

**Inteligentny budynek : poradnik projektanta, instalatora i użytkownika /
Krzysztof Duszczyk, Andrzej Dubrawski, Albert Dubrawski, Marcin
Pawlik, Mariusz Szafrąński. – Wydanie I. – Warszawa, copyright 2019**

Spis treści

Wprowadzenie	XVII
Wstęp	XIX
1. Podstawowe pojęcia	1
1.1 Rodzaje sieci	1
1.2 Elementy sieci	1
1.3. Topologie sieci lokalnych	2
1.4. Media transmisyjne	3
1.4.1. Kabel koncentryczny (BNC)	4
1.4.2. Kable miedziane (skrętki parowe)	4
1.4.3. Światłowód	5
1.4.4. Energetyczna sieć zasilająca	6
1.4.5. Systemy bezprzewodowe	6
1.4.5.1. Częstotliwość radiowa	6
1.4.5.2. Podczerwień	7
1.5. Panele HM1	7
1.6. Okablowanie strukturalne	8
1.7. Klasyfikacja systemów IB	9
1.7.1. Systemy o sterowaniu centralnym	10
1.7.2. Systemy o inteligencji rozproszonej	11
1.7.3. Systemy firmowe	12
1.8. System zarządzający BMS	12
2. Instalacje inteligentnego budynku	15
2.1. Instalacje HVAC	15
2.2. Instalacja oświetleniowa	17
2.3. Systemy bezpieczeństwa (SMS, DMS)	19
2.3.1. System Kontroli Dostępu (SKD)	20
2.3.2. System sygnalizacji włamania i napadu (SSWiN)	26
2.3.3. System telewizji dozorowej CCTV	28
2.3.4. Dźwiękowy System Ostrzegawczy (DSO)	31
2.3.5. System sygnalizacji pożarowej (SSP)	32
2.4. Instalacja zasilająca inteligentnego budynku	34
2.5. System monitoringu i zarządzania zużyciem mediów	38
3. System LCN	39
3.1. Wprowadzenie	39
3.2. Charakterystyka systemu	40

3.2.1. Obszar i zakres zastosowań	42
3.2.2. Topologia	42
3.2.3. Łączenie instalacji LCN za pośrednictwem sieci komputerowych	44
3.2.4. Media transmisyjne	44
3.2.5. Podstawowe elementy	44
3.3. Budowa urządzeń LCN	45
3.3.1. Wyrobniki/aktory/sensory	46
3.3.2. Moduły logiczne	46
3.3.3. Urządzenia i oprogramowanie centralizujące	46
3.3.4. Panele dotykowe	49
3.3.5. Oprogramowanie narzędziowe LCN Pro	49
3.3.6. Monitoring, wizualizacja, zdalne sterowanie	51
3.4. Koncepcja, projektowanie, realizacja	54
3.4.1. Projektowanie instalacji elektrycznej LCN	54
3.4.2. Projektowanie funkcjonalności urządzeń LCN	55
3.4.3. Projektowanie instalacji LCN w narzędziu LCN Pro	55
3.5. Instalacja oraz pierwsze uruchomienie LCN Pro	55
3.5.1. Opis menu	56
3.5.2. Tworzenie projektu w LCN Pro	56
3.5.3. Parametryzacja i programowanie urządzeń LCN	57
3.5.4. Montaż i uruchomienie	58
3.6. Eksploatacja systemu LCN	58
3.6.1. Najczęściej używane funkcje i narzędzia programowe	59
3.6.2. Optymalna instalacja	60
3.6.3. Rozbudowa w oparciu o przewód magistralny	61
3.6.4. Rozbudowa na podstawie sieci komputerowej	62
3.6.5. Rozbudowa na bazie transmisji radiowej	62
3.6.6. Rozbudowa na podstawie urządzeń mobilnych	62
3.6.7. Rozbudowa na bazie pilotów IR	62
3.6.8. Rozbudowa w oparciu o urządzenia z innych automatyk	62
3.7. Podstawowe cechy ogólne instalacji LCN	62
3.7.1. Podstawowe zalety LCN	63
3.7.2. Podstawowe wady	64
4. KNX	65
4.1. Opis systemu	65
4.1.1. Charakterystyka systemu	65
4.1.2. Obszar i zakres zastosowań	66
4.1.3. Topologia	68
4.1.3.1. Linia (linia podrzędna)	70
4.1.3.2. Linia główna	71
4.1.3.3. Linia obszarowa	72
4.1.3.4. Podział na segmenty	74
4.1.3.5. Łączenie instalacji KNX za pośrednictwem sieci komputerowych	74
4.1.3.6. Rozbudowa instalacji KNX TP za pomocą urządzeń radiowych	76
KNX RF	76
4.1.3.7. Rozbudowa instalacji magistralnej za pośrednictwem bramek	

