCULUL ȘI DIMENSIONAREA INSTALAȚIILOR DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE</b>	
9.1. Sarcina termică a unei încăperi.....	236
9.1.1. Sarcina termică de vară (sarcina de răcire) .....	236
9.1.1.1. Aporturi de căldură .....	236
9.1.1.2. Degajări de căldură .....	247
9.1.2. Sarcina termică de iarnă (sarcina de încălzire) .....	251
9.1.2.1. Consumuri de căldură.....	251
9.1.2.2. Degajări de căldură .....	251
9.1.3. Metodă rapidă pentru calculul sarcinii de răcire a unei încăperi de climatizare.....	253
- Exemplu de calcul .....	255
9.2. Sarcina de umiditate (vapori de apă) a unei încăperi .....	256
9.2.1. Degajări și consumuri de umiditate .....	256
9.2.1.1. Degajări de umiditate de la oameni .....	256
- Exemple de calcul.....	256
9.2.1.2. Degajări de umiditate de la suprafețe libere de apă.....	256
9.2.1.2.1. Volume mari de apă .....	256
- Exemple de calcul .....	256
9.2.1.2.2. Straturi subțiri de apă.....	258
- Exemplu de calcul .....	258
9.2.1.2.3. Scurgeri permanente de apă.....	258
9.2.1.2.4. La suprafața liberă a soluțiilor apoase.....	258
- Exemplu de calcul .....	258
9.2.1.3. Degajări de umiditate de la suprafața apei în fierbere.....	259
9.2.1.4. Degajări de umiditate de la mâncare .....	259
9.2.1.5. Degajări de umiditate de la materiale care se usucă în încăpere.....	259
9.2.1.6. Degajări de umiditate de la arderea unor substanțe.....	259
9.2.1.7. Degajări de umiditate de la călcatul rufelor .....	259
9.2.1.8. Alte degajări și consumuri de umiditate.....	259
9.2.2. Calculul sarcinii de umiditate a unei încăperi .....	259
9.3. Bilanțurile de gaze, vapori și praf ale unei încăperi.....	260

9.3.1. Surse de degajări de gaze și vapori nocivi.....	260
9.3.2. Surse și degajări de praf.....	261
9.4. Debitul de aer pentru ventilarea sau climatizarea încăperilor.....	262
9.4.1. Relații generale de calcul.....	262
- Exemple de calcul.....	262
9.4.2. Debitul de aer pentru încăperi climatizate.....	262
9.4.2.1 Sistemul de ventilare „sus-jos“ „sus-sus“ sau „sus-jos/sus“.....	262
- Exemple de calcul.....	263
9.4.2.2 Sistemul de ventilare „jos-sus“.....	263
9.4.2.3 Încăperi termostatare (cu același punct de rouă vara și iarna).....	265
9.4.3. Debitul de aer pentru încăperi ventilate mecanic.....	265
- Exemple de calcul.....	266
9.4.4. Debitul de aer pentru încăperi ventilate natural.....	268
- Exemplu de calcul.....	269
9.5. Calculul și dimensionarea gurilor de aer.....	270
9.5.1. Mișcarea aerului în încăperile ventilate.....	270
9.5.2. Jeturi de aer.....	270
9.5.2.1 Clasificarea jeturilor.....	270
9.5.2.2 Jeturi libere cvasiizoterme, relații de calcul.....	271
9.5.2.3 Jeturi libere neizoterme refulate orizontal sau oblic.....	272
- Exemplu de calcul.....	273
9.5.2.4 Jeturi neizoterme verticale refulate în jos.....	274
9.5.2.5 Jeturi limitate spațial.....	274
9.5.3. Alegerea difuzoarelor de plafon.....	275
9.5.3.1 Anemostate pătrate și circulare plane și spațiale tipizate.....	275
- Exemple de calcul.....	275
9.5.4. Alegerea gurilor de refulare.....	277
- Exemplu de calcul.....	277
9.5.5. Calculul gurilor de evacuare a aerului.....	281
9.5.6. Eficiența sistemelor de ventilare.....	281
9.6. Calculul canalelor de aer.....	283
9.6.1. Dimensionarea constructivă și trasarea.....	283
- Exemplu de calcul.....	284
9.6.2. Calculul pierderilor de sarcină.....	285
9.6.3. Calculul răcirii sau încălzirii aerului pe canale.....	286
9.6.4. Pierderea de aer / aspirația de aer fals la canalele de aer.....	287
9.7. Ventilare locală.....	287
9.7.1. Calculul dispozitivelor de aspirare locală.....	287
9.7.1.1 Hote.....	288
9.7.1.2 Aspirații unilaterale și bilaterale pentru băi industriale.....	288
9.7.1.3 Calculul aspirațiilor inelare.....	291
9.7.2. Calculul nișelor.....	292
- Exemple de calcul.....	292
9.7.3. Alte instalații de ventilare locală prin refulare.....	295
9.8. Instalații de transport pneumatic.....	296
9.8.1. Viteza materialului în conductele de transport pneumatic.....	296
9.8.2. Concentrația amestecului în regim și la limita de înfundare.....	298
9.8.3. Viteza aerului; pierderile de sarcină reale ale aerului.....	299
9.8.4. Pierderile de sarcină în conductele de transport pneumatic.....	299
9.8.5. Viteza optimă de transport pneumatic.....	299
- Exemplu de calcul.....	299
<b>10. ATENUAREA ZGOMOTELOR ȘI VIBRAȚIILOR PRODUSE DE INSTALAȚIILE DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE</b>	
10.1 Noțiuni referitoare la zgomot.....	306
10.2. Nivelul presiunii acustice (zgomotului) în încăperi.....	308
10.3. Propagarea zgomotului.....	308
10.4. Surse de zgomot.....	308
- Exemplu de calcul.....	309
10.5. Atenuarea zgomotului transmis prin aer.....	311
- Exemple de calcul.....	313
10.6. Zgomotul indus de canalele de aer.....	322
10.7. Atenuarea vibrațiilor și a zgomotului transmis prin corpuri solide.....	322
- Exemple de calcul.....	326
<b>11. RECUPERAREA CĂLDURII</b>	
11.1 Probleme generale.....	330

