

SUOMEN RADIOAMATÖÖRILIITON OPAS 1

# Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatööreille

OH7FQH, VELI-PEKKA NIIRANEN (TOIM.)



Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatöörille

*Tämä kirja on omistettu Ilpo Leppäsen, OH5HUI, muistolle.*

OH7FQH, Veli-Pekka Niiranen (toim.)

Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatöörille

Suomen Radioamatööriliiton opas 1

© 2024 Suomen radioamatööriliitto ry

Toimittanut: OH7FQH, Veli-Pekka Niiranen, SRAL

Kannen suunnittelu: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kirjan taitto: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN: 978-952-80-7265-2





---

## Sisältö

---

Sisältö .....	6
Kirjoittajat .....	11
Esipuhe .....	12
Lukijalle.....	13
Opiskelun apuneuvot .....	14
Pätevyystutkinnot.....	14
Oppimateriaali .....	15

### 1 SÄHKÖ JA LAITETURVALLISUUS

<b>1.1 Pienoisjännitelaitteet ja pienjännitelaitteet .....</b>	<b>18</b>
Pienjännitelaitteet.....	19
Sulakkeet .....	22
Mitä radioamatööri saa tehdä? .....	25
Kenellä on vastuu? .....	26
Mitä vaatimuksia? .....	26
CE-merkintä.....	28
<b>1.2 Suojausluokat .....</b>	<b>30</b>
Luokka 0.....	31
Luokka I.....	32
Luokka II.....	33
Luokka III.....	33
IP-luokat .....	34
Lopuksi.....	37
<b>1.3 Radioamatööriaseman ukkossuojauksesta .....</b>	<b>39</b>
Ukonilman syntyminen.....	39
Salaman vaikutukset.....	41
Suora salamanisku .....	43
Salamaniskujen välilliset vaikutukset .....	43
Maan pinnalla olevien kohteiden alttius salamaniskuille.....	44
Radioamatööriaseman ukkossuojauksen toteuttaminen.....	44
Maadoitus.....	45
Potentiaalintasaus .....	46
Laitteiden suojaaminen .....	48
Yhteenveto .....	49
<b>1.4 Sähköturvallisuuteen liittyvät perusmittaukset .....</b>	<b>50</b>
Tasa- ja vaihtojännite (DC- ja AC-jännite).....	50
Resistanssi .....	51
Jatkuvuusmittaus.....	51
Dioditestaus.....	51
Virran mittaaminen - Tasavirta (DC) ja vaihtovirta (AC) .....	52
Tulosuojaus.....	52
Virranmittauksen lisävarusteet .....	53
Oskilloskooppi .....	55
Taajuuslaskuri ja spektrianalysaattori .....	55
Tehomittari ja SWR-mittari.....	56
Impedanssin mittaaminen, VNA.....	56
RF-mittauksissa huomioitavaa.....	56
Efektiiivinen säteilyteho, ERP .....	56



<b>1.5</b>	<b>Turvallinen laitekotelointi.....</b>	<b>58</b>
	Kotelointiluokka kertoo sähkölaitteesta oleellisen .....	58
	Miten IP-koodi muodostuu?.....	59
	Kotelointiluokan käytännön merkitys .....	62
	Kotelon mekaaninen iskunkesto .....	63
	Käytännön esimerkkejä laitteiden IP-luokista .....	64
	Luettelo keskeisistä termeistä.....	65

## 2 SÄHKÖTEKNIIKAN JA ELEKTRONIIKAN PERUSTEET

<b>2.1</b>	<b>Mitä sähkö on? .....</b>	<b>68</b>
<b>2.2</b>	<b>Sähkökenttä, Sähkövaraus, Sähkövirta, Ampeeri, Voltti ja Ohmi .....</b>	<b>70</b>
	Sähkövaraus, sähkökenttä.....	70
	Sähkövirta, sähkökenttä.....	71
	Virta .....	72
	Jännite .....	72
	Resistanssi .....	73
	Ohmin laki .....	73
	Teho.....	74
	Sähköteho ja -energia.....	74
<b>2.3</b>	<b>Johtavuus, Johdin, puolijohde ja eriste .....</b>	<b>76</b>
	Johdin (johteet) .....	76
	Puolijohteet.....	78
	Eristeet .....	78
<b>2.4</b>	<b>Sähköiset suureet: virta, jännite, teho, resistanssi ja Ohmin laki .....</b>	<b>79</b>
	Sähkövirta I.....	79
	Jännite U.....	79
	Teho P.....	79
	Resistanssi R .....	80
	Ohmin laki .....	80
<b>2.5</b>	<b>Lähdejännite, Oikosulkuvirta ja sisäinen resistanssi .....</b>	<b>83</b>
	Lähdejännite.....	83
	Sisäinen resistanssi .....	83
	Oikosulkuvirta .....	84
<b>2.6</b>	<b>Sinimuotoiset signaalit ja tehollisarvo (RMS) .....</b>	<b>85</b>
	Tehollisarvo siniaallolle matemaattisesti esitettynä .....	85
	RMS-esimerkki audiotekniikasta .....	86