do innych systemów	78
4.1.4. Media transmisyjne	79
4.1.4.1. KNXTP	79
4.1.4.2. KNXRF	79
4.1.4.3. KNX IP	80
4.1.4.4. KNX PL	80
4.1.5. Podstawowe elementy	81
4.1.5.1. Budowa urządzeń KNX	82
4.1.5.2. Urządzenia systemowe	83
4.1.5.3. Czujniki/sensory	89
4.1.5.4. Wyrobniki/aktory	98
4.1.5.5. Moduły logiczne	110
4.1.5.6. Urządzenia centralizujące	111
4.1.5.7. Panele dotykowe	115
4.1.5.8. Urządzenia zapewniające bezpieczeństwo	117
4.1.6. Adresowanie	119
4.1.6.1. Adresy fizyczne	119
4.1.6.2. Adresy grupowe	121
4.1.6.3. Różnice między adresami fizycznymi a grupowymi	123
4.1.6.4. Budowa telegramu	124
4.1.7. Oprogramowanie narzędziowe ETS	125
4.1.8. Monitoring, wizualizacja, zdalne sterowanie	127
4.2. Projektowanie i wykonawstwo	131
4.2.1. Projektowanie instalacji elektrycznej KNX	132
4.2.2. Projektowanie funkcjonalności urządzeń obsługowych KNX	140
4.2.3. Projektowanie instalacji KNX w ETS	143
4.2.3.1. Instalacja i pierwsze uruchomienie ETS5	143
4.2.3.2. Opis menu	145
4.2.3.3. Tworzenie projektu	147
4.2.3.4. Parametryzacja urządzeń KNX	150
4.2.3.5. Konfiguracja wyrobników	152
4.2.3.6. Konfiguracja adresów grupowych	156
4.2.4. Wykonawstwo	171
4.3. Eksploatacja systemu KNX	183
4.3.1. Najczęściej używane funkcje	183
4.3.1.1. Sterowanie oświetleniem	183
4.3.1.2. Sterowanie roletami i żaluzjami	185
4.3.1.3. Sterowanie ogrzewaniem	186
4.3.1.4. Sterowanie klimatyzacją	186
4.3.1.5. Sterowanie wentylacją	187
4.3.1.6. Zarządzenie zużyciem energii	187
4.3.1.7. Wizualizacja stanów	188
4.3.2. Instalacja zorientowana na przyszłość	188
4.3.2.1. Przezorna instalacja	188
4.3.2.2. Rozbudowa w oparciu o przewód magistralny	189
4.3.2.3. Rozbudowa w oparciu o sieć komputerową	190
4.3.2.4. Rozbudowa w oparciu o transmisję radiową	191