11.1.1. Eficiența recuperatoarelor .....	330
11.1.2. Randamentul anual de recuperare .....	330
11.1.3. Sisteme de recuperare .....	331
11.2. Tipuri constructive de recuperatoare de căldură .....	331
11.2.1. Recuperatoare rotative .....	331
11.2.2. Recuperatoare cu plăci .....	332
11.2.3. Recuperatoare cu tuburi termice .....	332
11.2.4. Recuperatoare cu fluid intermediar .....	333
11.2.5. Pompe de căldură .....	334
11.2.6. Alte tipuri de recuperatoare .....	336
<b>12. REGLAREA AUTOMATĂ</b>	
12.1. Probleme generale .....	338
12.2. Elemente de reglare a debitelor de agent termic sau de aer .....	338
12.3. Reglarea instalațiilor de ventilare .....	339
12.4. Reglarea instalațiilor de climatizare parțială .....	340
12.5. Reglarea instalațiilor de climatizare .....	342
<b>13. SOLUȚII DE VENTILARE / CLIMATIZARE ÎN FUNCȚIE DE DESTINAȚIA ÎNCĂPERILOR</b>	
13.1. Clădiri publice și administrative .....	346
13.1.1. Clădiri cu birouri .....	346
13.1.2. Hoteluri .....	347
13.1.3. Magazine .....	348
13.1.4. Teatre, cinematografe .....	349
13.1.5. Amfiteatre .....	350
13.1.6. Piscine; bazine acoperite .....	351
13.1.7. Spitale; clinici .....	352
13.1.8. Folosirea energiei geotermice în instalațiile de climatizare .....	354
13.1.8.1. Instalație cu pompă termică în circuit deschis, având sursa de căldură apa freatică .....	355
- Exemplu de calcul .....	356
13.1.8.2. Instalație cu pompă termică, cu circuit închis, având ca sursă de căldură solul .....	357
13.1.8.2.1. Schimbătoare de căldură verticale, de tip sondă .....	357
- Exemplu de calcul .....	358
13.1.8.2.2. Schimbătoare de căldură orizontale, de tip colector .....	359
- Exemplu de calcul .....	359
13.1.8.3. Sistemul puț canadian .....	360
- Exemplu de calcul .....	361
13.2. Încăperi cu impurificare pronunțată a aerului .....	362
13.2.1. Bucătării .....	362
13.2.2. Toalete .....	364
13.2.3. Încăperi pentru încărcarea acumulatorilor .....	364
13.2.4. Garaje .....	364
- Exemplu de calcul .....	367
13.2.5. Tunele rutiere .....	367
13.3. Locuințe .....	374
13.4. Clădiri industriale .....	374
13.4.1. Depozite de fructe .....	374
13.4.2. Clădiri zootehnice .....	379
13.4.2.1 Probleme generale .....	379
13.4.2.2 Microclimatul încăperilor care adăpostesc animale .....	379
13.4.2.3 Izolarea termică a clădirilor pentru adăpostirea animalelor .....	381
13.4.2.4 Degajările nocive ale animalelor .....	381
13.4.2.5 Calculul debitului de aer pentru ventilare .....	381
13.4.2.6 Sisteme de ventilare folosite la clădirile zootehnice .....	382
13.4.3. Vopsitorii .....	383
13.4.3.1 Probleme generale .....	383
13.4.3.2 Filtrarea aerului proaspăt .....	383
13.4.3.3 Filtrarea aerului evacuat .....	383
13.4.3.4 Regimul de presiuni. Sistemul de ventilare .....	384
13.4.3.5 Instalații de vopsire .....	384
13.5. Centrale de ventilare, climatizare .....	384
<b>14. VERIFICAREA, REGLAREA ȘI RECEPȚIA INSTALAȚIILOR DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE</b>	
14.1. Probleme generale .....	390
14.2. Verificări preliminare .....	390
14.3. Pornirea instalației .....	390

