

# Sisällys

<b>Esipuhe toiseen painokseen</b>	<b>6</b>
<b>1 Sähköopin perusteita</b>	<b>8</b>
1.1 Sähkövaraus . . . . .	9
1.2 Sähkövirta . . . . .	9
1.2.1 Kirchhoffin virtalaki . . . . .	12
1.3 Jännite . . . . .	13
1.3.1 Kirchhoffin jännitelaki . . . . .	16
1.4 Sähkövirran vaikutukset . . . . .	18
1.5 Tasasähkö ja vaihtosähkö . . . . .	19
1.5.1 Tasasähkö, tasavirta vai tasajännite? . .	21
1.5.2 Pienjännite vai suurjännite? . . . . .	21
1.6 Vastukset, resistanssi ja Ohmin laki . . . . .	23
1.6.1 Resisttiivisyys . . . . .	25
1.6.2 Konduktanssi . . . . .	27
1.7 Sähköteho . . . . .	27
1.8 Sarjaankytkentä ja rinnankytkentä . . . . .	28
1.9 Virtapiirimallit . . . . .	30
1.9.1 Käytännön jännitelähteet . . . . .	32
1.9.2 Käytännön vastukset . . . . .	32
1.10 Kondensaattori ja kapasitanssi . . . . .	33
1.11 Kela ja induktanssi . . . . .	37
1.12 Releet ja muu sähkömekaniikka . . . . .	39

1.13	Muuntaja . . . . .	40
1.14	Impedanssi eli vaihtosähkövastus . . . . .	41
1.15	Sähkömoottorit ja generaattorit . . . . .	42
1.15.1	Tasasähkökoneet . . . . .	43
1.15.2	Vaihtosähkökoneet . . . . .	44
1.16	Esimerkkejä laskutoimituksista . . . . .	45
<b>2</b>	<b>Hybridi- ja sähköajoneuvotekniikka</b>	<b>52</b>
2.1	Miksi hybridi- ja sähköajoneuvoja? . . . . .	52
2.2	Hybriditekniikka . . . . .	54
2.3	Sähköisen voimalinjan komponentit . . . . .	58
2.3.1	Ajoakku ja akunhallintajärjestelmä . . . . .	58
2.3.2	Muuttaja (invertteri) . . . . .	63
2.3.3	Sähkökoneet . . . . .	64
2.3.4	Interlock-piiri ja muut turvajärjestelmät . . . . .	64
2.4	Täyssähköajoneuvot . . . . .	73
2.5	Sähkö- ja hybridiajoneuvot Suomessa . . . . .	74
<b>3</b>	<b>Sähkötyöturvallisuus</b>	<b>77</b>
3.1	Sähkön vaikutukset ihmiseen . . . . .	78
3.1.1	Kuinka suuri jännite tai virta on vaarallinen? . . . . .	78
3.1.2	Valokaarionnettomuudet . . . . .	82
3.1.3	Sähkötaturman ensiapu . . . . .	82
3.2	Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 . . . . .	85
3.2.1	Töiden organisointi ja henkilöiden pätevyysvaatimukset . . . . .	85
3.2.2	Sähkötyöturvallisuuskoulutus . . . . .	86
3.2.3	Ensiapuvalmiusvaatimus . . . . .	90
3.2.4	Jännitteettömäksi tekeminen ja työskentely jännitteettömänä . . . . .	91
3.2.5	Jännitetyö . . . . .	95
3.3	Eriyisvaatimukset sähköajoneuvotöissä . . . . .	97
3.4	Turvallinen työskentely käytännössä . . . . .	99
3.5	Kolariautot ja onnettomuuspaikka . . . . .	100

3.5.1	Purkaminen ja kierrätys . . . . .	105
3.6	Paloturvallisuus . . . . .	105
3.7	Toteutuneita tapaturmia . . . . .	109
3.8	Sähköturvallisuus osa työturvallisuutta . . . . .	112
3.8.1	Reilu turvallisuuskulttuuri (Just culture)	114
3.8.2	Riskit hallintaan . . . . .	116
<b>4</b>	<b>Viranomaismääräykset</b>	<b>118</b>
4.1	Autoalan sähkötoiden lyhyt historia . . . . .	118
4.2	Sähkötoiden sääntely Suomessa . . . . .	122
4.2.1	Kaikille sallitut sähkötyöt . . . . .	125
4.2.2	Standardin SFS 6002 suhde lainsäädän- töön . . . . .	128
4.3	Tiivistelmä pätevyysvaatimuksista . . . . .	129
4.4	Sääntely kansainvälisesti . . . . .	129
<b>A</b>	<b>Suosittelavaa luettavaa</b>	<b>134</b>
<b>B</b>	<b>Sähkötyöturvallisuuden tarkistuslista</b>	<b>136</b>