## ELEKTRONIIKAN KOMPONENTIT

<b>2.7</b>	<b>Vastukset.....</b>	<b>89</b>
	Peruskäsitteitä vastuksista .....	89
	Vastuksen merkitys .....	89
	Vastusten värimerkinnot .....	91
	Vastusten E- sarjat.....	92
	Kiinteät vastukset .....	94
	Säädettävät vastukset eli potentiometrit ja trimmerit .....	97
	Lineaarinen ja logaritminen potentiometri .....	98
	Pintaliitosvastukset .....	99
	Ei-induktiiviset vastukset.....	100

<b>2.8</b>	<b>Kondensaattorit .....</b>	<b>102</b>
	Kondensaattorin toimintaperiaate .....	102
	Kondensaattori ja kapasitanssi .....	103
	Kondensaattorityypit .....	104
	Tyhjiökondensaattorit .....	105
	Ilmaeristeiset kondensaattorit .....	105
	Lasi- ja kiillekondensaattorit .....	107
	Muovikondensaattorit .....	108
	Paperikondensaattorit .....	109
	Keraamiset kondensaattorit .....	109
	Elektrolyyttikondensaattorit ja tantaalikondensaattorit .....	110
	Tantaalikondensaattorit .....	112
	Merkinnät kondensaattoreissa .....	114
	Värikoodit .....	114
	Numerokoodit .....	115
<b>2.9</b>	<b>Kelat .....</b>	<b>117</b>
	Kelan toimintaperiaate .....	117
	Kelan induktanssi .....	118
	Kelan reaktanssi .....	119
	Ilmasydämiset kelat .....	120
	Rautasydämet ja ferromagneettiset sydämet .....	120
<b>2.10</b>	<b>Muuntajat ja kuristimet .....</b>	<b>123</b>
	Muuntaja yleisesti .....	123
	Muuntajan ominaisuudet .....	125
	Muuntajatyypit ja rakenteet .....	126
	Pakkamuuntaja .....	126
	Rengassydänmuuntaja .....	127
	Ferriittimuuntaja .....	127
	Millaisia merkintöjä muuntajissa on oltava? .....	128
	Kuristimet .....	129
	Kuristimien rakenteet ja yleisimmät käyttökohteet .....	129
	Yhteismuotokuristin .....	130
	Rautasydämiset kuristimet .....	130
	Kuristimet RF- tekniikassa. ....	130
	Säästömuuntajat .....	132
	Säätömuuntajat .....	132
<b>2.11</b>	<b>Diodit ja ledit .....</b>	<b>133</b>
	Käytännön diodien käyttöesimerkkejä: .....	134
	Diodit tasasuuntauskäytössä .....	135
	Kokoaaltotasasuuntauksen periaate .....	136
	Diodi ilmaisimena .....	137
	Kapasitanssidiodi (=Varaktori) .....	137
	Fotodiodi .....	138
	Optokytkin .....	138
	Zenerdiodi .....	138
	PIN-diodi .....	140
	Ledit .....	143
	MoniväriLEDit .....	145
	InfrapunaLEDit .....	145