14.4. Reglarea instalației .....	390
14.4.1 Reglarea camerelor de amestec .....	390
14.4.2 Reglarea debitului pe canalele de aer .....	391
14.5. Verificarea caracteristicilor funcționale ale echipamentelor.....	392
14.6. Verificarea parametrilor microclimatului .....	393
14.7. Recepția lucrărilor .....	393

## **F. INSTALAȚII FRIGORIFICE**

### **15. PROCEDEE DE RĂCIRE PENTRU CLIMATIZARE**

15.1. Probleme generale .....	396
15.2. Fluide utilizate în instalațiile frigorifice.....	396
15.2.1. Agenți frigorifici pentru instalații cu comprimare mecanică.....	396
15.2.1.1 Criterii de alegere a unui agent frigorific .....	396
15.2.1.2 Proprietățile agenților frigorifici .....	397
15.2.2. Agenți intermediari .....	408
15.2.3. Soluții pentru instalații cu absorbție .....	409
15.2.4. Uleiuri frigorifice .....	410
15.3. Instalații frigorifice pentru climatizare.....	412
15.3.1. Instalații bazate pe destinderea aerului comprimat .....	412
15.3.1.1 Instalația care utilizează ciclul Brayton-Joule .....	412
15.3.1.2 Instalația care utilizează destinderea într-un câmp centrifugal .....	414
15.3.2. Instalații bazate pe vaporizarea unui lichid .....	414
15.3.2.1 Instalații cu comprimare mecanică de vapori .....	414
15.3.2.1.1 Instalații cu o treaptă de comprimare.....	414
15.3.2.1.2 Instalații cu comprimare multiplă .....	418
15.3.2.2 Instalații cu absorbție .....	419
15.3.2.2.1. Instalații cu absorbție în soluție Br Li - apă.....	420
15.3.2.2.2. Instalații cu absorbție în soluție apă-amoniac .....	422
15.3.2.2.3 Instalații cu ejecție.....	423
15.3.2.3.1. Instalație teoretică (cu circuite închise).....	423
15.3.2.3.2. Instalație reală (cu circuite deschise).....	423
15.3.3. Instalații bazate pe efectul Peltier .....	425