4.3.2.5. Rozbudowa w oparciu o urządzenia mobilne	191
4.3.2.6. Rozbudowa w oparciu o piloty IR	192
4.3.2.7. Rozbudowa w oparciu o urządzenia z innych automatyk	193
4.3.3. Podstawowe cechy instalacji KNX	193
4.3.3.1. Podstawowe zalety	193
4.3.3.2. Podstawowe wady	194
4.3.3.3. Podsumowanie	195
5. System BACnet	197
5.1. Wstęp	197
5.2. Architektura protokołu	198
5.2.1. BACnet z punktu widzenia projektanta	198
5.2.2. BACnet z punktu widzenia instalatora	199
5.2.3. BACnet z punktu widzenia użytkownika	200
5.3. Obiekty BACnet	201
5.3.1. Podstawowe reguły dotyczące obiektów BACnet	201
5.3.1.1. Identyfikacja obiektów	201
5.3.1.2. Typ obiektu	201
5.3.1.3. Nazwa obiektu	202
5.3.1.4. Instancja urządzenia	202
5.3.1.5. Nazwa urządzenia	202
5.3.1.6. Lista właściwości	202
5.3.1.7. Typ obiektu i zgodność właściwości	202
5.3.1.8. Wymagane i opcjonalne właściwości	203
5.3.1.9. Niedokładności w zapisie wartości	204
5.3.1.10. Właściwości tablicy w standardzie BACnet	204
5.3.1.11. Właściwości listy w standardzie BACnet	205
5.3.1.12. Dodatkowe identyfikatory obiektów	205
5.3.1.13. Daty określone i nieokreślone oraz porównywanie dat	206
5.3.1.14. Pojęcie niezawodności obiektów BACnet	206
5.3.2. Access Door	208
5.3.3. Access Credential	209
5.3.4. Access Point	210
5.3.5. Access Rights	211
5.3.6. Access User	212
5.3.7. Access Zone	213
5.3.8. Accumulator	213
5.3.9. Alert Enrollment	214
5.3.10. Analog Input	215
5.3.11. Analog Output	215
5.3.12. Analog Value	215
5.3.13. Averaging	215
5.3.14. Binary Input	216
5.3.15. Binary Lighting Output	216
5.3.16. Binary Output	218
5.3.17. Binary Value	218
5.3.18. BitString Value	218

5.3.19. Calendar	219
5.3.20. Channel	219
5.3.21. Character String Value	219
5.3.22. Command	220
5.3.23. Credential Data Input	222
5.3.24. Date Pattern Value	222
5.3.25. DateTime Pattern Value	223
5.3.26. DateTime Value	223
5.3.27. Date Value	224
5.3.28. Device	224
5.3.29. Elevator Group	224
5.3.30. Escalator	224
5.3.31. Event Enrollment	225
5.3.32. Event Log	225
5.3.33. File	226
5.3.34. Global Group	226
5.3.35. Group	227
5.3.36. Integer Value	227
5.3.37. Large Analog Value	227
5.3.38. Life Safety Point	227
5.3.39. Life Safety Zone	228
5.3.40. Lift	228
5.3.41. Lighting Output	229
5.3.42. Load Control	231
5.3.43. Loop	232
5.3.44. Multi-state Input	232
5.3.45. Multi-state Output	233
5.3.46. Multi-state Value	233
5.3.47. Network Port	233
5.3.48. Network Security	234
5.3.49. Notification Class	234
5.3.50. Notification Forwarder	235
5.3.51. OctetString Value	236
5.3.52. Positive Integer Value	236
5.3.53. Program	237
5.3.54. Pulse Converter	237
5.3.55. Schedule	237
5.3.56. Structured View	238
5.3.57. Time Value	238
5.3.58. Time Pattern Value	238
5.3.59. Timer Object	239
5.3.60. Trend Log	239
5.3.61. Trend Log Multiple	240
5.4. Ustandaryzowane właściwości obiektów BACnet	241
5.4.1. Acked_Transitions	242
5.4.2. Ack_Required	242
5.4.3. Action	242

5.4.4. Active_COV_Subscriptions	242
5.4.5. Active_Text	242
5.4.6. Actual_Shed_Level	242
5.4.7. Adjust_Value	243
5.4.8. Alarm_Value	243
5.4.9. Alarm_Values	243
5.4.10. Align_Intervals	243
5.4.11. APDU_Length	244
5.4.12. APDU_Segment_Timeout	244
5.4.13. APDU_Timeout	244
5.4.14. Application_Software_Version	244
5.4.15. Archive	244
5.4.16. Attempted_Samples	244
5.4.17. Auto_Slave_Discovery	245
5.4.18. Average_Value	245
5.4.19. Backup_Failure_Timeout	245
5.4.20. BACnet_IP_Address	245
5.4.21. BACnet_IP_Default_Gateway	245
5.4.22. BACnet_IP_DHCP_Enable	246
5.4.23. BACnet_IP_DHCP_Lease_Time	246
5.4.24. BACnet_IP_DHCP_Lease_Time_Remaining	246
5.4.25. BACnet_IP_DHCP_Server	246
5.4.26. BACnet_IP_DNS_Server	246
5.4.27. BACnet_IP_Global_Address	247
5.4.28. BACnet_IP_Multicast_Address	247
5.4.29. BACnet_IP_NAT_Traversal	247
5.4.30. BACnet_IP_Subnet_Mask	247
5.4.31. BACnet_IP_UDP_Port	247
5.4.32. BBMD_Accept_FD_Registrations	247
5.4.33. BBMD_Broadcast_Distribution_Table	248
5.4.34. BBMD_Foreign_Device_Table	248
5.4.35. Bias	249
5.4.36. Bit_Text	249
5.4.37. Blink_Warn_Enable	249
5.4.38. Buffer_Size	249
5.4.39. Change_Of_State_Count	249
5.4.40. Change_Of_State_Time	250
5.4.41. Changes_Pending	250
5.4.42. Client_COV_Increment	250
5.4.43. Command	250
5.4.44. Configuration_Files	250
5.4.45. Controlled_Variable_Reference	250
5.4.46. Controlled_Variable_Units	251
5.4.47. Controlled_Variable_Value	251
5.4.48. Count	251
5.4.49. Count_Before_Change	251
5.4.50. Count_Change_Time	251