<b>2.12</b>	<b>Transistorit, Fetit ym. puolijohteet .....</b>	<b>147</b>
	Transistorin toimintaperiaate .....	147
	Transistorin rakenne ja toiminta .....	147
	Transistorien käyttö .....	149
	MOSFET .....	151
	Tyristorit .....	151
	Triac.....	152
	Regulaattorit .....	153
	Transistoreiden kotelot .....	155
<b>2.13</b>	<b>Komponenttien lämmöntuotto ja jäähdytys .....</b>	<b>156</b>
	Laitetuulettimet .....	158
<b>2.14</b>	<b>Sähkömekaaniset komponentit: kytkimet, releet ja liittimet.....</b>	<b>160</b>
	RF-kytkimet .....	162
	Sähkömekaaniset releet.....	162
	RF-releet.....	163
	Kontaktorit .....	164
	Johtoliittimet .....	164
	230 voltin liitäntäjohdot ja liittimet .....	166
	Moninapaiset liittimet.....	166
	Ne perinteiset: naparuuvi- ja banaanikosketin .....	167
	PowerPole virtaliittimet .....	167
	RF-liittimien rakenteista ja käytöstä.....	170
	Liitinadapterit .....	171
	PL-259 ja SO-239 eli UHF-liitin.....	171
	BNC-liittimet.....	176
	TNC-liittimet.....	178
	N-liittimet .....	179
	7/16-liittimet .....	181
	SMA-liittimet .....	183
	SMB-liittimet .....	185
	Liittimien puristaminen kaapeliin.....	185

## ELEKTRONIIKAN PIIRITEKNIikka

<b>2.15</b>	<b>Jännitelähteiden, vastusten, kondensaattorien ja kelojen rinnan/sarjaankytkennät .....</b>	<b>189</b>
	Jännitelähteiden sarjaan- ja rinnankytkennät.....	189
	Vastusten sarjaan ja rinnankytkentä.....	191
	Kondensaattorit sarjaan- ja rinnankytkennät.....	192
	Kelojen sarjaan- ja rinnankytkennät.....	193
<b>2.16</b>	<b>Suotimet.....</b>	<b>196</b>
	Digitaaliset suotimet .....	198
	Suotimen käytännön toteutuksia .....	199
	Kidesuodin.....	200
	Duplexerit ja Diplexerit.....	201
<b>2.17</b>	<b>Teholähteet .....</b>	<b>203</b>
	Puoliaaltotasasuuntaaja .....	204
	Kokoaaltoasasuuntaus .....	205
	Hakkurivirtalähteet .....	207
	Käytännön 13,8 V virtalähteet.....	209
	Putkilaitteiden virtalähteet .....	209

<b>2.18</b>	<b>Vahvistinluokat .....</b>	<b>213</b>
	Vahvistinluokka A .....	213
	Vahvistinluokka B .....	214
	Vahvistinluokka AB .....	214
	Vahvistinluokka C .....	215
	Vahvistinluokka D .....	216
<b>2.19</b>	<b>Ilmaisimet .....</b>	<b>219</b>
	AM-signaali .....	219
	SSB-signaali .....	220
	FM-signaali .....	220
<b>2.20</b>	<b>Oskillaattorit .....</b>	<b>222</b>
	Hartley-oskillaattori .....	223
	Colpitts-oskillaattori .....	224
	Kideoskillaattorit .....	225
<b>2.21</b>	<b>Vaihelukitut silmukat (PLL).....</b>	<b>228</b>
<b>2.22</b>	<b>Digitaalitekniikan peruspiirit ja loogiset funktiot .....</b>	<b>230</b>
	Boolean Algebra .....	230
	AND-funktio .....	230
	OR-funktio .....	231
	NOT-funktio .....	232
<b>2.23</b>	<b>Digitaalinen signaaliprosessointi, DSP-tekniikka ja -järjestelmät .....</b>	<b>234</b>
	Analoginen data .....	234
	Digitaalinen (eli numeerinen) data .....	235
	Näytteenotto .....	236
<b>2.24</b>	<b>Moduloidut signaalit, CW, AM, SSB, FM ja digitaaliset siirtotiet .....</b>	<b>241</b>
	Analoginen siirtojärjestelmä.....	241
	Digitaalinen siirtojärjestelmä.....	241
	Continuous Wave .....	242
	AM- Modulaatio .....	243
	DSB kaksisivukaistalähete.....	244
	SSB yksisivukaista modulaatio .....	244
	FM-modulointi .....	246
	Digitaaliset siirtotiet .....	247
<b>2.25</b>	<b>DB-käsite ja dB-arvojen välinen yhteys.....</b>	<b>251</b>
	Desibelit radiotekniikassa.....	251
	Beli (B) .....	251
	Tarkkaa desibelilaskentaa.....	251
	Desibeli ja antennit.....	253
	Desibelilaskentaa helposti .....	253
	Asiasanahakemisto .....	255
	Kuvahakemisto .....	258
	Kirjallisuuslähteet .....	263

