

Sisukord

1 Sissejuhatus	9
2 Elektrisüsteem	13
2.1 Põhimõisted	13
2.1.1 Energiasüsteem	13
2.1.2 Elektri jaamad ja alajaamad	16
2.1.3 Elektrivõrk	19
2.1.4 Elektri ülekanne	22
2.1.5 Elektri tarbimine	26
2.2 Kommutatsiooni- ja mõõteaparatuur	29
2.2.1 Põhivõrgu alajaamade skeemid	30
2.2.2 Jaotusvõrgu lülituspunktid	32
2.2.3 Mõõteandurid	33
2.3 Releekaitse ja automaatika	34
2.3.1 Elektrisüsteemi automaatjuhtimine	34
2.3.2 Releekaitse toimimispõhimõtted	35
2.3.3 Mikroprotsessoripõhine releekaitse	37
3 Operatiivjuhtimissüsteem	41
3.1 Operatiivjuhtimissüsteemi funktsioonid	41
3.1.1 Põhivõrgu operatiivjuhtimine	42
3.1.2 Jaotusvõrgu operatiivjuhtimine	45
3.1.3 Operatiivjuhtimise ajalugu	48
3.2 Elektrivõrgu dispetsisüsteem	49
3.2.1 Dispetšisüsteemi struktuur	50
3.2.2 Dispetšisüsteemi funktsioonid	53
3.3 Operatiivjuhtimise riist- ja tarkvara	56
3.3.1 Tööjaamad ja serverid	57
3.3.2 Operatsioonisüsteemid	61
3.3.3 Andmebaasid	64
3.4 Elektriturg	71
3.4.1 Elektrituru mudelid	71
3.4.2 Süsteemiteenused	76
3.4.3 Jaotusteenused	80
4 Kohtsüsteemid	83
4.1 Alajaama automaatika	83
4.1.1 Alajaama automaatikasüsteem	83
4.1.2 Automaatikasüsteemi funktsioonid	85
4.2 Alajaama andmehõivesüsteem	86

4.2.1	Mõõteandmed ja signaalid	87
4.2.2	Kaugterminalid	87
4.2.3	Kohtterminalid	89
4.2.4	Alajaama kohtvõrgud	91
4.3	Arvestite kauglugemine ja elektri kvaliteedi seire	95
4.3.1	Arvestite kauglugemissüsteem	95
4.3.2	Elektri kvaliteedi seire	99
5	Andmeedastus	103
5.1	Andmeside	103
5.1.1	Põhimõisted	103
5.1.2	Sideliinid ja -võrgud	109
5.1.3	Sidepidamise ja andmekogumise viisid	117
5.2	Arvutivõrgud	119
5.2.1	Arvutivõrkude liigitus	119
5.2.2	Kohtvõrgud	121
5.2.3	Laivõrgud	123
5.2.4	Võrguturve	126
5.3	Sideprotokollid	128
5.3.1	Avatud süsteemide ühendamine	128
5.3.2	Sideprotokoll ELCOM-90	130
5.3.3	Sideprotokollide standard IEC 60870	132
5.3.4	Andmeedastusele esitatavad nõuded	134
5.4	Veebipõhine andmeedastus	135
5.4.1	Interneti vahendite rakendamine operatiivjuhtimisel	135
5.4.2	Veebipõhine dispetsisüsteem	137
6	Operatiivjuhtimise keskkond	139
6.1	Kesksüsteemi struktuur ja funktsioonid	139
6.1.1	Kesksüsteemi funktsioonid	139
6.1.2	Juhtimiskeskuse riist- ja tarkvara	140
6.1.3	Dispetsivalmendi	142
6.2	Kasutajaliides	144
6.2.1	Kasutajaliidese komponendid	144
6.2.2	Pildid ja skeemid	147
6.2.3	Aruanded ja arhiivid	153
6.2.4	Juhtimistegevused	154
6.3	Dispetsisüsteemi konfigureerimine	157
6.3.1	Konfigureerimise eesmärgid	157
6.3.2	Rakenduste konfigureerimine	159
6.3.3	Rakenduste funktsionaalsuse kujundamine	161

