



Elkraftnät

Uppbyggnad, funktion,
hjälp- och kringssystem

Kent Mayer

kent.m.mayer@gmail.com

Innehållsförteckning

1. Förord.....	9
2. Författaren Kent Mayer	9
3. Elkraftnätets historik	10
4. Svenska Kraftnät (SvK) har systemansvaret	11
5. Elkraftnätets uppgift.....	11
6. Elkraftnätet, struktur och uppdelning.....	12
ALLMÄNT	14
7. Elanläggning	14
8. Elnätsföretag, elhandelsföretag, elanvändare	14
9. Installerad effekt och årlig energiproduktion i Sverige	15
10. Sveriges elanvändning och export av el	15
11. Överföringsnitt och elområden	15
12. System och komponenter i och kring elkraftnätet	17
13. Enlinjeschema	18
14. De olika elektriska överföringsnäten i Sverige	19
15. Energilagring.....	20
16. Drift och övervakning av elkraftnätet	21
17. Frekvensen	21
18. Kraftsystemstabilitet	22
19. Effektreserv	23
20. Momentanbalans och reglerstyrka	24
21. Storstörningar i elkraftnätet	24
22. Storstörningar i världen	24
23. Trygg elförsörjning i Sverige	26
24. Lokala system och skydd.....	27
25. Den nordiska elmarknaden.....	27
26. Förbättrad- och ny teknik och nya affärsmodeller	28
27. Tillgänglighet och tillförlitlighet	28
28. Redundans.....	29
29. ENTSO-E	29
30. Smarta elnät	29
31. Smarta elnätslösningar i praktiken	30
32. Likströmstekniken	34

33. Formler	34
34. Begrepp inom trefasssystemet	34
35. Svavelhexafluorid (SF ₆).....	35
MAGASINERING	36
36. Generering, magasinering och reglerbarhet.....	36
37. Hetvattenackumulatortank.....	37
38. Pumpkraftverk	37
39. Batterilager	38
40. Vätgasteknik	38
41. Luftlagringsenergi	38
GENERERING	39
42. Förnybara energikällor.....	39
43. Solenergi.....	39
44. Vattenkraftverk.....	40
45. Turbintyper och tilloppstuber till turbinerna.....	41
46. Kavitation.....	42
47. Vindkraftverk	42
48. Pumpkraftverk	44
49. Gasturbiner	45
50. Vätgas	45
51. Generatorskydd	46
52. Transformatorskydd.....	46
53. Underhåll och underhållsintervall, primärkomponenter	47
TRANSMISSION	48
54. Ett transmissionsnäts uppbyggnad.....	48
55. Spänningstopologi.....	48
56. Utlandsförbindelser	49
57. Krafttransformatorn.....	49
58. Lindningskopplaren.....	53
59. Luftledningar.....	54
60. Magnetfält och elektriska fält	57
61. Ledningsskydd.....	58
62. Transformatorskydd.....	59
63. Reaktiv effektkompensering	59
64. Olika typer av reaktiv effektkompensering	61
65. HVDC-länk.....	62
66. Koronaeffekten	65

67. Skinneffekten	65
68. Ferrantieffekten	65
DISTRIBUTION	67
69. Ett distributionsnäts uppbyggnad	67
70. Elkraftnätets topologi	67
71. Maskade elkraftsnät	67
72. Radiella elkraftsnät	68
73. Elkvalitet	68
74. Substationsbegreppet	70
75. Makadam	71
76. Substationsbyggnad	72
77. Tunga intermittenta laster som elfordon	72
78. Hamnanslutning	73
79. Elmätarna i Sverige	73
80. Elkostnader	74
NEDAN DEL = FÖRDJUPNINGSSOMRÅDEN.	75
ÖVRIGA GEMENSAMMA KOMPONENTER.	75
81. Effektbrytaren	75
82. Ventilavledare	76
83. Frånskiljaren	77
84. Jordningskopplaren	77
85. Samlingskenor	78
86. Strömtransformatorn (CT)	79
87. Spänningstransformatorn (VT)	80
88. Mätvärdesomvandlaren	80
89. NCIT-instrument	81
90. Ställverksfack	82
91. Isolatorn och isolatorkedjor	83
92. Ljusbågshorn	83
93. Vibrationsdämpare	84
94. Markkabel	84
95. Anläggningskostnader, luftledning och markkabel	85
96. Fiberkablage	86
97. Ledningskollen	86
98. Systemjordning	87
99. Potentialutjämning	89
100. Kortslutningskrafter (hållfastighet)	89