---

## Kirjoittajat

---



### **Veli-Pekka Niiranen, OH7FQH**

Saanut radioamatöörilupansa myöhemmällä iällä. Rakentelee mielellään kaikkia niitä putkiradioita, jotka jäivät nuoruudessa tekemättä. Kouluttaja ja koulutusmateriaalin kirjoittaja ja verkko-opettaja. Hän uskoo vilpittömästi kaikenlaisen oppimisen parantavan maailmaa. Siksi hän on uhrannut eläkkeellä oloajastaan viisi vuotta tämän kirjan kirjoittamiseen ja toimittamiseen.

### **Ilpo J. Leppänen, OH5HOI, OH5IIL (1953–2017)**

Oli pitkän linjan elektroniikan ja radiotekniikan osaaja. Hän työskenteli asiantuntijana ja suunnittelijana elektroniikkateollisuudessa sekä omalla toiminimellä, ja hän toimi lisäksi vastuutehtävissä sähköalan tutkinto-opetuksessa Kaakkois-Suomessa. Ilpo oli jäsen Suomen DX-Liitossa, Radiohistoriallisessa Seurassa, Radioamatööritekniikan Seurassa ja SRAL:ssa sekä aktiivijäsen Haminan radioamatööreissä, OH5AD. Hänen erityisiä kiinnostuksen kohteitaan olivat vastaanotin- ja mittaustekniikka sekä DX-kuuntelu keski- ja lyhytaaltoalueella. Lukuisat suomalaiset radiotekniikan harrastajat saivat näkymän Ilpon toimintaan sosiaalisen median välityksellä.



### **Tomi Helpiö, OH2ID**

Sai radioamatöörilupansa 16-vuotiaana ja on Radioamatööri-lehden päätoimittaja sekä täysipäiväinen radioamatööri. Koulutukseltaan energiatekniikan lisensiaatti ja nyttemmin kiinnostunut radio- erityisesti antennitekniikasta. Haluaa auliisti jakaa tietojaan eteenpäin.

Kirjoittajana myös **Samuli Taimisto, OH6TY**

Kirjan radioamatööritekniikkaa selventävät valokuvat **Heimo Ryyänen, OH7TY**

---

## Esipuhe

---

Tämä kädessäsi oleva kaksiosainen kirja on syntynyt vahvistamaan ja uudistamaan Suomalaista radioamatöörinkoulutusta. Kirjat sisältävät radioamatööritutkintoihin tarvittavan tietopohjan ja runsaasti sen lisäksi tietoa käytännön radioamatööritoiminnasta sekä siinä käytetystä tekniikasta.

Radioamatööriharrastus vaatii aina tutkinnon, joka muodostuu kolmesta modulista. K-moduli on niin kutsuttu ”liikenne moduli”, joka sisältää radioamatöörejä koskevat lait, asetukset ja määräykset. Tekniikka moduuleja on kaksi. T1-moduli, joka oikeuttaa radioamatööritoiminnassa *peruluokan pätevyyteen* ja T2- moduli, joka oikeuttaa *yleisluokan pätevyyteen*. Yleisluokan pätevyys on niin kutsuttu kansainvälisesti tunnustettu HAREC lupa. Kirjassa on myös mukana pieni ripaus nostalgiaa ja radiolaitteiden historiaa, mutta vain *Kyynelleen* verran.

Kirja on tarkoitettu niin itseopiskeluun kuin myös kerhojen ja Suomen Radioamatööriliiton järjestämiin koulutuskursseihin laajaksi kurssiaineistoksi. Kirjaa tuetaan Suomen Radioamatööriliiton ylläpitämällä verkko-opetusympäristöllä, johon voit tutustua [www.sral.fi](http://www.sral.fi) sivuilla.

**Kirjan 1.** osa on nimeltään *Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatöörille*. Osa sisältää sähköturvallisuuden ja siihen liittyvät perusmittaukset, sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet sekä tietoutta komponenteista ja piiritekniikasta.