### **16. ELEMENTE COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR FRIGORIFICE**

16.1. Compresoare .....	428
16.1.1. Clasificarea compresoarelor .....	428
16.1.2. Compresoare volumice.....	428
16.1.2.1 Mărimi caracteristice ale compresoarelor volumice.....	428
16.1.2.1.1. Caracteristici geometrice .....	428
16.1.2.1.2. Caracteristici mecanice.....	429
16.1.2.1.3. Caracteristici frigorifice .....	429
16.1.2.1.4. Caracteristici calitative .....	430
16.1.2.2 Tipuri constructive de compresoare volumice .....	430
16.1.2.2.1. Compresoare cu piston alternativ .....	430
16.1.2.2.2. Compresoare rotative .....	434
16.1.3. Compresoare centrifugale (turbocompresoare) .....	444
16.2. Condensatoare frigorifice.....	446
16.2.1. Considerații teoretice.....	446
16.2.2. Condensatoare răcite cu aer.....	447
16.2.3. Condensatoare răcite cu apă.....	449
16.2.3.1 Condensatoare cu țevi coaxiale .....	449
16.2.3.2 Condensatoare multitubulare .....	449
16.2.3.3 Condensatoare cu plăci .....	450
16.2.4. Condensatoare răcite mixt (evaporative).....	454
16.2.4.1 Condensatoare atmosferice .....	455
16.2.4.2 Condensatoare cu evaporare forțată.....	456
16.3. Vaporizatoare.....	459
16.3.1. Probleme generale.....	459
16.3.2. Vaporizatoare răcitoare de aer.....	460
16.3.2.1 Considerații practice.....	460
16.3.2.2 Decongelarea vaporizatoarelor.....	462
16.3.2.3 Dimensionarea vaporizatoarelor răcitoare de aer .....	464
16.3.2.4 Tipuri constructive de vaporizatoare pentru răcirea aerului .....	466
16.3.3. Vaporizatoare răcitoare de lichide .....	467
16.3.3.1 Tipuri constructive de vaporizatoare răcitoare de lichide .....	467

16.3.3.2 Dimensionarea vaporizatoarelor răcitoare de lichide.....	471
16.4. Aparatură de reglare și comandă.....	475
16.4.1. Probleme generale.....	475
16.4.2. Dispozitive de comandă automată .....	476
16.4.2.1 Dispozitive de pornire și oprire automată.....	476
16.4.2.2 Dispozitive de alimentare cu agent frigorific.....	476
16.4.2.3 Dispozitive de alimentare cu agenți secundari .....	480
16.4.3. Dispozitive de protecție automată .....	482
16.5. Aparatură auxiliară .....	483
16.5.1. Separatorul de ulei .....	483
16.5.2. Separatorul de lichid .....	483
16.5.3. Butelia de aspirație.....	484
16.5.4. Rezervorul de lichid.....	484
16.5.5. Separatorul acumulator .....	484
16.5.6. Butelia de răcire intermediară.....	484
16.5.7. Subrăcitorul de lichid.....	485
16.5.8. Dezaeratorul .....	488
16.5.9. Dezhidrotorul.....	489
16.5.10. Filtrul.....	490
16.5.11. Pompa de agent frigorific.....	490
16.5.12 Bazinul răcitor .....	491
16.5.13 Agitatorul.....	491
16.5.14 Turnul de răcire.....	491
16.6. Conducte, armături, izolații.....	495
16.6.1. Conducte.....	495
16.6.2. Armături.....	498
16.6.3. Izolații frigorifice .....	499
<b>17. SISTEME DE INSTALAȚII FRIGORIFICE PENTRU CLIMATIZARE</b>	
17.1. Instalații de climatizare cu răcire directă .....	502
17.1.1. Sisteme monobloc.....	502
17.1.1.1. Centrala de tratare a aerului.....	502
17.1.1.2. Sisteme de tratare locală a aerului .....	504
17.1.2. Sisteme cu unități separate (split).....	506
17.1.2.1. Sistemul monosplit .....	506
17.1.2.2. Sistemul multisplit .....	507
17.2. Instalații de climatizare cu răcire indirectă.....	507
17.2.1. Sisteme cu baterie de răcire, cu apă rece.....	508
17.2.2. Sisteme cu cameră de pulverizare a apei reci .....	509
17.2.3. Grupuri de răcire a apei.....	510
17.2.3.1. Grupuri de răcire a apei cu comprimare mecanică.....	510
17.2.3.2. Grupuri de răcire a apei cu turbocompresor .....	511
17.2.3.3. Grupuri de răcire a apei cu absorbție.....	511
17.2.3.4. Grupuri de răcire a apei cu ejecție .....	512
17.3. Acumularea frigului.....	513
17.3.1. Sistemul de stocare completă .....	513
17.3.2. Sistemul de stocare parțială .....	513
<b>18. MONTAREA ȘI EXPLOATAREA INSTALAȚIILOR FRIGORIFICE</b>	
18.1. Montarea instalațiilor frigorifice.....	518
18.1.1. Amplasarea .....	518
18.1.2. Instrucțiuni de montare.....	518
18.2. Exploatarea instalațiilor frigorifice.....	519
18.2.1. Probarea.....	519
18.2.2. Punerea în funcțiune.....	520
18.2.3. Exploatarea .....	520
18.2.4. Limitarea zgomotului.....	521
18.3. Depanarea instalațiilor frigorifice .....	522
<b>T. ELEMENTE DE TERMOTEHNICĂ</b>	
<b>19. TRANSFERUL DE CĂLDURĂ ȘI DE MASĂ</b>	
19.1. Conducția termică.....	526
19.2. Convecția.....	528
19.2.1. Convecția liberă în spații nelimitate .....	529
19.2.2. Convecția liberă în spații limitate.....	530