5.4.51. COV_Increment	251
5.4.52. COV_Resubscription_Interval	251
5.4.53. Database_Revision	252
5.4.54. Date_List	252
5.4.55. Daylight_Savings_Status	252
5.4.56. Deadband	252
5.4.57. Default_Fade_Time	252
5.4.58. Default_Ramp_Rate	253
5.4.59. Default_Step_Increment	253
5.4.60. Derivative_Constant	253
5.4.61. Derivative_Constant_Units	253
5.4.62. Description	253
5.4.63. Description_Of_Halt	253
5.4.64. Device_Address_Binding	254
5.4.65. Device_Type	254
5.4.66. Duty_Window	254
5.4.67. Effective_Period	254
5.4.68. Egress_Active	254
5.4.69. Egress_Time	254
5.4.70. Elapsed_Active_Time	255
5.4.71. Enable	255
5.4.72. Error_Limit	255
5.4.73. Event_Algorithm_Inhibit	255
5.4.74. Event_Algorithm_Inhibit_Ref	255
5.4.75. Event_Detection_Enable	255
5.4.76. Event_Enable	256
5.4.77. Event_Message_Texts	256
5.4.78. Event_Message_Texts_Config	256
5.4.79. Event_Parameters	256
5.4.80. Evcnt_State	257
5.4.81. Event_Time_Stamps	257
5.4.82. Event_Type	257
5.4.83. Exception_Schedule	257
5.4.84. Expected_Shed_Level	257
5.4.85. Fault_Parameters	257
5.4.86. Fault_Type	258
5.4.87. Fault_Values	258
5.4.88. FD_BBMD_Address	258
5.4.89. FD_Subscription_Lifetime	258
5.4.90. FeedbackValue	258
5.4.91. File_Access_Method	259
5.4.92. File_Size	259
5.4.93. File_Type	259
5.4.94. Firmware_Revision	259
5.4.95. Full_Duty_Baseline	259
5.4.96. High_Limit	259
5.4.97. Inactive_Text	260

5.4.98. In_Progress	260
5.4.99. Instance_Of	260
5.4.100. Instantaneous_Power	260
5.4.101. Integral_Constant	260
5.4.102. Integral_Constant_Units	260
5.4.103. Interval_Offset	260
5.4.104. Is_UTC	261
5.4.105. Last_Notify_Record	261
5.4.106. Last_Restore_Time	261
5.4.107. Lighting_Command	261
5.4.108. Lighting_Command_Default_Priority	261
5.4.109. Limit_Enable	262
5.4.110. Limit_Monitoring_Interval	262
5.4.111. Link_Speed	262
5.4.112. Link_Speeds	262
5.4.113. Link_Speed_Autonegotiate	262
5.4.114. List_Of_Fault_Values	262
5.4.115. List_Of_Object_Property_References	263
5.4.116. Local_Date	263
5.4.117. Local_Forwarding_Only	263
5.4.118. Local_Time	263
5.4.119. Location	263
5.4.120. Log_Buffer	263
5.4.121. Log_Device_Object_Property	263
5.4.122. Logging_Object	264
5.4.123. Logging_Record	264
5.4.124. Logging_Type	264
5.4.125. Log_Interval	264
5.4.126. Low_Limit	264
5.4.127. MAC_Address	264
5.4.128. Manipulated_Variable_Reference	265
5.4.129. Manual_Slave_Address_Binding	265
5.4.130. Max_APDU_Length_Accepted	265
5.4.131. Maximum_Output	265
5.4.132. Maximum_Value	265
5.4.133. Maximum_Value_Timestamp	265
5.4.134. Max_Actual_Value	266
5.4.135. Max_Info_Frames	266
5.4.136. Max_Master	266
5.4.137. Max_Pres_Value	266
5.4.138. Max_Segments_Accepted	266
5.4.139. Minimum_Off_Time	267
5.4.140. Minimum_On_Time	267
5.4.141. Minimum_Output	267
5.4.142. Minimum_Value	267
5.4.143. Minimum_Value_Timestamp	267
5.4.144. Min_Actual_Value	267