**Kirjan 2.** osa nimeltään *Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatöörille*. Osa sisältää tietoa radioyhteyden mekanismeista ja radiokeleistä ja niitten synnystä. Kirja käsittelee laajasti lähetin-vastaanotin tekniikkaa, mukaan lukien tietoa käytännön radioamatööriantenneista. Kaikki yhteystavat ja ”modet” ovat mukana kirjassa. Kirja antaa myös perustiedot uudemmista ”digimodeista”, samoin radioaseman tietokoneohjaus ja etäkäyttö kuuluvat kirjan aineistoon.

Molemmat kirjat sisältävät aakkosellisen asiahakemiston ja kuvaluettelot. Nämä auttavat lukijaa käsittelemään kirjan laajaa sisältöä oppimisen kannalta mahdollisimman tehokkaasti. Kirjaa tullaan aika-ajoin päivittämään, joten kirjan materiaali tulee pysymään mukana radioamatööri-toiminnan ja tekniikan kehityksessä.

Toivon sinulle antoisia opiskeluhetkiä tuleva radioamatööri tai uusi yleisenluokan radioamatööri. Muistathan ettet ole yksin opiskelussasi, laaja radioamatöörikerhojenverkosto ja niissä toimivat tutor-opettajat auttavat sinua pääsemään tavoitteeseen ja toivottavat uuden Hamin mukaan kansainväliseen laajaan radioamatöörien yhteisöön.

Samalla kiitän kaikkia niitä, jotka ovat osallistuneet kirjan tekoon sen erivaiheissa. Erytiskiitos kahdelle suuresti kirjan syntyyn vaikuttaneelle henkilölle: Kiitos graafikko Niina Silvasti (Visual Monkey) kirjan taitosta, ulkoasusta ja sadoista piirroksista. Ja vielä erityiskiitos vaimolleni Seijalle satojen liskojen oikoluvusta ja tekstin luettavuuden parannusehdotuksista.


**Joensuussa Pitkänäperjantaina 2024**  
**OH7FQH Veli-Pekka Niiranen**


## Lukijalle

Radioamatööriutukinnon suorittaminen antaa laajat oikeudet radioviestinnän harjoittamiseen. Nämä oikeudet saadakse tutkittavan on osoitettava, että hän hallitsee viestinnässä tarvittavat tiedot ja näin pystyy vastuullisesti käyttämään saamiaan oikeuksia. Radioamatööriutukinto on moduulirakenteinen.

Moduulit K-, T1- ja T2		
		
Radioamatöörin pätevyystutkinnon K-moduuli sisältää hätäviestintään, radiolakiin, radioamatöörimääräyksiin ja radioamatööriviestintään liittyvät tutkintokysymykset.	T1-moduuli sisältää sähkö- ja radiotekniikan perusteita.	T2-moduuli syventää sähkö- ja radiotekniikan tietoja.

K-modulin tutkintoon vaaditaan tämän koulutusmateriaalin luvun 4. kohdissa esitettyjen asioiden hallinta pääpiirtein.

	<i>IARU Region 1:n Kroatiassa, marraskuussa 2008 pidetty konferenssi hyväksyi John Devolderen, ON4UN, ja Mark Demeuleneeren, ON4WW, laatiman käytännönläheisen oppaan "Ethics and Operating Procedures for the Radio Amateur", joka on julkaistu suomen kielellä nimellä "Workkimisen arvomaailma", käytettäväksi radioamatööriviestinnän opiskeluun.</i>
---	---

	<b>Suomenkielisen oppaan löydät internetistä osoitteesta:</b> <a href="http://sral.info/koulutus/">sral.info/koulutus/</a>
---	---

K-modulin (luku 4.) tarkoituksena on antaa sinulle ne perustiedot radioamatööriviestinnästä, jotka tarvitaan liikenneosion läpäisemiseksi. T1- ja T2 aineistot (luvut 1,2,3 ja 5) käsittelevät molempien moduulien keskeiset radiotekniset aineistot T1 ja T2 tenttien suorittamiseen, sekä kansallisen- ja kansainvälisen radioamatööriutkiminnän pelisääntöjä ja hyviä toimintatapoja (luku 5). Joukossa on myös paljon ulkoa opeteltavia asioita, joiden tarkoituksena ei ole tehdä tutkintoa vaikeaksi. Niiden osaamisesta on paljon hyötyä käytännössä.