19.2.3. Convecția forțată .....	530
19.2.4. Transferul de căldură la condensarea vaporilor .....	532
19.2.5. Transferul de căldură la fierberea lichidelor .....	533
19.2.6. Transferul de masă .....	533
19.3. Radiația termică .....	534
19.3.1. Mărimi și legi fundamentale .....	534
19.3.2. Transferul de căldură prin radiație între corpurile solide .....	536
19.3.3. Coeficientul de radiație hr .....	537
19.4. Transferul global de căldură .....	537
19.4.1. Coeficientul global de transfer termic, U .....	537
19.4.2. Diferența medie logaritmică de temperatură, $\Delta T_{med}$ .....	537
19.4.3. Recalcularea parametrilor schimbătoarelor de căldură la alți parametri decât cei nominali .....	538
- Exemplu de calcul .....	539
19.4.4. Straturi de aer cu grosime mică .....	539
19.4.5. Intensificarea schimbului termic .....	539
19.4.6. Frânarea transferului global de căldură (izolarea termică) .....	541
- Exemplu de calcul .....	542

## E. EFICIENȚA ENERGETICĂ A INSTALAȚIILOR

### 20. EFICIENȚA ENERGETICĂ A INSTALAȚIILOR DE VENTILARE ȘI CLIMATIZARE

20.1. Oportunitatea prevederii unei instalații de climatizare (răcire) .....	558
20.1.1. Temperatura interioară în sezonul cald .....	558
20.1.2. Metodologia de calcul .....	559
20.1.3. Stabilirea temperaturii interioare a unei încăperi neclimatizate în perioada de vară .....	561
20.2. Calculul necesarului de energie pentru răcirea clădirilor .....	562
20.2.1. Conținut general, diagrame energetice .....	562
20.2.2. Calculul necesarului de energie pentru răcirea clădirilor și al consumului de energie pentru climatizare - metoda de calcul lunară .....	562
20.3. Date climatice .....	571

### 21. EFICIENȚA ENERGETICĂ A INSTALAȚIILOR FRIGORIFICE

21.1. Analiza exergetică a proceselor din instalația frigorifică .....	576
21.1.1. Cazul instalației frigorifice cu amoniac .....	576
21.1.1.1. Analiza exergetică a proceselor reversibile (funcționarea teoretică) .....	576
21.1.1.2. Analiza exergetică a proceselor ireversibile (funcționarea reală) .....	577
21.1.2. Cazul instalației frigorifice cu freon .....	580
21.2. Influențe asupra eficienței energetice a instalației frigorifice .....	581
21.2.1. Influențe datorate tipului de instalație frigorifică utilizată .....	581
21.2.2. Influențe datorate sistemului frigorific .....	582
21.2.3. Influențe datorate ciclului frigorific utilizat .....	583
21.2.4. Influențe datorate fluidului frigorific .....	584
21.2.5. Influențe datorate construcției instalației frigorifice .....	584
21.3. Legătura între eficiența energetică a instalației frigorifice și impactul acesteia asupra mediului .....	586

## A. ANEXE

### 22. UNITĂȚI DE MĂSURĂ

22.1. Unități de măsură ale Sistemului Internațional (SI) .....	590
22.2. Prefixele unităților de măsură .....	590
22.3. Conversia principalelor unități de măsură .....	590
22.4. Conversia dintre unitățile de măsură ale SI și unitățile de măsură anglo-saxone .....	590
22.5. Conversia dintre gradele Fahrenheit și gradele Celsius .....	590