5.4.145. Min_Pres_Value	268
5.4.146. Model_Name	268
5.4.147. Modification_Date	268
5.4.148. Network_Interface_Name	268
5.4.149. Network_Number	268
5.4.150. Network_Number_Quality	268
5.4.151. Network_Type	269
5.4.152. Node_Subtype	269
5.4.153. Node_Type	269
5.4.154. Notification_Class	269
5.4.155. Notification_Threshold	269
5.4.156. Notify_Type	269
5.4.157. Number_Of_APDU_Retries	270
5.4.158. Number_Of_States	270
5.4.159. Object_Identifier	270
5.4.160. Object_List	270
5.4.161. Object_Name	270
5.4.162. Object_Property_Reference	270
5.4.163. Object_Type	271
5.4.164. Out_Of_Service	271
5.4.165. Output_Units	271
5.4.166. Polarity	271
5.4.167. Port_Filter	271
5.4.168. Power	272
5.4.169. Prescale	272
5.4.170. Present_Value	272
5.4.171. Priority	272
5.4.172. Priority_Array	272
5.4.173. Priority_For_Writing	273
5.4.174. Process_Identifier_Filter	273
5.4.175. Profile_Name	273
5.4.176. Program_Change	273
5.4.177. Program_Location	273
5.4.178. Program_State	273
5.4.179. Property_List	273
5.4.180. Proportional_Constant	274
5.4.181. Proportional_Constant_Units	274
5.4.182. Protocol_Object_Types_Supported	274
5.4.183. Protocol_Revision	274
5.4.184. Protocol_Services_Supported	274
5.4.185. Protocol_Version	274
5.4.186. Pulse_Rate	274
5.4.187. Read_Only	275
5.4.188. Reason_For_Halt	275
5.4.189. Recipient_List	275
5.4.190. Record_Count	275
5.4.191. Records_Since_Notification	275

5.4.192. Reliability	275
5.4.193. Reliability_Evaluation_Inhibit	276
5.4.194. Relinquish_Default	276
5.4.195. Requested_Shed_Level	276
5.4.196. Resolution	276
5.4.197. Routing_Table	276
5.4.198. Scale	277
5.4.199. Scale_Factor	277
5.4.200. Schedule_Default	277
5.4.201. Segmentation_Supported	277
5.4.202. Setpoint	277
5.4.203. Setpoint_Reference	278
5.4.204. Shed_Duration	278
5.4.205. Shed_Levels	278
5.4.206. Shed_Level_Descriptions	278
5.4.207. Slave_Address_Binding	278
5.4.208. Slave_Proxy_Enable	278
5.4.209. Start_Time	279
5.4.210. State_Description	279
5.4.211. State_Text	279
5.4.212. Status_Flags	279
5.4.213. Stop_Time	280
5.4.214. Stop_When_Full	280
5.4.215. Structured_Object_List	280
5.4.216. Subordinate_Annotations	280
5.4.217. Subordinate_List	280
5.4.218. Subscribed_Recipients	280
5.4.219. System_Status	281
5.4.220. Time_Delay	281
5.4.221. Time_Delay_Normal	281
5.4.222. Time_Of_Active_Time_Reset	281
5.4.223. Time_Of_Device_Restart	281
5.4.224. Time_Of_State_Count_Reset	281
5.4.225. Time_Synchronization_Interval	282
5.4.226. Time_Synchronization_Recipients	282
5.4.227. Total_Record_Count	282
5.4.228. Tracking_Value	282
5.4.229. Transition	282
5.4.230. Trigger	282
5.4.231. Units	283
5.4.232. Update_Interval	283
5.4.233. Update_Time	283
5.4.224. UTC_Offset	283
5.4.225. UTC_Time_Synchronization_Recipients	283
5.4.226. Valid_Samples	284
5.4.227. Value_Before_Change	284
5.4.228. Value_Change_Time	284