---

## Opiskelun apuneuvot

---



*Tärkeä tiedon lähde on Viestintäviraston voimassa oleva, 17.12.2014 julkaistu Radioamatöörimääräys 6J/2014M, jonka voit ladata itsellesi internet-osoitteesta:*  
**[www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/Viestintavirasto6J2014M.pdf](http://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/Viestintavirasto6J2014M.pdf)**



*Ja mikäli kaikista edellä luetelluista opiskelun apuneuvoista huolimatta joku asia jää sinua askarruttamaan, ota yhteys SRAL:n koulutustoimikuntaan lähettämällä kysymyksesi sähköpostilla osoitteeseen:*  
**[kouluttajat@sral.fi](mailto:kouluttajat@sral.fi)**

---

## Pätevyystutkinnot

---

Radioamatöörien on suoritettava pätevyystutkinto, koska meille on annettu radiotekniikan ja tietoliikennetekniikan käyttäjinä oikeus käyttää useita radiotaajuuden spektrin taajuuskaistoja. Radioamatöörit saavat lisäksi rakentaa ja huoltaa laitteensa itse niin halutessaan. Suomessa järjestetään nykyisin aina tarvittaessa radioamatööritutkintoja eri puolilla maata.



***Pätevyystutkijoiden yhteystiedot saat ottamalla yhteyden Suomen Radioamatööriliiton toimistoon tai internet-sivulta:***

**[www.sral.fi/](http://www.sral.fi/)**

***Ennen tutkinnon suorittamista sinun on rekisteröidyttävä internetissä olevaan AR-X tutkintojärjestelmään:***

**[www.ar-x.fi/](http://www.ar-x.fi/)**



Tutkintopaikalla sinun on todistettava henkilöllisyytesi. Lisäksi alle 15-vuotiailla on oltava mukana huoltajan allekirjoittama, Viestintävirastolle osoitettu kirjallinen lupa osallistua radioamatöörin pätevyystutkintoon ja aloittaa näin radioamatööriharrastus. Lupa-anomuslomakkeen saat tulostettua AR-X tutkintojärjestelmästä tai pätevyystutkijalta. Sinun on myös esitettävä kuitti SRAL ry:n tilille suoritetusta tutkintomaksusta (ks. [www.sral.fi](http://www.sral.fi)). Moduulimaksulomakkeet saat tulostettua AR-X tutkintojärjestelmästä. Pätevyystutkija toimittaa täytetyt tutkintopaperit ja maksukuitin Liiton toimistoon. Henkilötietolomake toimitetaan edelleen Viestintävirastoon, mutta koepaperisi säilytetään Liiton toimistossa tutkintoa seuraavien kahden vuoden ajan oikeusturvaksi takaamiseksi.

---

## Oppimateriaali

---

Tutkintoon valmistautumiseen on saatavana erilaista materiaalia, jonka avulla varmistetaan, että opiskelet juuri niitä asioita, joita tutkinnossa kysytään. Perusluokkaa ja yleisluokkaa varten on saatavana molempien luokkien edellyttämät tiedot sisältävä Moodle-oppimisympäristö opiskelun tueksi. Kysy lisää opiskelumateriaalista SRAL:n toimistosta.



***Moodle-oppimisympäristö opiskelun tueksi:***

***<https://moodle.sral.fi/login/index.php>***

# Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatöörille

Kaksiosaisen julkaisun 1. osa on suunnattu tuleville radioamatööreille kerhojen radioamatöörikurssien opetusmateriaaliksi sekä itsenäiseen opiskeluun osana SRAL:n koulutusympäristöä verkossa. Kirjoittajat ovat alansa ammattilaisia. Aineisto sisältää aitoja ja helppoja käytännön esimerkkejä. 1. opas kattaa sekä T1- että T2-tutkintojen vaatimustason.

**Opas 1** on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee kattavasti sähkö- ja laiteturvallisuutta. Toinen osa keskittyy sähkötekniikan ja elektroniikan perusteisiin, käytännön esimerkein, sekä perehdyttää sähkötekniikan perusmatematiikkaan. Opiskelun tueksi on koottu runsaasti linkkejä ja lähdeaineistoja.

© 2024 Suomen Radioamatööriliitto ry  
Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi  
Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa  
ISBN: 978-952-807-265-2



**BoD**