6.3.4	Volitamine ja privileegid	164
7	Põhivõrgu juhtimise tugi	167
7.1	Püsitalitluse analüüs ja estimateerimine	167
7.1.1	Püsitalitluse arvutamine	167
7.1.2	Talitluse estimateerimine	173
7.1.3	Talitluse arvutusprogrammid	176
7.2	Talituskindluse analüüs	177
7.2.1	Püsitalitluse häiringuanalüüs	178
7.2.2	Lühisvoolud	180
7.2.3	Elektrisüsteemi stabiilsus	185
7.3	Energia tootmise ohjamine	190
7.3.1	Püsitalitluse optimeerimine	191
7.3.2	Talitluse planeerimine	195
7.3.3	Võimsuste automaatreguleerimine	197
7.4	Põhivõrgu koormuse seire	199
7.4.1	Koormuste käsitlemine	200
7.4.2	Koormusnäitajad	201
8	Jaotusvõrgu juhtimise tugi	205
8.1	Jaotusvõrgu talitluse seire ja optimeerimine	205
8.1.1	Jaotusvõrgu topoloogia analüüs ja talitluse arvutamine	205
8.1.2	Jaotusvõrgu talitluse optimeerimine	209
8.1.3	Operatiivbrigaadide ohjamine	210
8.2	Jaotusvõrgu rikete käsitlemine	211
8.2.1	Lühisekoha lokaliseerimine	211
8.2.2	Maaühenduskoha lokaliseerimine	214
8.2.3	Rikete isoleerimine ja toite taastamine	218
8.2.4	Rikketelefon	219
8.3	Infosüsteemid	219
8.3.1	Infosüsteemidevahelised seosed	220
8.3.2	Võrguinfosüsteem	221
8.3.3	Geoinfosüsteem	224
8.3.4	Kliendinfosüsteem	226
8.4	Jaotusvõrgu koormuse seire ja ohjamine	228
8.4.1	Koormuse seire	228
8.4.2	Koormuse ohjamine ja tarbijate teenindamine	231
9	Eesti Energia operatiivjuhtimissüsteem	233
9.1	Eesti Energia ajalugu ja tänapäev	233
9.1.1	Ajalugu	233
9.1.2	Tänapäev	234

9.2 Eesti Energia põhivõrgu operatiivjuhtimissüsteem	238
9.2.1 Ajalugu	238
9.2.2 Operatiivjuhtimissüsteem XA/21	240
9.3 Eesti Energia jaotusvõrgu operatiivjuhtimissüsteem	244
9.3.1 Ajalugu	244
9.3.2 Dispetšisüsteem <i>MicroSCADA</i>	245
9.4 Jaotusvõrgu infohaldussüsteem <i>Xpower</i>	248
9.4.1 Infosüsteem	248
9.4.2 Elektrivõrgu ja rajatiste planeerimine	251
9.4.3 Operatiivjuhtimise tugisüsteem	253
9.4.4 Hooldustööde haldamine	254
Lisad	257
L1 Elektrivõrgu koormuse matemaatiline mudel	257
L1.1 Mudeli üldkuju	257
L1.2 Matemaatiline ootus ja ruuthälve	259
L1.3 Juhuslikud komponendid	262
L1.4 Temperatuurisõltuvus	263
L1.5 Triviaalmudel	265
L1.6 Koormusnäitajad	265
L1.7 Koormuse lihtsustatud mudelid	267
L2 Operatiivjuhtimissüsteeme tarnivad firmad	268
L2.1 ABB	268
L2.2 Siemens	269
L2.3 Netcontrol	270
L2.4 Tekla	271
L2.5 Martem	272
Kirjandus	273
Ingliskeelsed lühendid	274
Inglise-eesti sõnastik	277
Aineregister	297