5.4.229. Value_Set	284
5.4.230. Variance_Value	284
5.4.231. Vendor_Identifier	285
5.4.232. Vendor_Name	285
5.4.233. Virtual_MAC_Address_Table	285
5.4.234. Weekly_Schedule	285
5.4.235. Window_Interval	285
5.4.236. Window_Samples	286
5.5. Serwisy BACnet (usługi)	286
5.5.1. Usługi związane z raportowaniem zmiany wartości	286
5.5.1.1. Usługa SubscribeCOV	287
5.5.1.2. Usługa SubscribeCOVProperties	288
5.5.1.3. Usługa SubscribeCOVMultipleProperties	288
5.5.1.4. ConfirmedCOVNotification	288
5.5.1.5. UnconfirmedCOVNotification	288
5.5.1.6. ConfirmedCOVMultipleNotification	289
5.5.1.7. UnconfirmedCOVNotification	289
5.5.2. Usługi związane z raportowaniem zdarzeń	289
5.5.2.1. Algorytmy dotyczące zdarzeń	291
5.5.2.2. Algorytmy dotyczące błędów	293
5.5.2.3. AcknowledgeAlarm	294
5.5.2.4. ConfirmedEventNotification	294
5.5.2.5. UnconfirmedEventNotification	294
5.5.2.6. GetAlarmSummary	294
5.5.2.7. GetEnrollmentSummary	295
5.5.2.8. GetEventInformation	295
5.5.2.9. LifeSafetyOperation	295
5.5.3. Usługi związane z dostępem do plików	295
5.5.3.1. AtomicReadFile	296
5.5.3.2. AtomicWriteFile	296
5.5.4. Usługi związane z dostępem do obiektów	296
5.5.4.1. AddListElement	296
5.5.4.2. RemoveListElement	296
5.5.4.3. CreateObject	296
5.5.4.4. DeleteObject	297
5.5.4.5. ReadProperty	297
5.5.4.6. ReadPropertyMultiple	297
5.5.4.7. ReadRange	297
5.5.4.8. WriteProperty	297
5.5.4.9. WritePropertyMultiple	298
5.5.4.10. WriteGroup	298
5.5.5. Usługi dotyczące zdalnego zarządzania urządzeniami	298
5.5.5.1. DeviceCommunicationControl	298
5.5.5.2. ConfirmedPrivateTransfer	299
5.5.5.3. UnconfirmedPrivateTransfer	299
5.5.5.4. ReinitializeDevice	299
5.5.5.5. ConfirmedTextMessage	299

5.5.5.6. UnconfirmedTextMessage	300
5.5.5.7. TimeSynchronization	300
5.5.5.8. UTCTimeSynchronization	300
5.5.5.9. Who-Has and I-Have	300
5.5.5.10. Who-Is and I-Am	301
5.5.6. Usługi związane z wirtualnym terminalem	301
5.5.6.1. Model połączenia terminalowego	301
5.5.6.2. VT-Open	301
5.5.6.3. VT-Close	302
5.5.6.4. VT-Data	302
5.5.6.5. Znaki dopuszczalne do przesłania usługami terminalowymi	302
5.6. Kody błędów BACnet	302
5.6.1. Urządzenie BACnet	302
5.6.2. Obiekt BACnet	303
5.6.3. Zasoby BACnet	304
5.6.4. Usługi związane z bezpieczeństwem urządzenia BACnet	304
5.6.5. Usługi związane z urządzeniami BACnet	306
5.6.6. Błędy - usługi związane z komunikacją między urządzeniami BACnet	308
5.6.7. Błędy - usługi związane z komunikacją przez Virtual Terminal	311
5.6.8. Błędy związane z odrzuceniem potwierdzonego PDU	311
5.6.9. Błędy związane z anulowaniem potwierdzonego PDU	312
5.7. Ocena standardu BACnet	313
Zakończenie	315
Literatura	322