101. OPGW och OPPW	90
102. PMU-enhet.....	90
103. WAMS.....	91
104. En produkts livslängd	92
SCADA-system	93
105. Före fjärrkontrollens tid	93
106. SCADA, historik	93
107. SCADA-systemens historia, elkraftsnät	93
108. SCADA driftövervakningssystem, basuppgifter	94
109. Kontrollrum.....	96
110. SCADA-systemets maskinvara, serverskåp	97
111. SCADA-systemets maskinvara, ingående enheter	99
112. Avancerade optimeringsfunktioner baserade på SCADA.....	101
113. SCADA-systemets kraftförsörjning	101
114. Dieselgeneratorn	103
115. Vad kostar utrustningen?	104
PROCESSDATAINSAMLINGSSYSTEMET	105
116. Fjärrkontrollterminalen (RTU)	105
117. Korskopplingslåda (mellan process och RTU)	107
118. Indikering.....	107
119. Mätvärde	109
120. Energimätvärde.....	113
121. Manöver	114
RELÄSKYDD OCH STYRNING	116
122. Lokala skydd.....	116
123. Reläskydd (IED)	116
124. Störningsskrivare	120
DATAKOMMUNIKATION	121
125. Datakommunikation och protokoll	121
126. Kommunikationsprotokollen 101, 102, 103 och 104.....	122
127. ELCOM och ICCP, mellan olika driftcentraler.....	122
128. Standarden IEC 61850	122
129. PLC-kommunikation	124
130. Fältbussar.....	125
ANLÄGGNINGSABETE, SCADA-SYSTEM	127
131. Access till datorrum och/eller vid service av elektronik	127
132. Dokumentation	127

133. Felsökning	128
134. Några speciella komponenter	130
135. Datagolv	133
136. Projekt.....	134
137. Anläggningsarbete ('hemma' och anläggningsplatsen).....	135
PERSONSÄKERHET	138
138. Personsäkerheten.....	138
139. Branschstandarderna ESA och ELSA.....	141
140. Stegspänning	142
SAKREGISTER	143

1. Förord

Det finns en otrolig mängd fackuttryck {Buzz Words} i elkraftsbranschen så det är lätt att känna sig lite vilse ...

Syftet med denna bok är att ge en praktisk orientering om vad ett elkraftsnät {Power System} är och vilka system som omgärdar detta. Här beskrivs funktionalitet, uppbyggnad, hjälp- och kringsystem, ingående komponenter och deras uppgift samt bakgrundshistoria. Detta är ett område som de flesta inte vet så mycket om och det är få som förstår helheten.

Boken kan läsas som kurslitteratur eller som ett uppslagsverk när man vill ha förklaring till begrepp man stöter på. De inledande delarna är:

- **Introduktion**
- **Historia**
- **Magasinering**
- **Generering**
- **Transmission**
- **Distribution**

Nedanstående delar är fördjupningsområden som är något mer tekniskt inriktade än de inledande avsnitten ovan. De lite mer omfattande avsnitten har fått följande namn:

- **Gemensamma primärkomponenter**
- **SCADA-system och reservkraft**
- **Processdatainsamlingssystemet**
- **Skydd** (traditionellt kallade Reläskydd)
- **Datakommunikation**
- **Anläggningsarbete på site och personsäkerhet**

Boken är uppbyggd så att begrepp och förklaringar i texten refererar till bilder och illustrationer där begreppen får en djupare förklaring för att förstärka förståelsen och därmed också inläringen.

Mängder av engelska begrepp används i dagligt tal i arbetslivet och därför visas många av dessa begrepp i boken inom klammerparenteser { }. På så sätt får du som läsare ta del av dessa viktiga engelska begrepp i sitt rätta sammanhang i boken.

I den löpande texten finns det ibland hänvisningar till andra avsnitt i boken, detta för att du på ett enkelt och naturligt sätt ska hitta både mer information och en fördjupad förklaring.

Sist i boken finns ett omfattande sakregister som ska underlätta ditt sökande efter kunskap!

Tilläggs kan att jag använder ett visst stort företags produktbilder i boken, det är inte för att förfördela något annat företag. Det känns naturligt då jag har arbetat där länge, har kunskapen och även tillstånd att använda dessa bilder.

2. Författaren Kent Mayer

Författaren har under sina mer än 53 år i arbetslivet verkat som: Elmekaniker, elektriker, styrningstekniker, serviceingenjör, systemingenjör, heltidsutbildare, linjechef, arbetsmiljöingenjör och platschef utomlands i ett antal anläggningsprojekt i elkraftsbranschen. Efter pensionering 2017 så genomför han teknikutbildningar på gymnasieskolor, yrkeshögskolor och mot kommunala bolag samt privata företag.

Han har tidigare skrivit en bok med titeln ”Datakommunikation i praktiken” och även nyligen tagit fram en 48-sidig skrift med namnet ”Arbetsmiljöordlista”.



Kent Mayer, elkraftsingenjör, utbildare och författare